



Anexo: electrificación

Ferrocarriles
Grado en Ingeniería Civil

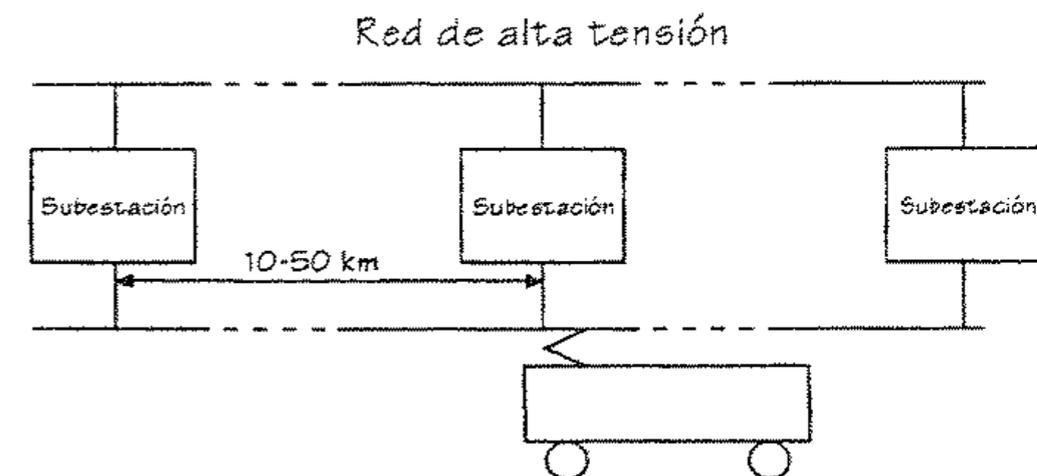
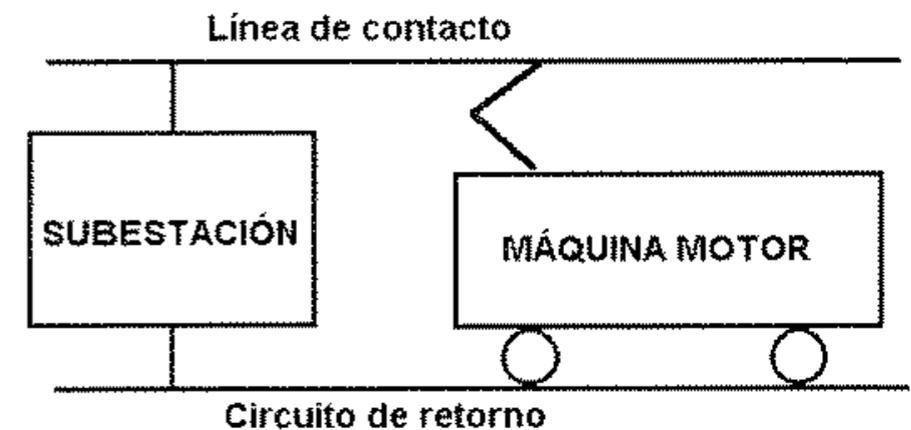
Luigi dell'Olio
Borja Alonso Oreña
José Luis Moura Berodia

Este tema se publica bajo Licencia:
Creative Commons BY-NC-SA 4.0.



Electrificación

- Partamos del esquema de funcionamiento muy simple denominado *circuito de tracción*:
 - Una fuente de energía: subestación.
 - Un conductor: línea de contacto (catenaria)
 - Una resistencia: la locomotora que utiliza la corriente
 - Un conductor de retorno que cierra el circuito: el carril.
- Contrariamente a lo usual, este circuito se deforma, es más o menos largo según el desplazamiento del tren.
- En cuanto a la fuente de energía, no tiene que ser forzosamente una central. Será frecuentemente un eslabón en la cadena de transporte entre las centrales y la vía férrea, es decir, una **subestación de energía**, que efectuará una transformación de la corriente. Esta subestación que alimenta la línea de contacto estará a su vez alimentada por una línea de alta tensión, a partir de centrales generadoras o transformadoras
- Y como el dominio alimentado por una subestación, es limitado, habrá a lo largo de una línea electrificada varias subestaciones escalonadas.



Electrificación

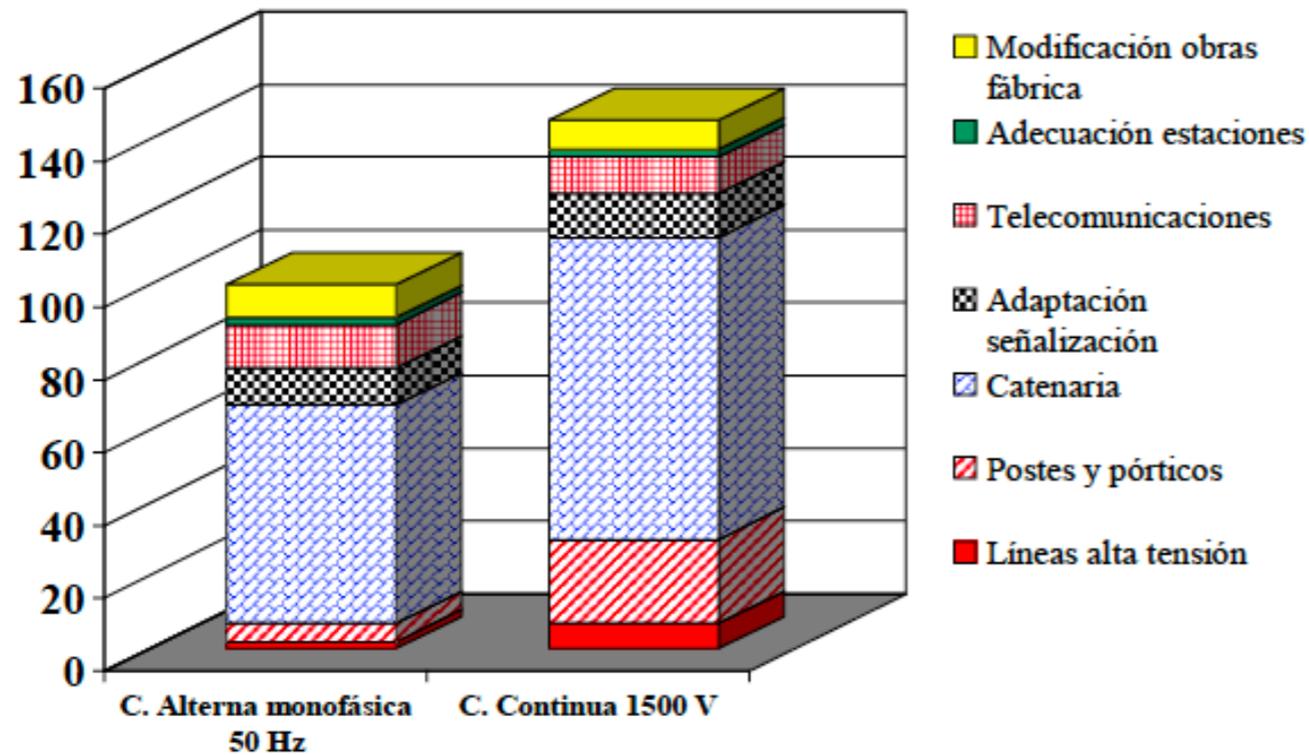
- La distancia entre subestaciones esta relacionada con las caídas de tensión.
- En corriente continua para evitar caídas de tensión hay que acercar las subestaciones y utilizar catenarias con grandes secciones.
 - Corriente Continua: 20 Km
 - Corriente Alterna: 50 Km
 - En metros la distancia es de 2-7 Km



Sistema de electrificación	Tensión no permanente mínima $U_{mín.2}$ (V)	Tensión permanente mínima $U_{mín.1}$ (V)	Tensión nominal U_n (V)	Tensión no permanente máxima $U_{máx.1}$ (V)	Tensión no permanente máxima $U_{máx.2}$ (V)
Corriente continua (valores medios)		400	600 ¹⁾	720	770 ²⁾
		500	750	900	950 ³⁾
		1 000	1 500	1 800	1 950
		2 000	3 000	3 600	3 900
Corriente alterna (valores eficaces)	11 000	12 000	15 000	17 250	18 000 ⁴⁾
	17 500	19 000	25 000	27 500	29 000

Electrificación

COSTES DE ELECTRIFICACIÓN EN %
Costes implantación alterna / continua



	CONTINUA	ALTERNA
Instalac. fijas	pesadas y costosas	más ligeras
Subestaciones	cada 20 km (para 3000 V)	cada 60 km (para 2x25 KV-50Hz)
Catenaria	gran sección	sección menor
Conexión a la red A.T.	directa	red propia o convertidor(Hz)
Motor	Caro, complicado, difícil mantenimiento (Con escobillas)	Sencillo, sin mantenimiento (Sin escobillas)
Coste relativo establecimiento	145 %	100 %

Electrificación

- En ferrocarriles se denomina **catenaria** a la línea aérea de alimentación que transmite energía eléctrica a las locomotoras u otro material motor.
- Algunos autores prefieren utilizar el término "**Línea Aérea de Contacto**" o abreviadamente L.A.C., que puede incluir los sistemas denominados:
 - línea tranviaria
 - catenaria flexible y
 - catenaria rígida.
- Existen otros sistemas de alimentación eléctrica para ferrocarriles que no deben ser considerados como catenarias; los más importantes son conocidos como "tercer carril".



Electrificación

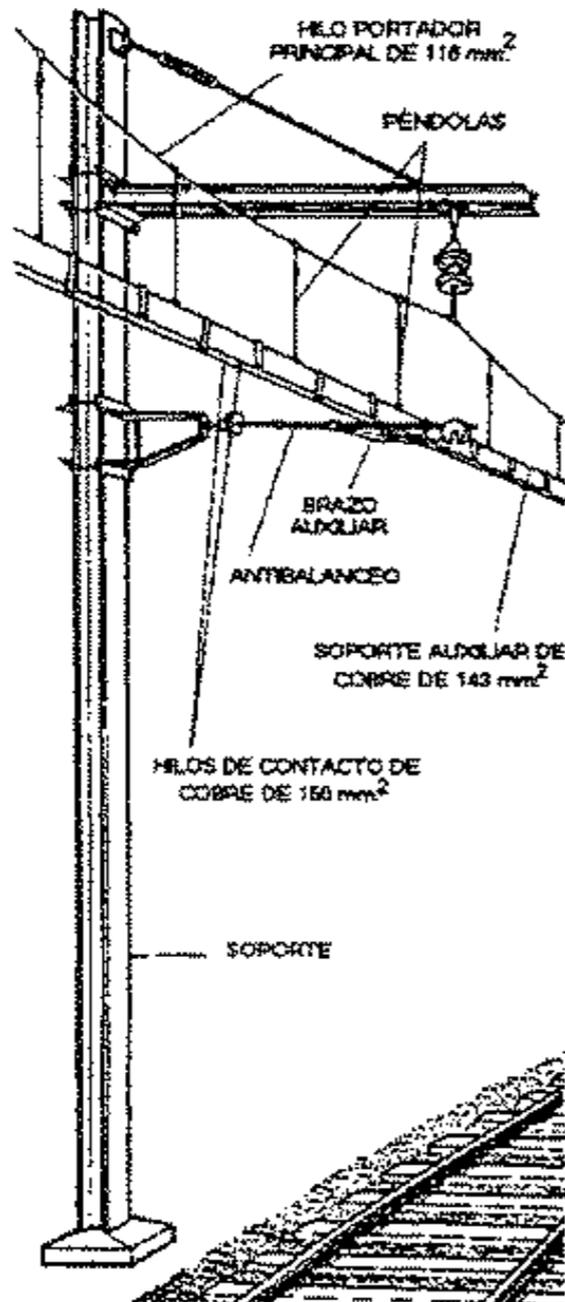


Figura 3. Catenaria para 1.500 V. c.c.

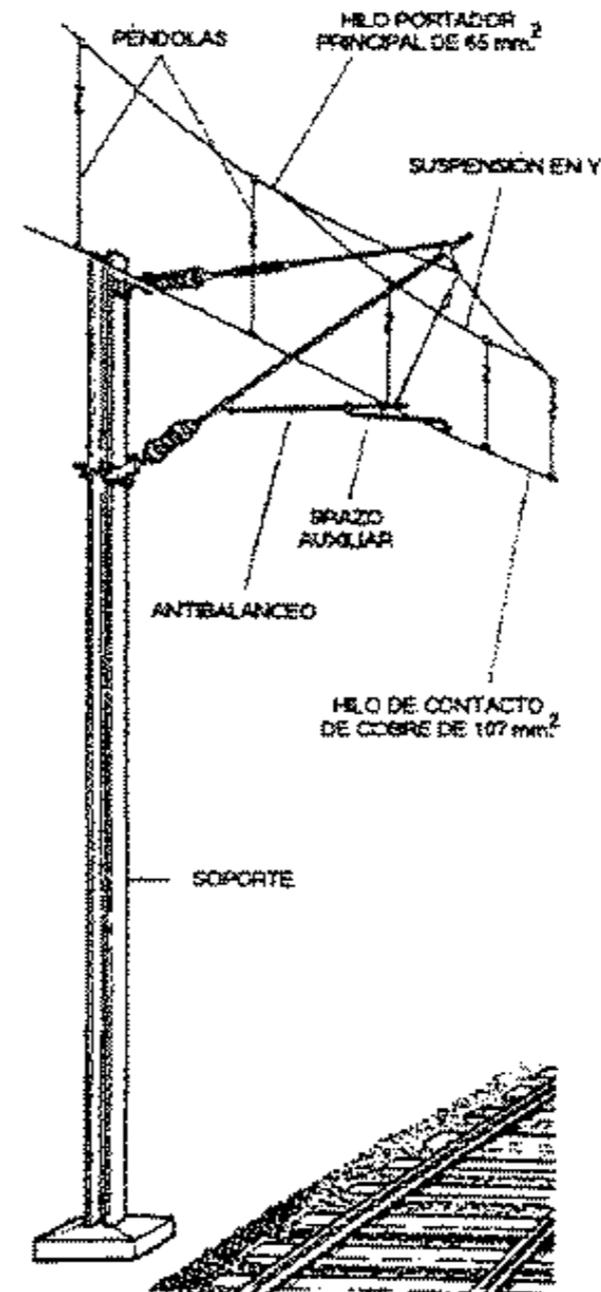


Figura 4. Catenaria para 25.000 V. c.c.

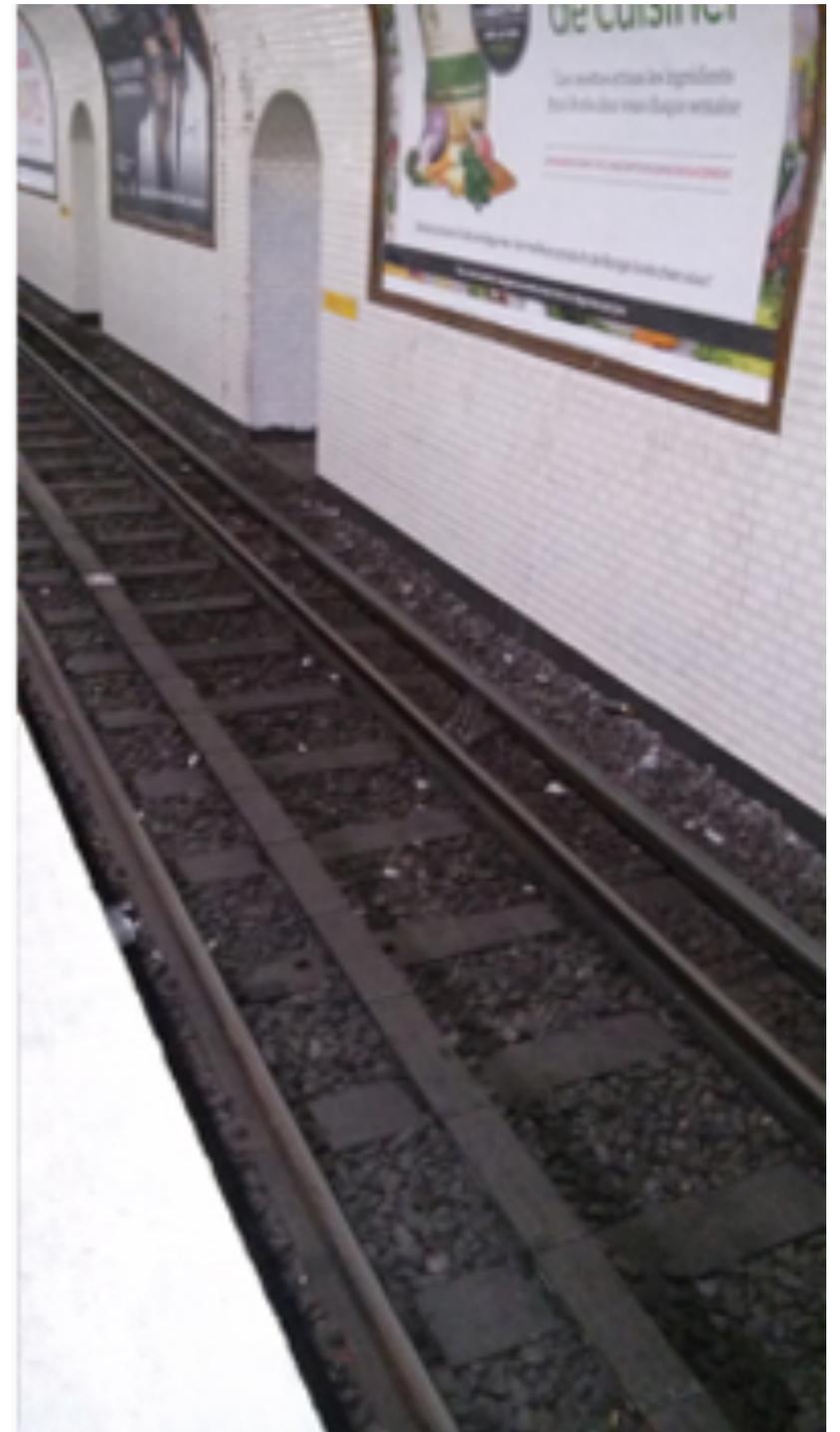
Electrificación

- La **catenaria rígida** se distingue de las otras en que el elemento que transmite la corriente eléctrica no es un cable, sino un carril rígido.
- Lógicamente para mantener este carril rígido paralelo a la vía, ya que su peso es muy grande, no basta tensarlo o suspenderlo de otro cable con más flecha, sino que es necesario aumentar el número de apoyos en los que hay que suspenderlo, para disminuir la distancia entre ellos.
- Como ejemplo diremos que para suspender una catenaria rígida se usan vanos (distancia entre apoyos) de 10 ó 12 m, mientras que el vano para catenarias flexibles está en torno a los 50 ó 60 m.
- Dicha limitación restringe su uso a los túneles, estructuras o sitios de muy escaso gálibo, donde otros sistemas se muestran ineficaces.



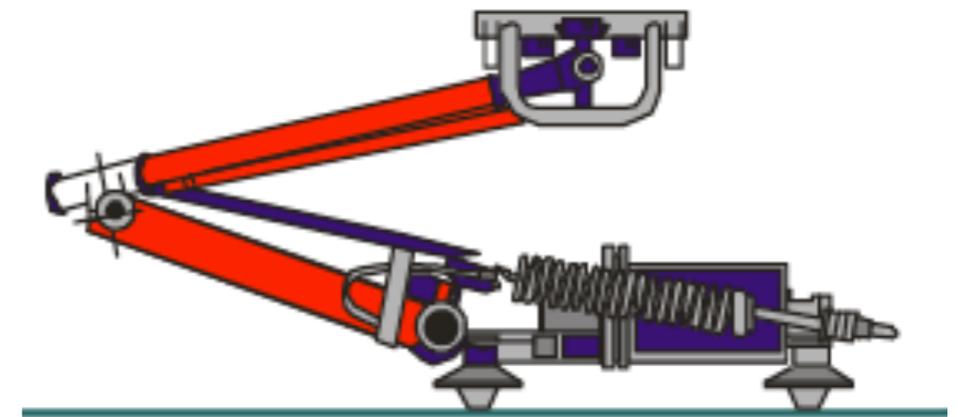
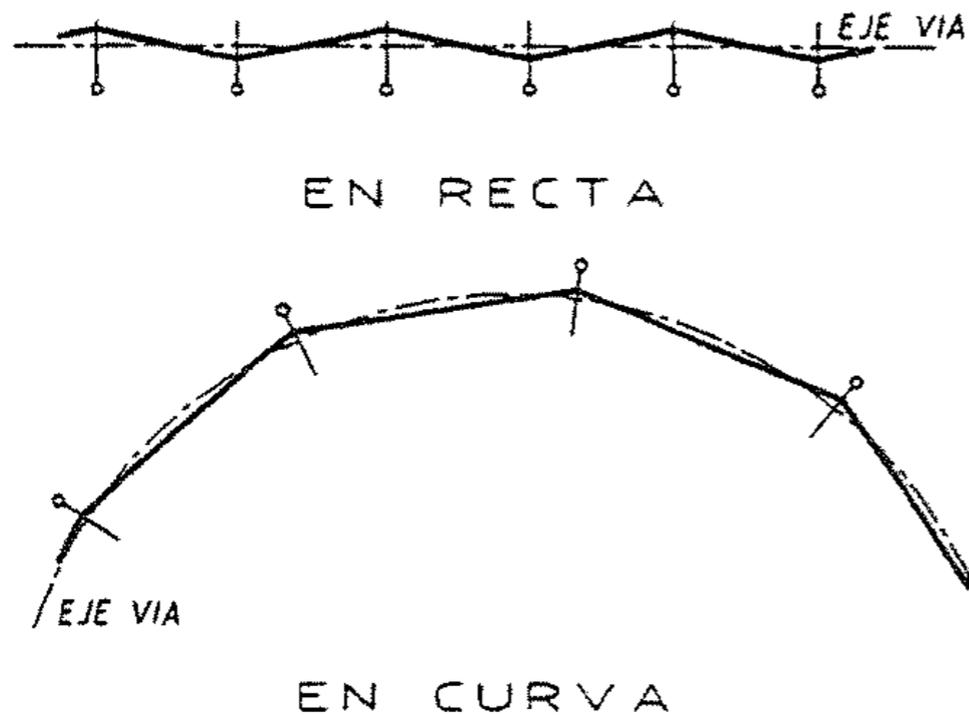
Electrificación

- Por último, existen líneas donde se emplea el denominado **tercer carril**. Esta solución consiste en disponer de un carril paralelo a la vía y a una altura cercana al suelo que, mediante contacto por medio de rozadores bajo el tren, suministra la energía.
- Esta idea surgió en el metro de Londres cuando llegó la electricidad al ferrocarril, debido a la inexistencia de gálibo para instalar la alimentación en la parte superior, siendo la única alternativa disponerlo en la parte inferior del túnel.
- Existen diferentes tipos de contacto entre el carril y el tren. Su uso no es aconsejable en cuanto a que supone un **riesgo grave de electrocución para los usuarios** ante caídas accidentales en la vía, exposición mayor a inundaciones e incompatibilidad con cualquier toma de corriente superior que pudiera existir en otros tramos, por lo que se restringe a aquellos casos en los que no sea posible ubicar la distribución en la parte superior del túnel.



Electrificación

- El **pantógrafo** capta la corriente de la línea. Está fijo en el techo de la locomotora y/o coches y aislado de la misma gracias a unos aisladores de porcelana.
- La fuerza que ejerce el pantógrafo sobre el hilo de contacto es importante (300-400 N).
- Para evitar el desgaste localizado en las pletinas, la catenaria se implanta según un zig-zag respecto al eje de la vía.



Electrificación

