







---

**ÍNDICE**

<b>1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. SOLUCIÓN PROPUESTA .....</b>	<b>1</b>
<b>3. TIPOLOGÍA DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO .....</b>	<b>1</b>
3.1. Características generales del sistema .....	1
3.2. Elementos de sustentación: Cimentaciones, postes y pórticos.....	5
3.3. Ménsulas .....	5
3.4. Equipos de compensación.....	6
3.5. Seccionamientos de compensación .....	6

## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

Aunque en la actualidad la línea de ferrocarril convencional 530 Monfragüe-Plasencia se encuentra sin electrificar, la prevista electrificación de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Extremadura hace conveniente que se considere necesario prever igualmente la electrificación del ramal Madrid – Plasencia objeto del presente Estudio Informativo con una catenaria equivalente a la prevista para la totalidad de la línea, de forma compatible con las previsiones en la planificación ferroviaria de la red.

Así, si bien la puesta en servicio del ramal se podría considerar sin electrificar utilizando el material móvil actual, en caso de que se dote a la nueva infraestructura de su correspondiente electrificación, se debería tener en cuenta adicionalmente la electrificación de la línea actual desde Monfragüe.

Es por esto que en este Anejo se pasan a describir las actuaciones necesarias para la Electrificación de las alternativas del ramal de conexión objeto de este Estudio.

## 2. SOLUCIÓN PROPUESTA

Desde el punto de vista de la Electrificación, incluida en el Subsistema Energía, se propone la electrificación del nuevo ramal de conexión, considerando las dos alternativas de vía propuestas en este Estudio Informativo, de las que cabe destacar que no habría diferencias significativas más allá de las derivadas de su geometría de vía adoptada.

Para la electrificación, se propone la instalación de un sistema de catenaria flexible del tipo Adif C-350 compuesto por:

- Catenaria propiamente dicha: formada por un cable sustentador, un hilo de contacto, falso sustentador o péndola en 'Y' y péndolas equipotenciales.
- Elementos de sustentación: cimentaciones, ménsulas, postes y pórticos
- Elementos de conexión: seccionadores, cables

- Circuito de retorno
- Protecciones

Este tipo de instalación está preparado para la electrificación de líneas de ferrocarril mediante sistemas de electrificación en 25 kV ca del tipo 2x25 en línea con lo requerido por Adif AV en sus estándares actuales.

La catenaria propuesta, es simple, poligonal, atirantada y compensada mecánicamente tanto para el cable sustentador como el hilo de contacto.

La tipología C-350 emplea macizos de cimentación de tipo cilíndrico, con armaduras de acero corrugado para armado y fijación compuestos por perfiles laminados tipo UPN en paralelo unidos mediante diagonales o chapa metálica y ménsulas trianguladas de tipo tubular.

La catenaria propuesta estará compensada mecánicamente de forma automática de modo que se mantenga la tensión mecánica de los conductores ante un cambio de las condiciones medioambientales mediante sistemas de poleas y contrapesos.

En cuanto a las subestaciones precisas para proporcionar la tensión necesaria, se contará con las ya planificadas en la Línea de Alta velocidad Madrid - Extremadura.

## 3. TIPOLOGÍA DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

### 3.1. Características generales del sistema

#### Características geométricas:

Altura del hilo de contacto nominal	5,3 m
Descentramiento del hilo de contacto:	
Nominal:	+/- 0,2 m
En agujas y seccionamientos:	+/- 0,3m

Altura del sistema:

Vía general	1,40 m
En seccionamiento	1,40 m - Variable
En agujas Variable hasta	2,5 m

Para vanos igual o superiores a 35m:	4 vanos
Para vanos inferiores:	5 vanos

La compensación mecánica se realizará mediante equipos de poleas y contrapesos independientes para el sustentador e hilo de contacto, cuyas relaciones serán las siguientes:

Sustentador:	relación 1:3
Hilo de contacto:	relación 1:5.

Vano

Máximo en vía general	64 m
-----------------------	------

Distancia de colocación de postes entre eje de vía y eje de poste:

Nominal:	3,35m
Mínima (por interferencia con canaleta)	3,15m

Longitud del cantón de compensación máxima 1400 m

En general se procurará que la distancia entre el punto fijo y el equipo de compensación no sea superior a 640m

Separación mínima de catenarias en un seccionamiento de compensación: 200 mm

Separación mínima de catenarias en un seccionamiento de lámina de aire: 450 mm

Número de vanos de un seccionamiento: mayor o igual que 4 (seccionamiento con un eje). En general se adopta:

Catenaria tipo C-350:

Para vanos igual o superiores a 55m:	4 vanos
Para vanos inferiores:	5 vanos

Catenaria con tense reducido (HC a 1575 kg):

**Características dinámicas:**

Velocidad mínima de propagación de las ondas mecánicas: 550 km/h

Factor Doppler: mínimo 0,17 para una velocidad de 300 km/h

Factor de reflexión máximo: 0,4

Factor de amplificación máximo: 2,3

Fuerza de contacto:

Mínima: Positiva

Máxima: 350 N

Aislamiento eléctrico:

Distancia de aislamiento entre partes en tensión

Tensión	Distancia en el aire recomendadas	
	Estática	Dinámica
25 kV ca	270 mm	150 mm

**Características de los aisladores**

Los aisladores podrán ser de vidrio, de porcelana o de composites. En cada uno de los casos los aisladores deberán haber sido probados en todos los aspectos de acuerdo con cada norma aplicable.

**Características de los conductores**

La composición de la catenaria es la siguiente:

- Hilo de contacto

Norma: .....	EN 50149
Designación del material: .....	150 Cu-Mg 0.5
Sección transversal: .....	150 mm <sup>2</sup>
Ranura de fijación: .....	Type B
Resistividad máxima: .....	2,778·10 <sup>-8</sup> Ω·m
Resistencia máxima a 20 °C: .....	0,191 Ω/km
Peso mínimo: .....	12.671,4 N/km
Peso máximo: .....	13.465,2 N/km
Fuerza tensora mínima: .....	470 N/ mm <sup>2</sup>
Carga de rotura mínima: .....	68,4 kN (calculada en área mínima de sección transversal)
Tensión nominal: .....	3150 kg (30,90 kN)

Esta tensión nominal del hilo de contacto se reducirá a 1575 kg (15,45 kN) para catenarias con velocidad de paso igual o inferior a 160 km/h.

- Sustentador

Norma: .....	UNE 207015
Designación del material: .....	C 95
Material: .....	Cobre electrolítico
Sección transversal: .....	94,8 mm <sup>2</sup>
Composición: .....	1x19 hilos (ϕ = 2,52 mm cada hilo)
Diámetro aparente: .....	12,60 mm
Resistencia máxima a 20 °C: .....	0,196 Ω/km
Peso: .....	8.467,2 N/km
Carga de rotura mínima: .....	35,25 kN
Tensión nominal de trabajo: .....	5,45 kN

- ϕPéndolas

Designación: .....	Bronce Bz II 16 mm <sup>2</sup>
Norma: .....	DIN 43138
Sección: .....	16 mm <sup>2</sup>
Composición: .....	84 hilos trenzados entre sí (ϕ = 0,5 mm)
Peso por metro: .....	0,162 kg/m

• Péndolas “Y” o falso sustentador		Fuerza tensora: .....	43,17 kN
Tipo: .....	Bronce Bz II 35 mm <sup>2</sup>	Resistencia eléctrica: .....	0,3067 Ω/km at 20 °C
Norma: .....	DIN 48201 parte 2	• Feeder de -25 kV	
Sección transversal: .....	35 mm <sup>2</sup>	Norma: .....	EN 50182
Carga de rotura mínima: .....	20,17 kN	Designación del material: .....	242-AL1/39-ST1A (anteriormente LA 280)
Fuerza tensora: .....	25 a 50% de la tensión del sustentador, normalmente 3,5 kN	Composición: .....	30+7
Masa: .....	0,31 kg/m	Sección del aluminio: .....	241,6 mm <sup>2</sup>
Composición: .....	1x7 (Ø =2,5 mm)	Sección del acero: .....	39,5 mm <sup>2</sup>
Corriente permitida de trabajo: .....	160 A	Sección total: .....	281,1 mm <sup>2</sup>
• Cable de retorno		Diámetro: .....	21.8 mm
Norma: .....	EN 50182	Peso: .....	9.566,76 N/km
Designación del material: .....	94-AL1/22-ST1A (anteriormente LA 110)	Fuerza tensora: .....	84,89 kN
Composición: .....	30+7	Resistencia eléctrica: .....	0,1195 Ω/km at 20 °C
Sección del aluminio: .....	94,2 mm <sup>2</sup>	• Cable de conexión	
Sección del acero: .....	22,0 mm <sup>2</sup>	Tipo: .....	Cu 95
Sección total: .....	116,2 mm <sup>2</sup>	Material: .....	Cu - ETP
Diámetro: .....	14,0 mm	Norma: .....	DIN 43.138
Peso .....	4.238,5 N/km	Sección nominal: .....	95 mm <sup>2</sup>



Composición: ..... 269x0,7 mm

Peso por metro: ..... 0,935 kg/m

Corriente permitida de trabajo: ..... 420 - 460 A

### 3.2. Elementos de sustentación: Cimentaciones, postes y pórticos

#### Cimentaciones

Los macizos de cimentación para los postes de catenaria serán de hormigón armado de tipo cilíndrico.

El hormigón a emplear será tipo Hormigón para armar HA-25/B/20/IIa (norma EHE) con los aditivos necesarios por condiciones especiales o agresividad del terreno tales como terrenos sulfurosos etc.

Las armaduras serán de acero corrugado para armar, tipo B500S (norma EHE).

El tipo de cimentación dependerá del tipo de poste a emplear y de las características y capacidad de carga del terreno, donde se realice la cimentación.

#### Postes

Los postes a utilizar para sustentar las catenarias serán de acero S275JR (UNE EN 10025) galvanizado.

Los postes están compuestos por dos perfiles laminados tipo UPN en paralelo unidos mediante diagonales (postes abiertos) o cerrados con chapa metálica formando un cajón rectangular (postes cerrados). Los postes cerrados se emplean donde éstos puedan estar sometidos a esfuerzos de torsión (como es el caso de semiejes y elevaciones en agujas)

Los tipos de poste a utilizar serán los siguientes:

Denominación	Aplicación
X-2AV	Poste con una ménsula en vía general / Poste para seccionadores
X-3AV	Poste para punto fijo ó anclaje de punto fijo o anclaje de un cable
X-3AV	Poste para Acometidas (PCA'S, PICV'S, BTS, CT, Calefacción de Agujas y Alumbrado de túnel)
XL-4AV	Poste para anclaje de una catenaria.
XC-4AV	Poste para semieje de seccionamiento o elevación de aguja.
X-4AV	Poste para eje de seccionamiento o dos catenarias.
XC-5AV	Poste con triple ménsula con semieje de seccionamiento o elevación de aguja.
XCL-4AV	Poste con eje de seccionamiento o elevación de aguja y anclaje de una catenaria.
XCL-5AV	Poste con triple ménsula con semieje de seccionamiento o elevación de aguja y anclaje de catenaria.
XL-7AV	Poste para Acometidas a edificios técnicos.
XL-7AV	Poste para pórticos rígidos autoportantes.
XLLP-7AV	Acometidas ATF'S, ATI'S y Subestaciones.
XLLP-9AV	Poste para pórticos rígidos con tirantes.

### 3.3. Ménsulas

Las ménsulas serán del tipo tubular trianguladas estando formado el cuerpo de la ménsula por dos tubos (cuerpo y tirante) que se refuerzan en ciertos casos con tubos diagonales y se compondrán de:

- Tubo de cuerpo de ménsula.
- Tirante tubo de ménsula.
- Tubo diagonal en caso necesario (generalmente en semiejes).
- Tubo estabilizador de atirantado.

- Péndola soporte tubo estabilizador de atirantado.
- Aislador de cuerpo de ménsula.
- Aislador de tirante de ménsula.
- Suspensión.
- Rótula de giro de tirante.
- Rótula de giro de tubo cuerpo de ménsula.

El material de las ménsulas deberá ser:

Elemento	Material
Tubos de ménsula.	Aleación de aluminio.
Brazo de atirantado (tubo).	Aleación de aluminio de alta resistencia.
Tornillos, pasadores, pernos, abrazaderas, tuercas, arandelas.	Acero inoxidable.
Piezas de unión de los componentes del conjunto de ménsula, rótulos, herrajes, etc.	De fundición de aleación de aluminio.
Tubo tirante de ménsula.	Aleación de aluminio.
Tubo diagonal.	Aleación de aluminio.
Suspensión tipo apoyada.	Aleación de Al con placas bimetálicas Al-Cu, bronce o similar.
Suspensión tipo grapa suspendida.	Al con placa bimetálica, bronce o similar con almohadilla protectora para el cable.
Péndola soporte tubo estabilizador de atirantado.	En caso de ser cable, esta será de acero inoxidable. Si es rígido de tubo será de aleación de aluminio.
Aislador de cuerpo de ménsula.	Composite, vidrio o cerámico, sin herrajes internos.
Aislador de tirante de ménsula.	Composite, vidrio o cerámico, sin herrajes internos.

### 3.4. Equipos de compensación

La catenaria a instalar estará compensada mecánicamente de forma automática de modo que se mantenga la tensión mecánica de los conductores ante un cambio de las condiciones medioambientales, principalmente la temperatura.

### 3.5. Seccionamientos de compensación

Los seccionamientos de compensación se proyectan en cuatro o más vanos (un eje al menos), produciéndose la transición en el eje o entre ejes del seccionamiento.

La altura de la catenaria en los seccionamientos varía para impedir que una de las catenarias intercepte a la otra.

Las alturas proyectadas son las siguientes:

En seccionamiento en vía general 1,40 - 2,30 m

Las conexiones eléctricas en los seccionamientos se realizarán en ambos extremos, de acuerdo a los planos de proyecto. En las dobles ménsulas en los semiejes o equipos de elevación se instalará una conexión eléctrica de modo que no exista diferencia de potencial entre ambas.

En los seccionamientos aislados solamente permanecerán aisladas entre sí las ménsulas de los ejes del seccionamiento, manteniendo las distancias correspondientes.

Los aislamientos intermedios se instalarán en el vano de elevación, lo más cerca posible del equipo de hilo elevado que permita el montaje.

Los seccionamientos aislados estarán ubicados de forma que no interfieran con el funcionamiento del sistema de señalización de modo que se evite su ubicación en los puntos posibles de parada.