

**ANEJO Nº 12.
ELECTRIFICACIÓN
DE VÍA**

ÍNDICE

1. OBJETO Y ALCANCE DE LOS TRABAJOS..... 2

2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL 4

3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA..... 5

4. CARACTERÍSTICAS DE LA CATENARIA 7

 4.1. ESTRUCTURA DE LA CATENARIA..... 7

 4.2. GEOMETRÍA DEL SISTEMA DE CATENARIA CONVENCIONAL 7

5. MATERIALES..... 11

 5.1. OBRA CIVIL..... 11

 5.2. DEMOLICIÓN DE MACIZOS..... 11

 5.3. POSTES..... 11

 5.4. MÉNSULAS..... 11

 5.5. SUSENSIONES..... 12

 5.6. ATIRANTADOS 13

 5.7. VISERAS 13

 5.8. CABLE GUARDA 13

 5.9. CATENARIA 13

 5.10. PÉNDOLAS 14

 5.11. AGUJAS CRUZADAS..... 14

 5.12. SECCIONAMIENTOS..... 14

 5.13. EQUIPOS DE COMPENSACIÓN..... 14

 5.14. TIRANTES DE ANCLAJE 14

 5.15. AMARRES DE ANCLAJE 14

 5.16. PUNTOS FIJOS 15

 5.17. ALIMENTACIONES 15

 5.18. PROTECCIONES..... 15

 5.19. CIRCUITOS DE RETORNO Y EMPALMES 16

 5.20. DESMONTAJES 16

1. OBJETO Y ALCANCE DE LOS TRABAJOS

El presente anejo tiene por objeto definir las actuaciones a realizar en las instalaciones de electrificación en el Proyecto de construcción del Túnel de Aginaga del tramo Aia-Orio y Usurbil, de la línea férrea Bilbao – Donostia de Euskal Trenbide Sarea. Asimismo, y debido a la afección de la catenaria del tramo mencionado, se efectuará la modernización y compensación de tal manera que se consiga disponer de un sistema de electrificación adaptado a las exigencias técnicas y de explotación de la compañía.

Las obras, relativas a electrificación, que comprenden el Proyecto son:

1. Replanteo de postes y soportes de catenaria a lo largo del trazado. Se montarán nuevos postes X3 en la zona de la entrada y salida del nuevo túnel. Los postes actuales serán todos desmontados a excepción de los postes de los seccionamientos de inicio y fin del tramo afectado. En interior del nuevo túnel se anclarán los equipos de atirantado exterior directamente a la bóveda del túnel, y se instalarán soportes de ménsula central (SMC) para los equipos de atirantado interior.
2. Instalación de ménsulas giratorias en exterior y de silletas de atirantado en interior de túnel.
3. Tendido de catenaria convencional, constituida por sustentador de cobre 153 mm² y dos hilos de contacto de 107 mm².
4. Instalación de seccionamientos en interior de túnel con compensación mediante sistema de resortes tipo TENSOREX.
5. Montaje de puntos fijos. La longitud máxima de un cantón de compensación será de 1.000 m, proyectándose puntos fijos en el centro de los cantones mayores de 500 m.
6. Construcción de macizos de anclaje y montaje de los conjuntos de anclaje y de las colas de anclaje para compensación.
7. Montaje de descargadores de antenas.
8. Colocación de viseras de protección en las bocas del túnel.

9. Desmontaje de los equipos que queden fuera de servicio.

10. Demolición de los macizos que queden fuera de uso.

Durante las diferentes fases de obra se realizarán las actuaciones necesarias en la catenaria para garantizar el correcto funcionamiento del sistema (anclajes provisionales, puestas a tierra, aislamientos, etc.)

Todos los materiales y la ejecución de las obras estarán acordes a las normas y especificaciones técnicas de ETS/ADIF. Todos los equipos serán de modelos homologados.

2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente, el tramo objeto del proyecto es de vía única y está comprendido entre el seccionamiento de compensación del P.K. 92+948, ubicado en el término municipal de Aia-Orio, y el seccionamiento de compensación del P.K. 96+236 (kilometración actual) situado en el término municipal de Usurbil.

La electrificación está realizada con catenaria convencional tipo CR-160, constituida por sustentador de cobre 153 mm² y dos hilos de contacto de 107 mm², de tipo poligonal con compensación conjunta, soportada por postes tipo X3.

La catenaria está alimentada a 1500 V en corriente continua.

El trazado consta de 3 cantones de longitudes ligeramente inferiores a 1000 metros con seccionamientos intermedios.

3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

El proyecto tiene su inicio en el seccionamiento de lámina de aire antes del nuevo túnel (P.K. 92+948) y finaliza en el seccionamiento de lámina de aire después del nuevo túnel (P.K. 96+236 en numeración actual y 94+842 en la nueva).

No obstante, la conexión con la vía actual comienza en el P.K. 93+166 y finaliza en el P.K. 96+193 (P.K. 94+751 en la nueva numeración), por lo que el tramo de vía afectada se acota en 1,585 km.

El tramo afectado en el proyecto es de vía única que se bifurca en doble vía a la entrada del túnel con un punto de aguja en el P.K. 93+300. En el túnel el trazado es de doble vía hasta que convergen de nuevo en vía única a la salida del túnel con un punto de aguja situado en el P.K.94+680.

- Vía a cielo abierto:

Antes del nuevo túnel	desde el P.K. 92+948 hasta el P.K. 93+306
Después del nuevo túnel	desde el P.K. 94+635 hasta el P.K. 94+842

- Vía en túnel:

desde el P.K. 93+306 hasta el P.K. 94+635

La vía doble comienza en la junta de contraaguja del PK 93+289, y termina en la del PK 94+703.

La catenaria que se instalará será convencional, constituida por sustentador de cobre 153 mm² y dos hilos de contacto de 107 mm², de tipo poligonal atirantada.

La electrificación realizada en el trazado de actuación se ha llevado a cabo de forma distinta según el tramo considerado, tal y como aparece en las secciones tipo que incluyen los planos de proyecto:

- En túnel, el trazado discurre en vía doble. La electrificación de este tramo se realiza por medio de silletas de ménsula central SMC ancladas al centro de la bóveda del túnel, y con conjuntos de atirantado en túnel.

- A cielo abierto. La electrificación se realiza por medio de postes X3 situados a 2,5 metros de distancia entre el eje del poste y el eje de la vía con una sola ménsula. Salvo en los seccionamientos, en los que se sitúan dos ménsulas independientes para cada vía.

A lo largo del trazado se instalarán 4 seccionamientos de compensación en interior de túnel (2 en cada vía). Además, dos seccionamientos de lámina de aire delimitarán el trazado de actuación del

proyecto, uno al inicio y otro al final (P.K. 92+948 y P.K. 94+842). Sobre estos seccionamientos no se realizarán actuaciones.

Adicionalmente, se sustituirán los seccionadores manuales actuales de los P.K.s 92+272 (C3-ZN bis a SC3-ZN bis) y 97+778 (C1-ZN a SC1-ZN) por seccionadores motorizados y se instalará un nuevo seccionador motorizado en el P.K. 97 aproximadamente (SC1-ZN bis).

En el interior del túnel se instalarán equipos de ventilación en el centro de la bóveda, que deberán situarse de forma que se garantice la compatibilidad con los equipos de catenaria SMC anclados en el centro del túnel, de acuerdo con el replanteo previsto y mostrado en planos.

4. CARACTERÍSTICAS DE LA CATENARIA

4.1. ESTRUCTURA DE LA CATENARIA

La línea aérea de contacto será una catenaria simple poligonal atirantada en todos los puntos de suspensión, formada por un sustentador apoyado de cobre de 153 mm² y dos hilos de contacto de 107 mm² para vía general.

El sistema de alimentación de la catenaria será corriente continua a tensión nominal de 1.500 V.

4.2. GEOMETRÍA DEL SISTEMA DE CATENARIA CONVENCIONAL

- Altura de los hilos de contacto sobre el plano de rodadura medio estará entre una altura nominal del sistema de 4,7 m. y de 5 m y excepcionalmente la altura mínima permitida será de 4,30 m. Así, en el tramo del túnel la altura de los hilos de contacto sobre el plano de rodadura medio será de 4,30 m.
- Altura del sistema: la altura nominal del sistema es de 1,40 m., siendo variable en el tramo del túnel. Los valores nominales y las tolerancias admitidas, según los casos, son los recogidos en la tabla siguiente:

Altura Nominal (trayectos y estaciones)	1400 mm
Altura en zonas de gálibo reducido (túneles, pasos superiores, etc.)	853mm
	462mm
	263 mm
Altura máxima en seccionamientos	1400 mm

- Vanos. La separación entre vanos se realizará de acuerdo a las siguientes tablas de máximos, en función del radio y de la altura del sistema de catenaria. La diferencia entre las longitudes de los vanos contiguos no será mayor de 10 m (5 m en agujas):

- Vano máximo según el radio

VANO	CA-160 (Tipos A y C)	CA-160 (Tipo B)
60 m	$R \geq 1500$	$R \geq 1350$
55 m	$1500 > R \geq 1050$	$1350 > R \geq 1000$
50 m	$1050 > R \geq 750$	$1000 > R \geq 700$
45 m	$750 > R \geq 550$	$700 > R \geq 550$
40 m	$550 > R \geq 400$	$550 > R \geq 400$
35 m	$400 > R \geq 300$	$400 > R \geq 300$
30 m	$300 > R \geq 200$	$300 > R \geq 200$
25 m	$200 > R \geq 140$	$200 > R \geq 140$
20 m	$R < 140$	$R < 140$

- Vano máximo según la altura de la catenaria

ALTURA SISTEMA DE CATENARIA	VANO
1400 mm	60 m
853 mm	45 m
462 mm	30 m
263 mm	20 m

- Flecha de los hilos de contacto. La flecha máxima seguirá la fórmula $0,6 \times L$ (mm), siendo L la longitud del vano expresada en metros. En ningún caso será superior a 35 mm.
- Descentramiento. El descentramiento de los hilos de contacto seguirá los criterios de la siguiente tabla:

Recta	+20 cm /- 20 cm
Curva	+20 cm /+ 20 cm (hacia el exterior de la curva) Aplicación a curvas de radio: $R \leq 3050$ m para CA-160 Tipo A y C $R \leq 2500$ m para CA-160 Tipo B

- La pendiente máxima de transición de los hilos de contacto con respecto al plano de rodadura medio será de 2 milésimas y en el vano de transición de 1 milésima. Se efectuarán las menos transiciones posibles.
- Pendolado. Tanto en los tramos a cielo abierto como en las secciones de túnel, las péndolas serán péndolas equipotenciales Co6.
- Gálibo de postes. Es la distancia mínima entre las caras enfrentadas del poste y del carril más próximo a él. El valor nominal y las tolerancias admitidas, según los casos, son los que se recogen en la tabla siguiente:

Alineación	Valor Nominal	Tolerancia	
Recta o curva exterior	1,60	+ 0,10	- 0,10
Curva interior (R>= 300)	1,60	+ 0,10	- 0,05
Curva interior (300 m.>R>150 m.)	1,90	+ 0,20	- 0,05
Curva interior (R<150m.)	2,00	+ 0,20	- 0,05

En situaciones singulares se estará a lo dispuesto en las Normas de Gálibos, o lo que decida la Dirección Facultativa de Obra.

- La longitud máxima del cantón será de 1000 metros. En cantones mayores de 500 metros habrá compensación en ambos anclajes y con un punto fijo a la mitad del cantón. En cantones menores de 500 metros solamente habrá compensación en uno de ellos y el punto fijo se situará al inicio del cantón.
- Seccionamientos. La configuración de cada seccionamiento dependerá de los vanos en los que esté situado, siendo la zona común mínima de 12 m.

Vano \geq 50 m \rightarrow 2 S/E (seccionamiento de 3 vanos).

Vano \leq 50 m \rightarrow 2 S/E y E (seccionamiento de 4 vanos).

La separación entre catenarias en los seccionamientos será de 20 cm salvo en los seccionamientos de lámina de aire o estación que serán de 30 cm.

Se usará el "Sistema Blodi" con poleas tradicionales, que con la propia polea incluye un sistema de bloqueo en caso de corte de contrapesos, evitando la caída de la catenaria.

- Agujas aéreas. Se montarán agujas aéreas cruzadas en el punto 35. Este punto se identifica midiendo la distancia entre los carriles de un mismo lado de las vías que forman la aguja. Las agujas serán cruzadas y se realizarán en el entorno del punto 35, es decir, cuando la distancia citada anteriormente sea de 35 cm. La tolerancia será de + 10 y -7 cm.
- Equipos de compensación mecánica. Una buena sensibilidad de reacción del equipo de regulación de la tensión mecánica, ante dilataciones y contracciones por cambios de temperatura, es imperativo si se desea mantener el perfil de la catenaria dentro de parámetros aceptables. Por ello, y teniendo en cuenta las tensiones diferenciales en sustentador e hilo de contacto se adopta:

Regulación de la tensión mecánica mediante poleas de relación 5/1 y contrapesos.
Compensación conjunta de sustentador e hilo de contacto.

- La tensión mecánica de compensación será de 3.450 kg.

5. MATERIALES

5.1. OBRA CIVIL

Los macizos de catenaria serán los normalizados de ETS/ADIF.

Se emplearán los normalizados, tipo "D" para desmonte, "T" para terraplén y "An" para anclajes.

En concreto se utilizarán los siguientes:

- D4 y T5 Para cimentación de postes.
- AN7 Para puntos de anclaje de agujas, puntos fijos y anclajes de seccionamiento.

Se realizarán anclajes sobre placas en aquellos puntos que resulten imposibles la realización de macizo.

5.2. DEMOLICIÓN DE MACIZOS

Se efectuará la demolición de aquellos macizos señalados en los planos como estructuras a eliminar.

5.3. POSTES

El tipo de poste que se utilizará será el poste denominado X3. Sus características y dimensiones se encuentran indicadas en los Planos y el Pliego. Junto con el poste se suministrarán los herrajes para sujeción de los diferentes cables (feeder, guarda...), así como los aisladores y pinzas correspondientes.

5.4. MÉNSULAS

Se utilizarán ménsulas tipo B1-RT y B2-RT (Conjuntos Ca1RT-TG y Ca10RT-TG, y Ca11RT-TG en cola de anclaje de semiejes y puntos de elevación) con rótula con casquillo autolubricante, tanto en la ménsula como en el tirante, adaptadas a las necesidades de ETS.

El tirante está equipado con un tensor de regulación de longitud, tipo K3c ó equivalente.

El conjunto de tirante giratorio será con rótulas de bronce G2T-S, con tensor para la nivelación de la ménsula.

Los soportes de giro de ménsula y tirante serán del tipo AI21a y AI21b modificados alargando su longitud, como muestran los planos, de manera que puedan ser montados en los postes X3. Por la misma razón se alargarán los contratacones de ménsula K1a en la misma medida. Se procederá de igual forma con los soportes de giro de dos ménsulas o dos tirantes.

Las ménsulas cumplirán la E.T. 03.364.100 y la E.T. 03.364.019.4.

Conjunto de ménsula Ca1-RT-TG

El conjunto de la ménsula para recta con atirantado dentro o en exterior de curva será el Ca1-RT-TG normalizado por ADIF.

Conjunto de ménsula Ca10-RT-TG

El conjunto de la ménsula para recta con atirantado fuera o en interior de curva será el Ca10-RT-TG normalizado por ADIF,

.

Conjunto de ménsula Ca11-RT-TG

El conjunto de la ménsula para recta o en interior de curva, con atirantado fuera o cola de anclaje con tirante a compresión será el Ca11-RT-TG normalizado por ADIF,

Silleta de atirantado en túnel

Incluye todo el material necesario para el soporte y sujeción de un equipo de atirantado en techo del túnel, garantizando su correcto movimiento.

Su fijación al techo del túnel se llevará a cabo mediante cáncamos de expansión y los elementos y accesorios necesarios para su correcto montaje.

5.5. SUSPENSIONES

Se instalarán suspensiones tipo Ca2-1 y Ca4-1, para vía general, en curva y en recta, respectivamente.

Para semiejes y ejes de seccionamiento, así como en puntos de elevación y de aguja se emplearán los conjuntos Ca6-RT.

En túnel se instalarán suspensiones regulables Ca2-1RT-T y Ca4-1RT-T.

Para soporte del cable guarda se emplearán suspensiones del tipo SCT-LA110.

5.6. ATIRANTADOS

Los atirantados serán del tipo Ca7 para recta con atirantado fuera, Ca8 para recta con atirantado dentro, en vía general.

Para curvas se instalarán atirantados tipo Ca27 y Ca28, cuando se trate de equipos instalados sobre postes en exterior de curva e interior, respectivamente.

Se utilizarán Ca7-PA y Ca8-PA en eje de seccionamiento y semiejes y Ca7-PA-Tubo en semiejes (para cola de anclaje).

En el túnel los atirantados serán del tipo Ca27T y Ca28T para atirantado dentro y fuera, respectivamente, tanto en recta como en curvas, al no haber gálibo suficiente para instalar los equipos Ca7-T y Ca8-T de atirantado en recta en interior de túnel empleados habitualmente.

5.7. VISERAS

Las viseras empleadas serán las definidas por la normativa ADIF tipo V14 ó similar, según la configuración particular de cada paso superior o túnel.

5.8. CABLE GUARDA

Se instalará cable guarda de aluminio-acero (LA-110) 116,2 mm² de sección, que se sujetará a los postes mediante eslinga o retención preformada y se anclará cada 3 kilometros.

Se contempla así mismo el ripado del cable de guarda existente desde los postes antiguos a los postes nuevos, con sus conjuntos de anclaje correspondientes.

5.9. CATENARIA

La catenaria en vía general estará compuesta por:

- Un sustentador de cobre de 153 mm² de sección
- Dos hilos de contacto de cobre de 107 mm² de sección

Se realizará el ripado de la catenaria existente a los nuevos postes y equipos, así como suministro y montaje de las nuevas péndolas y desmontaje de las antiguas, y ajuste definitivo de la catenaria

a la vía según lo indicado este proyecto. También se realizará el suministro y montaje de todas las conexiones entre sustentadores e hilos de contacto en catenaria.

5.10. PÉNDOLAS

Se utilizarán los conjuntos de péndolas equipotenciales regulables.

5.11. AGUJAS CRUZADAS

Las agujas serán del tipo cruzada en el punto 35.

5.12. SECCIONAMIENTOS

Se montarán seccionamientos de compensación de 4 vanos.

5.13. EQUIPOS DE COMPENSACIÓN

Todas las catenarias de vías generales se compensarán mecánicamente mediante equipos de poleas y contrapesos. Y tendrán compensación conjunta.

Las poleas de compensación serán de aluminio e irán solidarias a su eje, siendo este el que gire sobre casquillos montados al efecto sobre la horquilla.

Se utilizará un sistema de freno de la polea de compensación tipo "Blodi", que actúa bloqueando los dientes de la misma.

No se instalarán equipos de compensación en los seccionamientos ubicados en el interior del túnel.

5.14. TIRANTES DE ANCLAJE

En los puntos de anclajes se utilizarán tirantes del tipo Cn2.

5.15. AMARRES DE ANCLAJE

Se emplearán los siguientes conjuntos de anclaje:

- Cu-32-RT-V para anclaje de un sustentador de Cu153 y de 2 hilos de contacto de Cu107, con regulación de tensión.

- Cu-24V-153 para anclaje de un cable de cobre de 153 mm² sin R.T.
- Cu-28-V para anclaje de dos hilos de contacto de 107 mm² sin R.T.

Los anclajes del cable de guarda serán del tipo AN-CT-L110.

5.16. PUNTOS FIJOS

Se instalarán conjuntos de punto fijo en aquellos cantones que superen los 500 m.

5.17. ALIMENTACIONES

Se utilizarán los conjuntos de alimentación Co1-153 para conexión de sustentador a hilo de contacto y Co4-RT-153 para conexión entre sustentadores. Y conjuntos de alimentación Ct8-3 para conexión de sustentador a hilo de contacto en el punto de elevación de las agujas.

5.18. PROTECCIONES

Se instalarán tomas de tierra que se ubicarán en el centro de cada seccionamiento, donde exista un descargador de antena y en los finales del cable guarda. Las puestas a tierra se realizarán con resistencia a la difusión menor de 10 Ω.

Los descargadores de antenas serán los llamados "de cuernos" con antenas aisladas y ambas de acero inoxidable, de doble aislamiento. Se montarán en el perfil anterior y posterior al punto fijo en la cabeza del poste y con aislamiento para suspender la alimentación que va a catenaria, con bajada a tierra y unida al cable guarda, con pozo de toma de tierra con valor menor de 1 ohmios conectado al circuito general de tierra y 10 ohmios por sí sólo. Serán los normalizados y homologados por ADIF, colocados a cada 1.000 m

Además de las protecciones definidas anteriormente se procederá a colocar otros tipos de protecciones encaminadas al buen funcionamiento de la línea.

- Descargadores de intervalo en todos los puentes o pasarelas metálicos y marquesinas.
- Señales indicadoras de finales de línea, seccionamientos y todas las necesarias según el Reglamento de Señales de EUSKOTREN.

- Señales indicadoras de seccionamiento de lámina de aire en todos los postes de anclaje de los seccionamientos.
- Señales indicadoras de peligro de muerte en todos los postes y en particular en aquéllos sobre los que se instalen aparatos eléctricos (pararrayos, seccionadores, etc.).

5.19. CIRCUITOS DE RETORNO Y EMPALMES

Se considera que el circuito de retorno se realiza solamente por los carriles, por lo que se instalarán conexiones longitudinales normalizadas, con el sistema de conexión a carril por inserto tipo AR de CEMBRE, con cable de aluminio de 120 mm² de sección.

Las grifas de conexionado y de empalme se montarán del tipo de compresión por deformación de masa y de compresión sin deformación para los hilos de contacto.

Todos los herrajes serán galvanizados.

Los tornillos y pasadores serán todos de acero inoxidable.

Todas las horquillas serán todas de latón.

5.20. DESMONTAJES

Se prevé el desmontaje de las instalaciones que queden fuera de servicio: postes, equipos, catenaria, etc., y su retirada y traslado al almacén.