

ELECTRIFICACIÓN CON CATENARIA CR-220

Emilio Jalón Jalón

*Jefe Servicio de Construcción de la 2ª Jefatura
de Construcción de Infraestructuras Ferroviarias
Secretaría de Estado de Infraestructuras y Transportes.
MINISTERIO DE FOMENTO
Plaza de los Sagrados Corazones, 7
28036-MADRID
Tlfno.: 91 563.59.57*

RESUMEN

La incorporación paulatina de la catenaria para 220 Km/h. CR.220, dentro del triángulo Madrid-Barcelona-Valencia, ha logrado mejorar notablemente las prestaciones de esta línea ferroviaria, aumentando las velocidades medias del transporte y no solo de las nuevas Ramas AVE recientemente puestas en circulación, sino también de las demás gamas de trenes como: Intercitys, Regionales, Mercancías, etc., que se han visto a su vez consecuentemente beneficiadas con la puesta en servicio de las nuevas instalaciones. Evidentemente este proceso no habría sido posible sin las obras de mejora de los nuevos trazados y señalización que se han ejecutado paralelamente al cambio de catenaria.

En cuanto a lo que se refiere al diseño de la CR-220, se ha partido de las siguientes premisas:

- Catenaria compatible con las distintas gamas de trenes que circulan actualmente.
- Alimentación a 3000 V en corriente continua.
- Mantenimiento, dentro de lo posible, de materiales ya incorporados en electrificaciones tradicionales.



Así sobre la base de estas consideraciones y fruto de estudios y pruebas que se han estado realizando desde los años 80, se ha llegado al resultado siguiente:

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SISTEMA

1.1. ESTRUCTURA DE LA CATENARIA

La línea aérea de contacto se proyecta como una catenaria simple poligonal atirantada, formada por un sustentador suspendido y dos hilos de contacto. Lleva feeder positivo de acompañamiento.

1.2. TENSIÓN DE ALIMENTACION

El sistema de alimentación de la nueva catenaria es la actual de RENFE, es decir, corriente continua a una tensión nominal de 3000 V., y cumplirá la norma UIC-600-OR. Tensión máxima 3600 V y tensión mínima 2000 V, si bien por diseño la tensión mínima no será inferior a 2660 V.

1.3. VELOCIDAD DE DISEÑO

La catenaria se proyecta para una velocidad comercial máxima de 220 Km/h. teniendo que cumplir todas las características exigidas, en pruebas, a 220 Km/h. + 10%.

1.4. GEOMETRÍA DEL SISTEMA

Altura del sistema

La catenaria tendrá una altura (distancia entre sustentador e hilos de contacto en el apoyo) uniforme de 1.400 mm. En los equipos de vía general.

Esta altura, el sistema permite variarla desde 600 mm. hasta 2.500 mm. de una forma continua.

En los seccionamientos de cantón en ejes y semiejes, se utilizan alturas de 1.200 y 1.600 mm. respectivamente en ambas catenarias, así como en los perfiles de agujas con dos ménsulas.



En los seccionamientos de aire, con el fin de dar mayor separación a las dos tensiones se emplean altura de 1.200 y 1.800 mm. respectivamente, y en los perfiles con tres ménsulas se emplean alturas de 1.200, 1.600 y 2.000 mm. pudiendo variarse alguna de estas alturas en función de los distintos regímenes eléctricos de las catenarias que apoyan en las ménsulas.

Altura de los hilos de contacto.

La altura de los hilos de contacto es de 5,30 m. respecto del plano de rodadura medio. Dicha altura se reduce a la mínima admisible (4,90 m.) en los pasos superiores cuya altura libre disponible no permita situar los hilos de contacto a 5,30 m. del plano de rodadura medio (P.R.M.).

Vano de separación entre postes.

El vano nominal del sistema es de 60 m. en recta, siendo los vanos en curva tales que la flecha máxima de la curva entre apoyos sea inferior a 0,30 m.

La diferencia entre vanos contiguos no será mayor de 15 m.

Descentramiento.

En recta ± 20 cm. en todos los apoyos.

En curva + 20 cm. en el exterior de la curva y -20 como máximo en el centro.

El descentramiento se realiza mediante brazos del tipo B-15, B-16 y B-17, con sistema de giro Cardan y tubo de atirantado.

Se utilizan dos brazos tanto en recta como en curva.

Flecha inicial del H.C.

Los hilos de contacto, en posición estática y en el centro del vano, tendrán una flecha sensiblemente igual a 0,6 por mil de la longitud del vano.

Pendiente del hilo de contacto

La pendiente máxima, impuesta por la presencia de un obstáculo excepcional, será inferior al 1 por mil y al 0,5 por mil en las transiciones.



Cantón de compensación

La longitud máxima del cantón de compensación es de 1.600 m. (no siendo aconsejable los 1.400 m.) con compensación de cada lado y punto fijo en la mitad del cantón.

En caso de cantones de seccionamientos inferiores a 600 m., las compensaciones se realizan en 4 vanos.

Gálbo

La distancia nominal entre eje de vía y eje de poste es de 3 m.

1.5. CONDICIONES AMBIENTALES DE FUNCIONAMIENTO

El sistema se proyecta, para su correcto funcionamiento, con las condiciones ambientales siguientes:

- Temperatura mínima ambiental:..... -15° C
- Temperatura máxima ambiental:..... 45° C
- Temperatura máxima en conductores:..... 80° C
- Velocidad máxima del viento:..... 120 Km/h.
- Espesor máximo del manguito de hielo $h < 1000$ m. $180 \sqrt{\varnothing^2}$
- Espesor máximo del manguito de hielo $h \geq 1000$ m. $360 \sqrt{\varnothing^2}$

1.6. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES

Macizos y Postes

Los macizos y postes son los normalizados por RENFE.

Los postes se montan con su cara anterior vertical, de forma que el eje que une los puntos de giro de la ménsula y del tirante sea vertical.



El tipo de poste empleado en los semiejes y perfiles con dos ménsulas es el denominado XR3C, que está formado por una sección cerrada y cuyo comportamiento es mejor que el del poste XR3.

Ménsulas

Las ménsulas propuestas son conjuntos triangulados formados por un tubo de acero galvanizado a fuego de 60,3 mm. de diámetro, aislado por su base con un aislador de porcelana A-40 y por un tirante de redondo de acero galvanizado de 18 mm. de diámetro equipado con un tensor de regulación y aislado en un extremo mediante un aislador RT-51 Motor.

Las ménsulas se calculan individualmente mediante un programa de ordenador y se envían premontadas a la obra para evitar la inventiva de los operarios.

Suspensiones

La suspensión del sustentador en la ménsula no precisa ningún aislamiento puesto que la ménsula está aislada. La suspensión se efectúa mediante una pinza de bronce.

Esta suspensión es la misma tanto en vía general como en seccionamientos, agujas, etc.

Atirantados

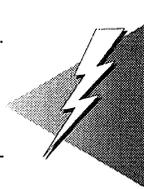
Los atirantados están formados por un tubo soporte, un pendolón de regulación del brazo, un conjunto de giro Cardan y un brazo de atirantado para cada hilo de contacto.

Este tipo de atirantado:

- permite cualquier descentramiento de atirantado entre -60 y +90 cm., cuestión muy importante en seccionamientos y agujas, sobre todo en curva.
- permite fijar exactamente por cálculo la posición correcta de la sujeción del brazo, de modo que el brazo esté en equilibrio.

Aisladores de Sección

La catenaria adoptada tiene soluciones, en la mayor parte de los casos, para evitar aisladores de sección. No obstante en vías secundarias de baja velocidad puede ser más conveniente, desde el punto de vista económico, y no afectando a la seguridad de la instalación, el empleo de aisladores de sección de 1 hilo de contacto del tipo Cn8-1 y en



el caso de necesidad del Cn8-2. En ningún caso se emplearán aisladores de sección en vías de circulación, siendo factible sustituirlos por seccionamientos de aire.

Con la catenaria Cr-220 es posible esta sustitución en cambios de tg.11.

Hilos de contacto

Los hilos de contacto, son dos hilos de cobre de 150 mm² de sección.

Este hilo de contacto, a la temperatura ambiente de 45° C, y cuando ha sufrido ya un desgaste del 30%, admite una intensidad de 438 amperios permanentemente sin que su temperatura aumente por encima de los 80° C.

El hilo de contacto de cobre tiene mayor alargamiento con el tiempo que las aleaciones de cobre, pero si en el montaje se le da un sobretense de un 50% durante 3 días, se produce en ese tiempo el 90% del alargamiento total, resultando inapreciable el alargamiento posterior.

Las características de este hilo son:

- | | | |
|--------------------------|---|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Tipo: | Ranurado Cu 150 mm ² |
| <input type="checkbox"/> | Norma: | RENFE 03.354.002.2 |
| <input type="checkbox"/> | Sección: | 150 mm ² |
| <input type="checkbox"/> | Carga de rotura mínima: | 53,7 KN |
| <input type="checkbox"/> | Tensión: | 20,0 KN |
| <input type="checkbox"/> | Coeficiente de seguridad: | 2,685 |
| <input type="checkbox"/> | Peso por metro: | 1,335 Kg./m. |
| <input type="checkbox"/> | Corriente permanente admisible a 80° C: ... | 438 A |
| <input type="checkbox"/> | Densidad de corriente: | 4,18 A/mm ² |



Los hilos de contacto se montan de acuerdo con las reglas del arte, con una tensión mínima que impida la formación de cocas y sin empalmes, de modo que la longitud de las bobinas se pedirá de acuerdo con la longitud de seccionamientos.

El amarre de los contactos se efectúa con preformados de dos hilos de acero inoxidable que garantice que el alargamiento, y por tanto el esfuerzo de ambos hilos sea el mismo.

Sustentador

El sustentador es de cable de cobre de 184 mm^2 formado por 45 hilos de 2,3 mm. de diámetro.

Su carga de rotura es de 71,4 KN y su tensión de 25 KN, con un coeficiente de seguridad de 2,85.

El peso por metro es de 1.700 Kg/m. y su corriente permanente admisible a 80° C . es de 609 A. con una densidad de corriente de 3,31 A/mm.

El sustentador se tiende con poleas encasquilladas para facilitar su tense y con una tensión que impida el roce del cable sobre el suelo. Se emplea un empalme giratorio en la cola de tense para eliminar el vicio del cable.

Antes de colgar el contacto deberá mantenerse el sustentador sobre los contrapesos y en las poleas con su tensión final de 25 KN durante dos días al menos, y después de haberle montado el punto fijo.



Feeder

Dado que el estudio de potencias determina una sección de cobre de 699 mm^2 y teniendo en cuenta que la catenaria propuesta tiene una sección de 484 mm^2 , se montará un feeder de 225 mm^2 , cable normalizado de RENFE para feeder, lo que nos dará una sección total de 709 mm^2 .

La tensión de tendido del feeder a 15° C es de 890 kg.

Péndolas

Las péndolas a emplear son de trenza redonda de cobre esttraflexible de 25 mm^2 y se montan péndolas independientes para cada hilo. Las péndolas llevan contacto eléctrico rígido con sustentador e hilo de contacto y hacen que sustentador y contacto sean equipotenciales y por tanto que haya un reparto continuo de corriente a través de las péndolas.

El cálculo de las péndolas debe hacerse cuidadosamente e individualizando cada vano en función de su longitud (precisión mayor de un 0,5%. Se aconseja tabular de 20 en 20 cm.), de altura de la catenaria correspondiente y de la elevación y flecha de los hilos.

Las péndolas se calculan para que el hilo de contacto presenta una flecha en el centro del vano igual al 0,6 por mil de la longitud del mismo.

Si en algún vano se detecta que una péndola queda sin carga, excepto en las elevaciones, se revisará la medida del vano y la colocación del atirantado.

Equipos de compensación

Los equipos de compensación son los experimentados en la CR-220 y en la CRT-200, es decir de poleas de relación 1:5.

Seccionamientos

Los seccionamientos se efectúan en 4 vanos con eje y los cantones de compensación pueden ejecutarse en la CR-220 hasta de 1600 m., siendo aconsejable quedar siempre por debajo de 1.400 m., particularmente en casos de fuertes pendientes o muchas curvas.

Puntos fijos

Los puntos fijos se montan con cable de acero de 72 mm². Y aisladores de vidrio E-100 homologados por RENFE.

Agujas

Las agujas se montan de modo que la aguja no exista para el pantógrafo que circula por la vía general, y únicamente la detecte el pantógrafo de la secundaria.

El punto en que deben montarse estas agujas, si bien normalmente es el punto 90 del cambio, está en función de los peraltes de general y desviada y requiere un estudio individualizado de cada caso, para conseguir el efecto descrito anteriormente.

En algunos casos, puede ser necesario la adición de una catenaria auxiliar, por lo que no es posible generalizar y dar una norma fija de como montar la aguja, y sí únicamente el resultado que se debe conseguir.

Cable de guarda

Todos los postes y estructuras metálicas de soporte de la catenaria deben ir conectados mediante un cable de guarda de aluminio-acero LA-110.



La altura y tensión del cable se determinará en función de las máximas flechas de feeder y cable de guarda de modo que la distancia mínima entre ambos cables en las situaciones extremas nunca sea inferior a 50 cm.

La tensión de tendido a 15° C. será de 500 kg.

La distancia vertical en el apoyo entre cable de guarda y feeder es como mínimo de 1,30 m.

Seccionadores

Los seccionadores que se emplean son de 3.150 A. con telemando desde la estación más próxima.

Pararrayos

Se utilizan los pararrayos de antenas de doble aislamiento actualmente homologados por RENFE.

Tomas de Tierra

Se montan tomas de tierra para el cable de guarda en los finales de cable y cada 3 km. Como mínimo. También se monta una toma de tierra para cada pararrayos y para cada caja de mando seccionador motorizado.

Las tomas de tierra deben tener una resistencia de difusión inferior a 10 Ohmios.

Descargadores de intervalo

En las estructuras metálicas próximas a la catenaria, con posibilidad de contactos, bien fortuitos o intencionados, con la misma se montará un descargador de intervalo polarizado de tensión de disparo 50 V.

Protección

Las protecciones que se instalan en esta catenaria para protección de la instalación y del personal de explotación y mantenimiento, así como usuarios del ferrocarril, son las siguientes:

- Cable de guarda puesto a tierra cada km. Máximo, que asegura que los postes estarán a una tensión próxima a tierra y por tanto, en condiciones normales, no habrá perforaciones de aisladores ni accidentes del personal.



- Pararrayos, que aseguran que una sobretensión es conducida rápidamente a tierra y por tanto no habrá perforaciones de aisladores. La toma de tierra directa de los pararrayos asegura que esta sobretensión no se transmite a lo largo de la línea, evitando de este modo posibles accidentes.

- Descargadores de intervalo, que aseguran que las estructuras de marquesinas, u otras próximas, no pueden alcanzar tensiones peligrosas para los viajeros por contactos fortuitos o intencionados de la catenaria con dichas estructuras.

