
ELECTRIFICACIÓN

**ANEJO
12**

ÍNDICE

| | |
|--|----------|
| 1. Introducción y objeto | 1 |
| 2. Antecedentes Técnicos | 1 |
| 3. Situación actual | 6 |
| 4. Solución adoptada | 7 |
| 5. Características generales del sistema | 9 |
| 5.1. Sistema de Catenaria Flexible..... | 9 |
| 5.1.1. Tensión de Alimentación | 9 |
| 5.1.2. Geometría del Sistema..... | 9 |
| 5.1.3. Cantón de compensación..... | 10 |
| 5.1.4. Gálibo | 10 |
| 5.1.5. Condiciones Ambientales de Funcionamiento | 10 |
| 5.1.6. Conductores | 10 |
| 5.2. Sistema de Catenaria Rígida..... | 11 |
| 5.2.1. Características generales..... | 12 |

1. Introducción y objeto

El objeto del presente anejo es describir las actuaciones que deben realizarse en las instalaciones de electrificación como consecuencia de las obras diseñadas en el presente estudio.

Por tanto, en lo referente a línea aérea de contacto, el presente anejo comprende la instalación de:

- Cimentaciones de postes y anclajes
- Estructuras de soporte: pórticos y postes
- Montaje de ménsulas y equipos de compensación.
- Tendido de conductores de catenaria.
- Montaje de seccionamientos y agujas aéreas
- Montaje de soportes de catenaria rígida.
- Montaje de barras de catenaria rígida y tendido de conductores.
- Montaje de seccionadores, tendidos de cableado de potencia y control

2. Antecedentes Técnicos

Normativa de obligado cumplimiento

Serán de aplicación todas las normas y borradores de normas vigentes en la fecha de redacción del presente estudio, así como los documentos elaborados en el marco de la UIC, ADIF y RENFE.

En el caso que hubiera discrepancias entre dos documentos, prevalecerá el específico para el asunto, así los estándares establecidos por CENELEC, el IEC o el ETSI, tendrán mayor prioridad que los borradores de norma o las recomendaciones y especificaciones establecidas por los estamentos reguladores nacionales.

- Normas administrativas de carácter general:
- Ley 38/2015, de 17 de noviembre, del Sector Ferroviario.
- Real Decreto 2387/2004, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento del Sector Ferroviario.
- Real Decreto 2395/2004, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Estatuto de la Entidad Pública Empresarial Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF).
- Directrices sobre Ordenación y Contenido de los Proyectos (DOCP) de la Dirección General de Infraestructuras del Transporte Ferroviario (DGIT), aprobadas por Resolución de 3 de julio de 1985 por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte.
- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público.
- Pliego de condiciones generales para los contratos de obras e instalaciones sujetos a la Ley 31/2007, de 30 de octubre y a la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público.

Documentos CENELEC

- UNE-EN 50082 o partes de la norma UNE-EN 61000 que sustituyen a la anterior a partir del 1 de julio del 2004 Compatibilidad electromagnética – Norma genérica de inmunidad.
- UNE-EN 50119: Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Líneas aéreas de contacto para tracción eléctrica.).
- UNE-EN 50121-1: Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad Electromagnética. (Partes 1 a 4).
- UNE-EN 50122-1: Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Parte 1: Medidas de protección relativas a seguridad eléctrica y puesta a tierra en instalaciones fijas.
- UNE-EN 50122-2: Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Parte 2: Medidas de protección contra los efectos de las corrientes vagabundas causadas por los sistemas de tracción eléctrica de corriente continua.
- UNE-EN 50124: Aplicaciones ferroviarias. Coordinación de aislamiento. (Partes 1 y 2).
- UNE-EN 50125-1: Aplicaciones ferroviarias. Condiciones ambientales para los equipos. (Partes 1 a 3).
- UNE-EN 50149: Aplicaciones ferroviarias Instalaciones fijas. Tracción eléctrica. Hilos de contacto de cobre y aleaciones de cobre.
- UNE-EN 50162: Protección contra la corrosión por corrientes vagabundas de los sistemas de corriente continua).
- UNE-EN 50163: Aplicaciones ferroviarias. Tensiones de alimentación de los sistemas de tracción.
- UNE-EN 50206-1: Aplicaciones ferroviarias. Material rodante. Pantógrafos: Características y ensayos. Parte 2: Pantógrafos para vehículos de línea principal.
- UNE-EN 50206-2: Aplicaciones ferroviarias. Material rodante. Pantógrafos: Características y ensayos. Parte 2: Pantógrafos para metros y ferrocarriles ligeros.
- UNE-EN 50317:2012 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de captación de corriente. Criterios técnicos para la interacción entre el pantógrafo y la línea aérea (para tener acceso libre).
- UNE-EN 50318: Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de captación de corriente. Validación de la simulación de la interacción dinámica entre pantógrafo y línea de contacto.
- UNE-EN 50345: Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Tracción eléctrica. Conjuntos de cables sintéticos aislantes para el apoyo de líneas aéreas de contacto.
- UNE-EN 50367:2012 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de captación de corriente. Criterios técnicos para la interacción entre el pantógrafo y la línea aérea (para tener acceso libre)
- UNE-EN 50388: Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas de alimentación y material rodante. Criterios técnicos para la coordinación entre sistemas de alimentación (subestaciones) y el material rodante para realizar la interoperabilidad.
- UNE-EN 60439: Conjunto de aparata de baja tensión. (Partes 1 a 5).
- UNE-EN 60529/IEC 529: Specification of protection by enclosures (IP code) (Especificación de los grados de protección proporcionados por los alojamientos (código IP).
- UNE-EN 60947: Aparata de baja tensión. (Partes 1 a 8).
- UNE-EN 61140: Protección contra los choques eléctricos. Aspectos comunes a las instalaciones y los equipos.

Documentos IEC

- IEC 364-4-41: Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4: Protección para garantizar la seguridad. Capítulo 41: Protección contra descargas eléctricas.
- IEC 529/EN 60529: Specification for degrees of protection provided by enclosures (IP code).
- IEC 605-1: Pruebas de fiabilidad, requisitos generales.
- IEC 605-7: Prueba de fiabilidad de equipos - Planes de prueba para confirmar la tasa de fallos y el tiempo medio entre fallos, supuesta una tasa de fallos constante.
- IEC 721: Classification of environmental conditions (Clasificación de condiciones ambientales).
- IEC 60077-3: Railway applications – Electric equipment for rolling stock – Part 3: Electrotechnical components – Rules for d.c. circuit – breakers. (Aplicaciones ferroviarias. Equipos eléctricos para el material rodante. Parte 3: Componentes electrónicos. Reglas para interruptores automáticos en corriente continua).
- IEC 60077-5: Railway applications - Electric equipment for rolling stock - Part 5: Electrotechnical components - Rules for HV Fuses.
- IEC 60494-1: Railway applications -Rolling stock – Pantographs - Characteristics and tests - Part 1: Pantographs for mainline vehicles.
- IEC 60494-2: Railway applications -Rolling stock -Pantographs - Characteristics and tests -Part 2: Pantographs for metros and light rail vehicles.
- IEC 62128-2: Railway applications - Fixed installations - Part 2: Protective provisions against the effects of stray currents caused by d.c. traction systems.
- IEC 62236-1: Railway applications -Electromagnetic compatibility -Part 1: General.

Documentos UIC

- UIC 791 R: Assurances qualité des installations. Caténaires. 2ème édition, janvier 1990.
- UIC 794 O: Interaction entre caténaire et pantographe dans le Réseau européen à grande vitesse. 1ère édition, Janvier 1996.
- UIC 794-1 OR: Interaction entre caténaire et pantographe pour leslignes ferroviaires en courant continu. 1ère édition, Juin 2000.
- UIC 796 O: Tension au pantographe. 1ère édition, Juin 2000.

Documentos editados por RENFE, actualmente ADIF**Normas de montaje y Ejecución**

- N.A.E. 101. Norma de montaje de las grifas de conexión y empalme para la catenaria.
- NAE 101. Grifas de conexión y empalme para la catenaria. (2ª ed.)
- NAE 102. Montaje de herrajes helicoidales preformados para electrificación. (2ª ed.)
- NAE 103. Anclajes de seguridad para electrificación
- NAE 106_2. Ejecución de macizos de cimentación para postes y anclajes de línea aérea de contacto.
- NAE 107. Definición y medida de parámetros geométricos de la Línea Aérea de Contacto (Catenaria)
- NAE 108. Ejecución y montaje de sustentador e hilo de contacto de la Línea Aérea de Contacto (Catenaria)
- NAE 110. Pliego de condiciones técnicas para montaje del cable alimentador o feeder (desnudo y aéreo) de la Línea Aérea de Contacto (Catenaria 3 kV C.C.)

- NAE 111. Ejecución y montaje del cable de tierra de la Línea Aérea de Contacto (Catenaria 3 kV C.C.)
 - NAE 112_2. Esquemas eléctricos de línea aérea de contacto en corriente continua.
 - NAE 113. Ejecución, montaje y tipos de anclaje necesarios para la instalación de diverso tipo de postes
 - NAE 114. Montaje de cables aislados para feeders en corriente continua
 - NAE 115. Ejecución, montaje de agujas aéreas (Catenaria 3000 V C.C.)
 - NAE 116. Cálculo y montaje del pendolado para líneas aéreas de contacto de corriente continua (líneas convencionales)
 - NAE 117. Línea aérea de contacto para vías con tres carriles electrificadas en corriente continua.
 - NAE 120. Guía para el control de calidad en la ejecución de instalaciones ferroviarias de la Línea Aérea de Contacto
 - NAE 201. Instrucción Técnica para el montaje de grapas de anclaje tipo "CUÑA".
 - NAE 300. Diseño funcional de línea aérea de contacto tipo CA-160/3kV.
- Especificaciones técnicas y normas de montaje y ejecución:**
- ET 03.313.002.2. Cables de acero para usos generales
 - ET 03.364.003.8. Piezas fundidas de aleaciones de cobre para elementos auxiliares de catenaria
 - ET 03.364.004.6. Herrajes helicoidales preformados para electrificación
 - ET 03.364.005.3. Conexiones eléctricas de carriles
 - ET 03.364.008.7. Tensores y herrajes de anclajes y cadenas de aisladores para electrificación.
 - ET 03.364.011.1. Piezas de acero y acero inoxidable para línea aérea de contacto.
 - ET 03.364.012.9. Piezas de fundición para elementos auxiliares de catenaria
 - ET 03.364.014.5. Tubos de acero y aluminio para línea de aérea de contacto.
 - ET 03.364.015.2_2. Grifas y manguitos de cobre electrolítico para conexión y empalme en catenaria
 - ET 03.364.016.0_2. Grifas de aleación de cobre para empalme de hilo de contacto en catenaria
 - ET 03.364.017.8_2. Anclajes de seguridad para electrificación. (2ª ed.)
 - ET 03.364.018.6. Grifas de atirantado y de péndola para la catenaria
 - ET 03.364.019.4. Piezas, tornillería y tubos de acero galvanizados en caliente
 - ET 03.364.020.2. Manguitos de empalme y grapas de aluminio para sujeción o derivación de cables de aluminio en la Línea Aérea de Contacto
 - ET 03.364.021.0_2. Grapas de sujeción, conexión y terminales para cable de aluminio en la toma de tierra de la L.A.C. (2ª ed.)
 - ET 03.364.022.8. Ejes y estribos de acero y acero inoxidable para línea aérea de contacto.
 - ET 03.364.101.0. Estructuras metálicas para soporte de línea aérea de contacto. (edición 1ª+M1)
 - ET 03.364.102.8. Brazos de atirantado para electrificación
 - ET 03.364.103.6. Conjuntos de poleas para electrificación.
 - ET 03.364.104.4. Conjuntos de giro de ménsulas
 - ET 03.364.150.7_2. Seccionadores unipolares para instalación en exterior de 3 kV c.c. y de 25 kV c.a. para catenaria. (2ª ed.)

- ET 03.364.151.5. Accionamientos de seccionadores
- ET 03.364.153.1_2. Aisladores de sección de material compuesto para L.A.C. de 3 kV C.C. y de 25 kV C.A. (2ª ed.)
- ET 03.364.154.9_2. Aisladores de porcelana para tensiones de 3.300 V C.C. para la suspensión y atirantado de catenaria (tipos A-11 y RT-51). (2ª ed.)
- ET 03.364.155.6. Accionamientos hidráulicos para seccionadores de catenaria
- ET 03.364.156.4. Pararrayos de óxido metálico para electrificación en corriente continua.
- ET 03.364.158.0_2. Conductores de cobre desnudos para electrificación. (2ª ed.)
- ET 03.364.159.8. Cables de cobre débilmente aleados para electrificación
- ET 03.364.160.6. Pértigas aislantes
- ET 03.364.161.4. Cables desnudos de aluminio y de aluminio con alma de acero para líneas eléctricas aéreas
- ET 03.364.162.2. Aisladores de material cerámico para L.A.C. de 3 kV c.c. y de 25 kV c.a.
- ET 03.364.163.0. Aisladores de material cerámico para conjuntos de suspensión de L.A.C. de 3 kV c.c.
- ET 03.364.164.8. Aisladores de vidrio tipos A11 y RT51 para L.A.C. de 3 kV c.c.
- ET 03.364.165.5. Aisladores de vidrio para L.A.C. de 3 kV c.c. y de 25 kV c.a.
- ET 03.364.170.5. Cables de energía unipolares para alta tensión con aislamiento extruido.
- ET 03.364.200.0. Grapas de anclaje tipo cono
- ET 03.364.202.6. Aisladores compuestos para catenaria

- ET 03.364.204.2. Dispositivos limitadores de tensión para electrificaciones en corriente continua.
- ET 03.364.291.9_4. Hilo ranurado para la línea de contacto. (4ª ed.)
- ET 03.364.503.7 Suministro y uso de herrajes de fundición de aluminio para Electrificación Ferroviaria de Alta Velocidad
- ET 03.366.206.5 Electroodos (picas) de puesta a tierra, constituidos por varillas cilíndricas bimetálicas

Otros documentos de referencia

- R.B.T. Reglamento Electrónico para Baja Tensión e instrucción técnica complementaria (Ministerio de Ciencia y Tecnología Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2.002, publicado en B.O.E. 18 de septiembre).
- R.A.T. REAL DECRETO 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- R.C.E. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e instrucciones complementarias.
- C.E.I. Normas de la Comisión Electrónica Internacional.
- N.E.L.F. Normas de Ensayo del Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.
- M.E.L.C. Métodos de Ensayo de Laboratorio Central de ensayos de materiales.
- N.T.E. Normas tecnológicas de la Edificación.
- R.P.H. Recomendaciones prácticas para una buena protección del hormigón I.E.T.

- U.I.T.-T. Recomendaciones técnicas de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. (Anteriormente C.C.I.T.T.).

U.N.E. Normas de la Asociación Española de Normalización y Certificación

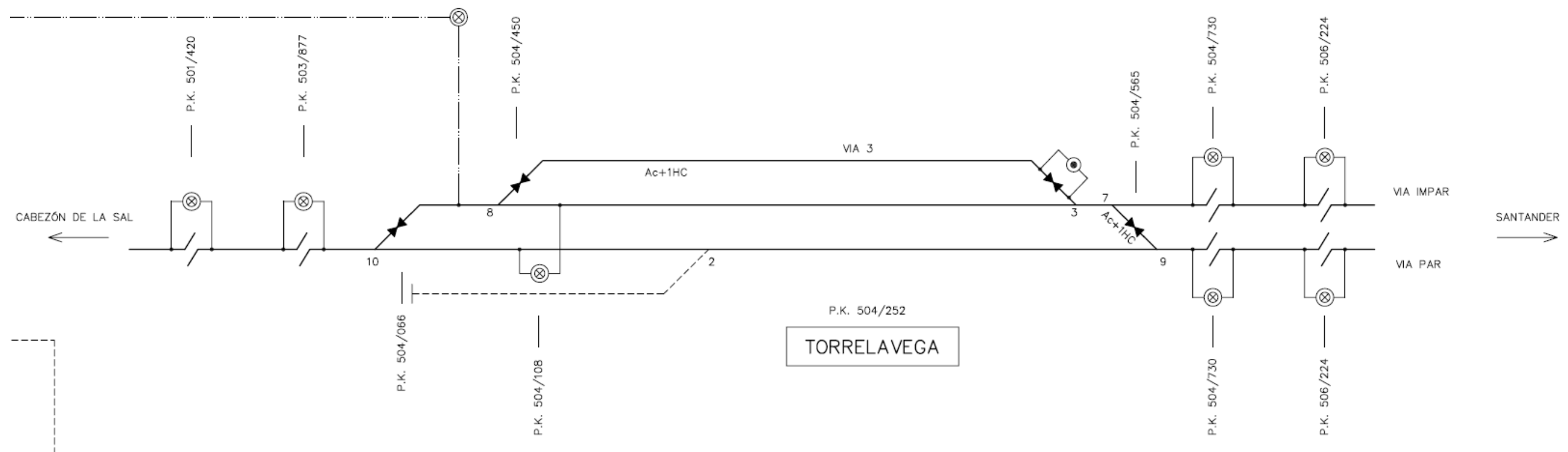
- UNE-7132 Determinación cualitativa de hidratos de carbono en aguas de amasado para morteros y hormigones.
- UNE-7178 Determinación de los cloruros contenidos en el agua utilizada para la fabricación de morteros y hormigones.
- UNE-7235 Determinación de los aceites y grasas contenidos en el agua de amasado de morteros y hormigones.
- UNE-20003. Cobre, tipo recocido e industrial, para aplicaciones eléctricas.
- UNE-21009 Medidas de acoplamiento para rótula y alojamiento de rótula de los elementos de cadenas de aisladores.
- UNE-21011-2 Alambres de cobre recocido de sección recta circular. Características.
- UNE-21045 Bobinas de madera, destinadas a cables desnudos para conductores de líneas eléctricas aéreas.
- UNE-36334 Aluminio y aleaciones de aluminio para forja. Grupo AL-MG-SI Aleación L-3451, AL-I SI MG.
- UNE-37201 Plomo. Definiciones y calidades.
- UNE-38257 Aluminio y aleaciones de aluminio para moldeo. Grupo AL-MG-SI Aleación L-2570, AL-5 SIMG.

- UNE-38342 Aluminio y aleaciones de aluminio para forja. Grupo AL-MG-SI Aleación EN AW-6061/EN AW-AMg1SiCu.
- UNE-EN-15.273. Aplicaciones ferroviarias. Gálivos.

Si se produce alguna discrepancia entre los términos de una prescripción análoga contenida en las Prescripciones Generales citadas anteriormente, será de aplicación la más exigente.

3. Situación actual

La línea Cabezón de la Sal – Santander de la Red de Ancho Métrico (RAM) de Adif, en el tramo objeto de este informe entre las estaciones de Puente de San Miguel – Torrelavega - Barreda, está actualmente electrificada con una catenaria tipo CA-120, sin compensar, adaptada a ancho métrico, compuesta por sustentador y dos hilos de contacto. El pendolado existente es de tipo varilla.



Esquema eléctrico y de vías de la Estación de Torrelavega

En su configuración actual la estación consta de una vía principal sentido Cabezón de la Sal de la que se abren dos principales hacia Santander y una tercera vía con carácter de secundaria.

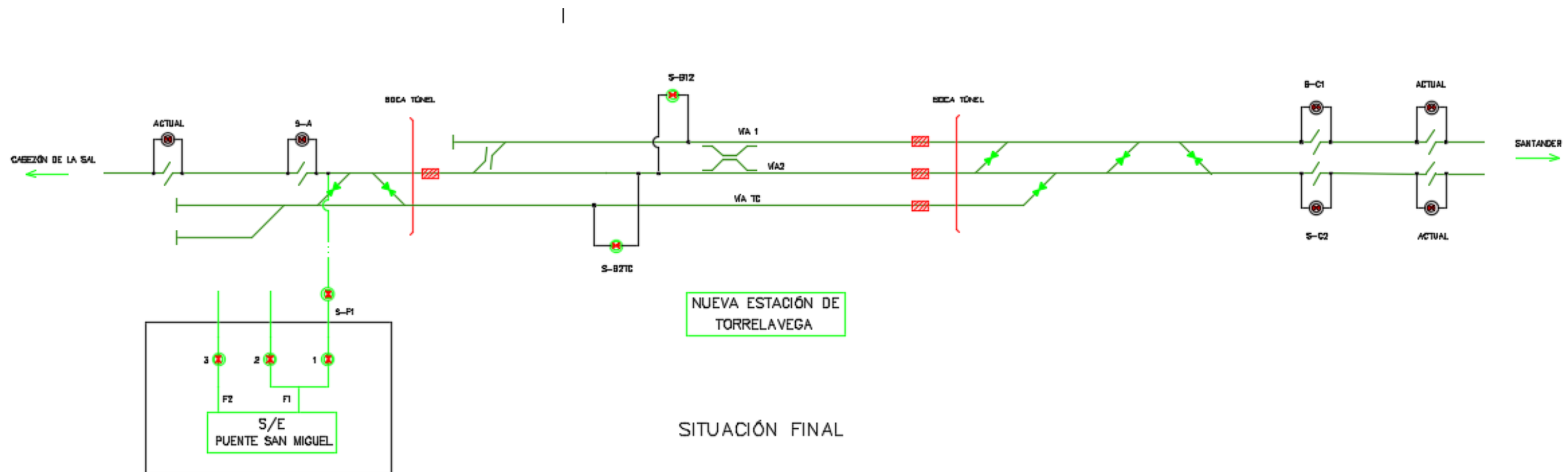
En la estación de Torrelavega, se encuentran instalados pórticos funiculares para soportar la catenaria de las distintas vías. La altura de sistema en la estación es de 853 mm.

La vía 3, de apartado, y el escape entre vías 1 y 2 en la cabecera lado Santander de la estación, tiene tratamiento de vía secundaria y se encuentran electrificadas mediante catenaria compuesta por un hilo de contacto y un sustentador de acero de 72 mm².

La zona objeto de esta actuación está alimentado desde la subestación de Puente de San Miguel mediante un feeder tendido hasta la estación de Torrelavega.

4. Solución adoptada

Para los tramos a cielo abierto precedente y posterior al soterramiento se propone la instalación un sistema de Línea Aérea de Contacto nuevo, montando un sistema de catenaria flexible tipo CA-160 y un sistema con catenaria rígida en aquellos tramos del soterramiento.



Esquema eléctrico y de vías de la Estación de Torrelavega proyectado.

La solución adoptada tendrá en cuenta la nueva disposición de vías y aparatos en su situación final y en las situaciones provisionales del estudio.

Consecuentemente, se deberá proceder a la electrificación de las nuevas vías contempladas, así como al levante de todas las estructuras, equipos y catenarias actuales que queden fuera de servicio.

Por tanto, dentro de actuaciones se debería incluir las siguientes:

- Electrificación de todas las vías de la nueva variante soterrada. Constando el soterramiento de dos vías generales de ancho métrico, y una vía de apartado con longitud útil suficiente para el uso de exclusivo de trenes de mercancías.

Para este tramo se propone la instalación de flexible tipo CA-160/3kV cc adaptada a los requerimientos de la Red de Ancho Métrico en las zonas a cielo abierto y un sistema de catenaria rígida en la zona del soterramiento.

La solución adoptada requeriría por tanto de las siguientes actividades:

- Excavación y hormigonado de nuevas cimentaciones para postes y anclajes
- Izado de nuevos postes de electrificación
- Fijación de cables de tierra a los nuevos postes.
- Montaje de equipos de catenaria: ménsulas, suspensiones y atirantados
- Montaje de equipos de compensación.

- Ejecución de elevaciones, cola de catenaria, anclajes.
- Montaje de seccionamientos.
- Tendidos de catenarias: sustentador, hilos de contacto.
- Instalación de aislamientos intermedios y conexiones.
- Instalación de pararrayos tipo autoválvula.
- Montaje y conexionado de seccionadores.
- Instalación de catenaria rígida: soportes, barras y tendido de hilo de contacto.
- Desmontaje y demolición de todos aquellos elementos de la electrificación que interfieran con las nuevas instalaciones o queden fuera de servicio.

5. Características generales del sistema

5.1. Sistema de Catenaria Flexible

La catenaria definida es la catenaria tipo ADIF, CA-160/3 kV tipo A, alimentada a 1.500 V de c.c. y adaptada a los requerimientos de las instalaciones de RAM. Esta catenaria estará preparada para un nivel de aislamiento de 3 kV aunque el sistema va a operarse en 1.5 kV cc.

Dicha catenaria es simple, poligonal y atirantada, formada por un sustentador apoyado y dos hilos de contacto, sin péndola en Y, y con flecha inicial de los hilos de contacto.

En todo lo no indicado en este documento se seguirá la NAE 300. Diseño funcional de línea aérea de contacto tipo CA-160/3kV.

5.1.1. Tensión de Alimentación

Corriente continua a una tensión nominal de 1.500 V, aunque el nivel de aislamiento de los componentes de la CA-160/3kV es de 3000 V.

5.1.2. Geometría del Sistema

Altura del sistema

En toda la zona de actuación la altura del sistema será de 1,40 m.

Altura de los hilos de contacto

La altura nominal del hilo de contacto respecto al plano de rodadura es el estándar de RAM de 4,75 metros.

Vano

El vano máximo, adoptado es de 50 m en recta, siendo los vanos en curva variables de acuerdo con el radio de la curva, de modo que la flecha máxima sea de 0,15 m.

La diferencia máxima de longitud entre dos vanos consecutivos será de 10 m., siendo de 5 m. en la zona de agujas. Esta limitación tiene por objeto limitar el desequilibrio entre las tensiones mecánicas del sustentador e hilos de contacto a ambos lados del apoyo.

Descentramiento

Será de ± 20 cm.

Al ser la catenaria vertical, el sustentador está descentrado de la misma forma que lo esté el hilo de contacto.

Flecha inicial del hilo de contacto

El pendolado estará definido para que el hilo de contacto presente, en su posición estática, una flecha igual a 0,6 ‰ de la longitud del vano.

Pendiente del hilo de contacto

Pendiente máxima, impuesta por la presencia de un paso superior, túnel o paso a nivel será del 2 ‰, no excediendo del 1,5 ‰ entre dos vanos consecutivos y del 1 ‰ en el comienzo y final de la transición.

Se proyectará procurando conseguir una altura constante del hilo de contacto, y realizando las menores transiciones posibles.

Si bien no están previstas pendientes del hilo de contacto en este estudio.

5.1.3. Cantón de compensación

En general para este tipo de catenaria, la longitud máxima del cantón de compensación es de 1.200 m., con compensación independiente para el sustentador y los hilos de contacto, a cada lado. En caso de cantones de compensación inferiores a 600 m., las compensaciones se colocarán en un solo extremo, en principio en el sentido de la circulación.

Se proyectará un punto fijo en la mitad del cantón de compensación.

Los seccionamientos se realizarán en 3 vanos si estos son iguales o mayores a 50 m. Para vanos de menor longitud, los seccionamientos se efectuarán en más de 3 vanos.

5.1.4. Gálibo

La implantación de todos los elementos de la catenaria debe tener en cuenta la Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio, por la que se aprueba la "Instrucción ferroviaria de gálibos".

La distancia entre las caras enfrentadas del poste y el carril más próximo a él será de:

- En recta o curva exterior.....1,70
- En curva interior1,70

- En curva interior (R<300 m) 1,70

5.1.5. Condiciones Ambientales de Funcionamiento

El sistema de L.A.C. debe proyectarse 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: 9 mm

5.1.6. Conductores

Serán los siguientes:

- SustentadorCu de 150 mm² 37/2,3 mm (actual).
- Hilo de contacto Cu 107 mm² (actual).
- Péndolas Cu extra flexible de 25 mm² de sección.
- Cable de tierra..... Sección 116,2 mm² de Al-acero (LA 110).

Máximo Desgaste Permitido de los Hilos de Contacto

Se adopta un desgaste máximo permitido de los hilos de contacto del 30%.

El hilo de contacto de cobre utilizado tiene una carga mínima de rotura de 3.783 kg, por lo que tensado a 1.050 kg da un coeficiente de seguridad de 2,5, con el 30% de desgaste, que se considera aceptable.

Tensión Mecánica de los Conductores

Serán las siguientes:

- Sustentador 1425 daN
- Hilos de contacto 1050 daN

Sistema de Pendolado

Para las catenarias de vías de trayecto y generales de estación:

- Se utilizarán péndolas conductoras del tipo Co6 de Cu extraflexible de 25 mm² de sección, incorporando la grifa G3USHC homologadas para el sustentador y el hilo de contacto.
- El pendolado se realizará por parejas separadas 0,5 m.
- La utilización de péndolas conductoras elimina la necesidad de utilizar alimentaciones del sustentador a los hilos de contacto.
- Cuando por limitaciones de replanteo existan péndolas de longitud reducida pondrán péndolas del tipo Co7.

Separación entre Partes en Tensión Eléctrica y Tierra

- Ambas partes fijas 0,150 m
- Una parte móvil..... 0,250 m
- Línea mínima de fuga de los aisladores 0,300 m

Composición de las Catenarias

Las catenarias de vía general y las que hacen aguja con la catenaria de vía general serán de:

- Un sustentador de Cu de 153 mm² y dos hilos de contacto de Cu de 107 mm².

- Las péndolas serán de cable de Cu extraflexible de 25 mm² de tipo Co6 equipotencial, incorporando la grifa G3USHC.
- No se utilizarán péndolas en Y.

Las vías secundarias se electrificarán con la misma tipología de conductores.

Agujas Aéreas

Las agujas serán del tipo cruzada en el punto P-30.

Protecciones

Todos los postes dispondrán de una puesta a tierra.

Todos los postes irán unidos mediante cable de tierra de aluminio-acero (LA 110) mediante grapa de suspensión G36U, realizando la toma de tierra como máximo cada 3 km, con resistencia a la difusión menor de 10 Ohm.

Todos los herrajes de los túneles, en su caso, irán unidos también al cable de tierra.

En las tomas de tierra, independientemente de las picas necesarias, una de ellas se considerará como principal que será la más cercana al poste. Esta se encontrará alojada en una arqueta prefabricada de 40 cm x 40 cm x 50 cm preferiblemente de fibra de vidrio con tapa de hormigón.

Los postes en zona de andén incorporarán protección de seguridad antiescalada, así como su correspondiente placa de numeración y aviso de peligro.

5.2. Sistema de Catenaria Rígida

Debido a las singularidades de esta actuación se propone la instalación en la zona del soterramiento de un sistema de catenaria rígida compuesta por un perfil conductor de aluminio y un hilo de contacto de cobre preparada para un nivel de aislamiento de 3 kV.

5.2.1. Características generales

El sistema de catenaria rígida a instalar presenta las siguientes características:

- Nivel de aislamiento:..... 3 kV.
- Sección del hilo de contacto: 1x150 mm².
- Sección equivalente de cobre conjunto aluminio-cobre:1.558 mm².
- Altura mínima hilo de contacto – plano medio de rodadura:4,3 m.

Pendiente máxima del hilo de contacto: 1 ‰. Variación máxima de la pendiente del hilo de contacto: 0.5 ‰.

Se evitará al máximo el número de cambios en la altura del hilo de contacto.

- Descentramiento del hilo de contacto respecto al eje de la vía:
 - En recta y curva, alternativamente: ± 20 cm

Separación mínima del eje de los soportes en los seccionamientos:

- De lámina de aire:400 mm
- De compensación:200 mm

Se han considerado las siguientes distancias de aislamiento eléctrico:

- Estática: 150 mm.
- Dinámica: 50 mm.

De acuerdo con las distancias indicadas en la EN-50119.

La separación nominal en seccionamientos de lámina de aire será de 400 mm

Tanto el hilo de contacto, como el soporte de aluminio se instalarán sin tensión mecánica de tendido alguna.

El hilo de contacto va ajustado en el soporte de aluminio, que en su extremo inferior tiene forma de tenaza. La forma del soporte de aluminio es adecuada para conseguir el efecto resorte y contener por simple presión el hilo de contacto.

El modo de instalación del hilo en el soporte o su sustitución es con un útil especial que abre el soporte y tras la colocación o su retirada, vuelve a cerrar el carril.

El hilo no estará en contacto directo con el aluminio aplicándose entre ambos una grasa especial conductora, por lo que se hará pasar al hilo durante su montaje por un manguito de engrase. Esta grasa protege al aluminio y al cobre de la formación de pares galvánicos que produzcan procesos de corrosión localizada, no afectando la circulación de corriente, la misma grasa se aplicará en el caso de conexiones de cable cobre o grapas de aleación del mismo material.

Las barras de catenaria rígida consisten en soportes fabricados a partir de una aleación de aluminio por un procedimiento por prensa de extrusión, en longitudes máximas y normales a determinar previo replanteo de la instalación.

La longitud general de las barras será de 8 a 14 metros y vendrán cortadas de fábrica. Las barras de longitud inferior podrán cortarse en obra. Las barras estarán provistas de taladros situados convenientemente a fin de evacuar las posibles condensaciones y acumulaciones de agua dentro del soporte, que siempre contiene gases disueltos o elementos agresivos. En el caso de empalmes con longitudes específicas el corte a medida de las mismas se realizará a pie de obra y el taladrado para la instalación de las bridas de unión se realizará mediante las plantillas facilitadas por el proveedor.

Se procurará que el hilo de contacto sea continuo en cada cantón, tratando de minimizar el número de discontinuidades. En el caso de tener que empalmar secciones de catenaria rígida se limará la transición de los hilos de contacto evitando la formación de escalones o cambios de sección bruscos.

Una vez terminados los trabajos de instalación de las barras de catenaria rígida en su posición definitiva se procederá a la sustitución de los hilos de contacto de los diferentes seccionamientos de la zona afectada por los trabajos para evitar las discontinuidades.

Las barras de soporte de aluminio irán suspendidas del techo. Para ello se emplearán conjuntos de suspensión tipo brazos similares a los ya instalados.

La rigidez del soporte permite instalar una catenaria rígida con radios de hasta 120 m sin precauciones especiales. Si el soporte se ha curvado previamente de forma mecánica, se pueden incluso equipar vías con radios de 45 m. Dado que el radio mínimo de las actuaciones de vía va a ser de 200 metros, no se prevé la necesidad de curvar barras. Estos radios se tendrán igualmente en cuenta a la hora de trasladar la catenaria rígida de los soportes antiguos a los proyectados.

A fin de evitar las posibles deformaciones que pudieran producirse en el conjunto carril rígido – hilo de contacto, la catenaria rígida debe cantonarse, la longitud máxima de los cantones de PAC será de 420 metros.

El seccionamiento de cantón de catenaria rígida permitirá dilataciones sin impedimento, y no dificultará la continuidad para el camino del pantógrafo, ni tampoco para la corriente eléctrica de tracción, las conexiones eléctricas se dispondrán de igual forma.

Siempre que un carril de catenaria rígida comience o termine en un seccionamiento, lo hará con una rampa, para que el contacto con el pantógrafo sea suave y progresivo.

En el centro de cada seccionamiento se proyecta el montaje de un punto fijo que impida el movimiento longitudinal de las barras por dilatación o arrastre, los puntos fijos podrán realizar mediante una grapa de sujeción que no permita el movimiento longitudinal de la barra de aluminio.

En los puntos con distancia de aislamiento eléctrico mínimo entre carril conductor y estructuras puestas a tierra, las barras de la catenaria rígida incorporarán un aislamiento adicional consistente en láminas aislantes.