



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRANSPORTES,  
Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

SECRETARÍA DE ESTADO  
DE TRANSPORTES Y  
MOVILIDAD SOSTENIBLE  
SECRETARÍA GENERAL  
DE TRANSPORTE TERRESTRE  
DIRECCIÓN GENERAL  
DEL SECTOR FERROVIARIO

ESTUDIO INFORMATIVO DE LA DUPLICACIÓN DE LA LÍNEA  
MONTCADA BIFURCACIÓ – PUIGCERDÁ FRONTERA FRANCESA.  
TRAMO VIC - CENTELLES.

ANEJO 11. ELECTRIFICACIÓN

## ANEJO 11. ELECTRIFICACIÓN

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETO .....	1
2.	ANTECEDENTES TÉCNICOS .....	1
2.1	Normativa de obligado cumplimiento .....	1
2.2	Normas administrativas de carácter general .....	1
2.3	Documentos CENELEC.....	1
2.4	Documentos IEC.....	2
2.5	Documentos UIC .....	2
2.6	Documentos ADIF.....	2
2.7	Otros documentos de referencia.....	3
3.	SITUACIÓN ACTUAL .....	4
4.	SOLUCIÓN ADOPTADA.....	6
4.1	Esquema de electrificación.....	6
4.2	Línea aérea de contacto .....	6
4.3	Subestaciones eléctricas de tracción.....	8
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 .....	11
5.1.5	Condiciones Ambientales de Funcionamiento.....	11
5.1.6	Conductores .....	11
5.1.7	Postes y pórticos .....	12
5.2	Subestaciones eléctricas de tracción.....	12
5.2.1	Equipamiento previsto .....	13

APÉNDICE 1. ESQUEMAS DE ELECTRIFICACIÓN

APÉNDICE 2. ESQUEMAS DE ACTUACIONES SOBRE LA LAC

## 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.

## 2. ANTECEDENTES TÉCNICOS

### 2.1 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 FEVE.

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.

### 2.2 Normas administrativas de carácter general

- Ley 38/2015, de 17 de noviembre, del Sector Ferroviario.
- Ley 26/2022, de 19 de diciembre, por la que se modifica la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario.
- Real Decreto 2387/2004, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento del Sector Ferroviario.

### 2.3 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 apartamiento 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: Apartamiento de baja tensión. (Partes 1 a 8).
- UNE-EN 61140: Protección contra los choques eléctricos. Aspectos comunes a las instalaciones y los equipos.

#### 2.4 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.

#### 2.5 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 les lignes ferroviaires en courant continu. 1ère édition, Juin 2000.
- UIC 796 O: Tension au pantographe. 1ère édition, Juin 2000.

#### 2.6 Documentos ADIF

##### Normativa 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

- 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 Electrodo (picas) de puesta a tierra, constituidos por varillas cilíndricas bimetálicas

### 2.7 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).
- L.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.A.T. REAL DECRETO 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- 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

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 R3 de cercanías de Barcelona es una línea norte-sur que comunica el área de Barcelona con el Pirineo. Su trayecto se inicia en L'Hospitalet de Llobregat y después de servir a Barcelona y las poblaciones de El Vallès y Osona (Montcada, Granollers, Vic) se dirige hacia al Pirineo para comunicar Ripoll, Ribes de Freser, Puigcerdà y La Tor de Querol, en la Cataluña francesa. Este último tramo es conocido como Ferrocarril Transpirenaico.

Los trenes de esta línea pueden tener como estaciones término al norte: Granollers-Canovelles, La Garriga y Vic si son servicios de cercanías, y hasta Ripoll, Ribes de Freser, Puigcerdà o La Tor de Querol en cuanto a la línea del Transpirenaico.

Una de las características de esta línea es que conecta con otros ferrocarriles. Así, en la estación de Ribes de Freser enlaza con el Cremallera de Núria, mientras que en la estación internacional de La Tor de Querol conecta con la red ferroviaria francesa (SNCF), tanto con la línea hasta Toulouse, como con el Tren Groc de la Cerdanya, un tren turístico de vía estrecha. A continuación, se adjunta un mapa de la red de Cercanías de Barcelona, en el que se ha señalado el tramo objeto del presente Estudio Informativo:



Figura 1. Red de cercanías de Barcelona

El tramo Vic-Centelles objeto del presente Estudio Informativo tiene una longitud aproximada de 16 km. Las estaciones y apeaderos presentes en el tramo, además de las de Centelles y Vic, son el apeadero en vía única de Balenyà - Els Hostalets y la estación de Balenyà – Tona – Seva. Existe también un antiguo apeadero en Taradell - Mont-Rodon que se encuentra fuera de servicio.

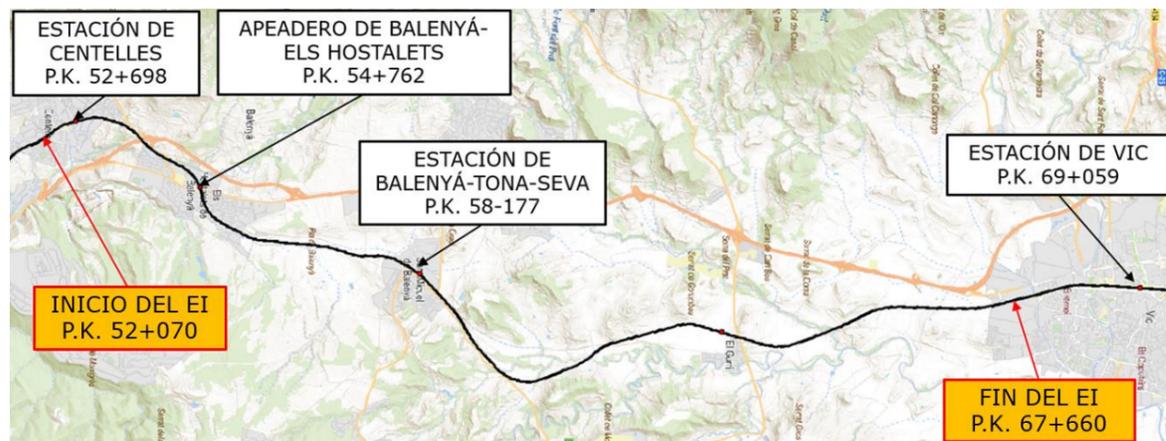


Figura 2. Ámbito del Estudio Informativo

El tramo objeto del estudio cuenta con vía única dotada de una catenaria del tipo ADIF CA-160 a 3.000 Vc/c, compensada, con un sustentador de cobre de 153 mm<sup>2</sup> y dos hilos de contacto de 107 mm<sup>2</sup> ranurado y ovalado. El pendolado existente es de péndolas equipotenciales.

A continuación, se resumen los datos básicos del tramo:

- Longitud: 15,59 km
- Ámbito del estudio informativo:
  - PK de inicio 52+070
  - PK fin 67+660
- Subestaciones:

SUBESTACIÓN	P.K.	POTENCIA INSTALADA (MW)	TENSIÓN PUNTO DE SUMINISTRO	FECHA ESQUEMA DE ELECTRIFICACIÓN
Parets (fuera del EI)	20+285	2X3	25 kV (ENDESA)	Nueva
Les Franqueses del Vallés (fuera del EI)	31+550	2X3	25 kV (ENDESA)	2017
Centelles	53+870	2X3	25 kV (ENDESA)	2016
Taradell	63+150	2X3	25 kV (ENDESA)	Nueva

SUBESTACIÓN	P.K.	POTENCIA INSTALADA (MW)	TENSIÓN PUNTO DE SUMINISTRO	FECHA ESQUEMA DE ELECTRIFICACIÓN
Manlleu (fuera del EI)	77+649	2X3	25 kV (ENDESA)	2022
Ripoll (fuera del EI)	108+586	2X3	25 kV (ENDESA)	2020

Tabla 1. Listado actual de subestaciones eléctricas de tracción

Actualmente se encuentran dos obras en marcha:

- Duplicación de vía del tramo Parets-La Garriga.
- Prolongación de la Vía 2 en la cabecera sur de la estación de Vic en la línea de La Tour De Carol - Enveigt a Montcada Bifurcació (Barcelona).

Por tanto, como escenario de partida para el presente Estudio Informativo, se considera que dichas obras se encuentran finalizadas.

En el Apéndice 1. Esquemas de Electrificación se adjuntan los esquemas de electrificación actuales que forman parte del tramo objeto de estudio.

#### 4. SOLUCIÓN ADOPTADA

##### 4.1 Esquema de electrificación

La solución adoptada tiene en cuenta la nueva disposición de vías y aparatos. En el documento Planos se incluye una propuesta de esquema de electrificación futuro en el tramo afectado por el estudio.

##### 4.2 Línea aérea de contacto

Se propone la instalación de un sistema de Línea Aérea de Contacto adaptado a las características del nuevo tramo, que incluirá tanto la reposición de la vía existente en aquellos tramos que sea necesario, así como la electrificación de la nueva vía.

Por lo tanto, 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.

Para este tramo se propone la instalación de catenaria flexible tipo CA-160/3kVcc, la cual ya existe en la línea objeto del Estudio.

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 soportes en túnel.
- Montaje de equipos de catenaria: ménsulas, suspensiones y atirantados.
- Montaje de equipos de compensación.
- Ejecución de elevaciones, cola de catenaria, anclajes.
- Montaje de seccionamientos.
- Montaje de agujas aéreas.
- Tendidos de catenarias: sustentador, hilos de contacto y pendolado.
- Instalación de aislamientos intermedios y conexiones.
- Instalación de pararrayos tipo autoválvula.
- Instalación de descargadores de intervalos.
- Montaje y conexionado de seccionadores.
- Montaje de PLO para mando y control de seccionadores de catenaria.
- Desmontaje y demolición de todos aquellos elementos de la electrificación que interfieran con las nuevas instalaciones o queden fuera de servicio.

Se plantean dos alternativas de trazado denominadas alternativa 1 y alternativa 2, para diferentes velocidades de proyecto (120 Km/h y 160 Km/h respectivamente).

- **Alternativa 1:** duplicación para velocidad 120 Km/h.
- **Alternativa 2:** duplicación para velocidad 160 Km/h.

En las siguientes tablas se muestra un resumen de las actuaciones a realizar en relación a la LAC teniendo en cuenta que habrá tramos existentes afectados por la duplicación. Se distinguen diferentes tipos de actuaciones:

- Tramos de LAC existente a mantener.
- Tramos con instalación nueva de todos los elementos de la LAC (cimentaciones, postes, equipamiento de catenaria, cable de tierra, etc.)
- Tramos con supresión de LAC por desvío de la vía existente.
- Tramos que requieren el desmontaje de la LAC existente por afección y montaje de nueva LAC.

Se han utilizado los PK del proyecto para el análisis de ambas alternativas.

##### Alternativa 1:

##### Vía IZQUIERDA (PK ASCENDENTE)

PK INICIO	PK FIN	TIPO DE ACTUACIÓN
52+070	52+660	LAC nueva.
52+660	53+150	Estación Centelles. Renovación integral LAC.
53+150	57+100	LAC nueva.
57+100	57+900	LAC nueva. Cambio de trazado respecto a vía existente.
57+900	58+030	LAC nueva.
58+030	58+560	Estación Balenya. Renovación integral LAC.
58+560	58+620	LAC existente a mantener.
58+620	67+660	LAC nueva.

## Vía DERECHA (PK ASCENDENTE)

PK INICIO	PK FIN	TIPO DE ACTUACIÓN
52+070	52+340	Desmontaje de LAC de vía existente y montaje de LAC nueva.
52+340	53+150	Estación Centelles. Renovación integral LAC.
53+150	53+320	Desmontaje de LAC de vía existente y montaje de LAC nueva.
53+320	54+650	Estación Balenya. Renovación integral LAC.
54+650	55+100	Desmontaje de LAC de vía existente y montaje de LAC nueva.
55+100	55+300	LAC existente a mantener.
55+300	55+500	Desmontaje de LAC de vía existente y montaje de LAC nueva.
55+500	55+900	Desmontaje de LAC de vía existente y montaje de LAC nueva.
55+900	57+000	LAC existente a mantener.
57+000	57+100	Desmontaje de LAC de vía existente y montaje de LAC nueva.
57+100	57+900	Desmontaje de LAC en vía existente.
57+100	57+900	LAC nueva. Cambio de trazado respecto a vía existente.
57+900	58+030	Desmontaje de LAC de vía existente y montaje de LAC nueva.
58+030	59+150	Desmontaje de LAC de vía existente y montaje de LAC nueva.
59+150	61+410	LAC existente a mantener.
61+410	61+760	Desmontaje de LAC de vía existente y montaje de LAC nueva.
61+760	62+550	LAC existente a mantener.
62+550	62+950	Desmontaje de LAC de vía existente y montaje de LAC nueva.
62+950	63+800	LAC existente a mantener.
63+800	65+270	Desmontaje de LAC de vía existente y montaje de LAC nueva.
65+270	67+660	LAC existente a mantener.

## Alternativa 2:

## Vía IZQUIERDA (PK ASCENDENTE)

PK INICIO	PK FIN	TIPO DE ACTUACIÓN
52+070	52+660	LAC nueva.
52+660	53+150	Estación Centelles. Renovación integral LAC.
53+150	55+700	LAC nueva.
55+700	56+200	LAC nueva. Cambio de trazado respecto a vía existente.
56+200	56+800	LAC nueva.
56+800	57+900	LAC nueva. Cambio de trazado respecto a vía existente.
57+900	58+030	LAC nueva
58+030	58+520	Estación Balenya. Renovación integral LAC.
58+520	58+620	LAC existente a mantener.
58+620	59+000	LAC nueva.
59+000	61+400	LAC nueva. Cambio de trazado respecto a vía existente.
61+400	62+100	LAC nueva.
62+100	62+700	LAC nueva. Cambio de trazado respecto a vía existente.
62+700	67+660	LAC nueva.

## VÍA DERECHA (PK ASCENDENTE)

PK INICIO	PK FIN	TIPO DE ACTUACIÓN
52+070	52+340	Desmontaje de LAC de vía existente y montaje de LAC nueva.
52+340	53+150	Estación Centelles. Renovación integral LAC.
53+150	53+320	Desmontaje de LAC de vía existente y montaje de LAC nueva.
53+320	54+650	Estación Balenya. Renovación integral LAC.
54+650	55+100	Desmontaje de LAC de vía existente y montaje de LAC nueva.

PK INICIO	PK FIN	TIPO DE ACTUACIÓN
55+100	55+300	LAC existente a mantener.
55+300	55+500	Desmontaje de LAC de vía existente y montaje de LAC nueva.
55+500	55+700	Desmontaje de LAC de vía existente y montaje de LAC nueva.
55+700	56+200	Desmontaje de LAC en vía existente. LAC nueva. Cambio de trazado respecto a vía existente.
56+200	56+800	LAC existente a mantener.
56+800	57+900	Desmontaje de LAC en vía existente. LAC nueva. Cambio de trazado respecto a vía existente.
57+900	58+030	Desmontaje de LAC de vía existente y montaje de LAC nueva.
58+030	58+520	Estación Balenya. Renovación integral LAC.
58+520	58+630	LAC existente a mantener.
58+630	59+000	Desmontaje de LAC de vía existente y montaje de LAC nueva.
59+000	61+400	Desmontaje de LAC en vía existente. LAC nueva. Cambio de trazado respecto a vía existente.
61+400	62+100	LAC existente a mantener.
62+100	62+700	Desmontaje de LAC en vía existente. LAC nueva. Cambio de trazado respecto a vía existente.
62+700	62+800	Desmontaje de LAC de vía existente y montaje de LAC nueva.
62+800	63+400	LAC existente a mantener.
63+400	65+550	Desmontaje de LAC de vía existente y montaje de LAC nueva.
65+550	67+660	LAC existente a mantener.

### 4.3 Subestaciones eléctricas de tracción

El estudio incluye la comprobación de que la distribución de subestaciones actual es suficiente para dar servicio a los nuevos requisitos del tramo considerado, sin necesidad de ampliar o reforzar las subestaciones existentes. Para ello se ha tenido en cuenta lo siguiente:

La actuación contempla la duplicación de la vía existente con inicio en el PK 52+070 y fin en el PK 67+568, lo cual supone una longitud de 15,498 km. En función de las diferentes alternativas de trazado incluidas en el estudio informativo tendremos las siguientes longitudes:

ALTERNATIVA	PK INICIO	PK FIN	LONGITUD (KM)	DIFERENCIA (KM)	DIFERENCIA (%)
Actual	52/070	67/568	15,498	-	-
Alternativa 1	52/070	67/661	15,591	0,093	0,60
Alternativa 2	52/070	67/304	15,234	-0.111	-0,73

Según la tabla anterior, se puede observar que el caso más desfavorable sería la alternativa 1 en la cual la longitud del tramo se incrementaría en 93 m (<1%). En la alternativa 2 la longitud del tramo se reduciría.

Teniendo en cuenta la actual distribución de subestaciones, el tramo se alimenta desde las subestaciones de Les Franqueses (ubicada antes del inicio del tramo), Taradell y Manlleu (ubicada después del fin del tramo). La distancia entre las subestaciones de Les Franqueses y Manlleu es de 46,1 km. Por lo tanto, el incremento de longitud supone un 0,2 %.

Por otro lado, la velocidad máxima de circulación actual en el tramo La Garriga - Vic es de 130 km/h. En el caso de la alternativa 1 la velocidad máxima de circulación sería de 120 km/h, mientras que en el caso de la alternativa 2 sería de 160 km/h.

Actualmente, con una configuración en vía única, en el tramo entre Centelles y Vic, con la estación intermedia de Balenya, se puede tener dos trenes traccionando (uno en el subtramo Centelles – Balenya, y otro en el subtramo Balenya - Vic) y un tren consumiendo solo auxiliares esperando en la estación de Balenya en la misma vía. Con la duplicación de vía, el escenario más desfavorable pasaría a ser con dos trenes traccionando por cada vía, por lo que la duplicación supondrá un decremento de las caídas de tensión en catenaria y estarán también dentro de los rangos establecidos según normativa (tensión mínima: 2.000 V y tensión máxima permanente: 3.600 V, tensión máxima no permanente: 3.900 V).

Por otro lado, también se considera que los consumos de las subestaciones eléctricas de tracción que alimentan actualmente el tramo serán suficientes para dar servicio a la línea tras la ejecución de la duplicación de vía ya que se ha construido recientemente la subestación de Taradell, la cual se ubica dentro del tramo objeto del presente proyecto, y las interdistancias entre sus subestaciones colaterales son de 10,37 km con la subestación de Centelles, al inicio del tramo y de 14,41 km con la subestación de Manlleu. En cada una de ellas hay una potencia instalada de 2x3 MW. No obstante, debe tenerse en cuenta que a futuro se realizará un desdoblamiento completo de la línea, por lo que deberá realizarse un estudio de dimensionamiento eléctrico

completo de la línea teniendo en cuenta la capacidad futura de la misma, no siendo dicho análisis objeto del presente Estudio Informativo.

## 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.. Esta catenaria estará preparada para un nivel de aislamiento de 3 kV.

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 3.000 V.

#### 5.1.2 Geometría del Sistema

##### Altura del sistema

La altura del sistema de catenaria, definida como la diferencia de cotas del sustentador y de los hilos de contacto en la ménsula o suspensión, podrá adquirir los siguientes valores:

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

Se adecuarán los vanos a la altura de diseño de forma que se respeten las longitudes de péndola mínima.

El paso de una altura de sistema a otra se realizará intercalando las transiciones necesarias.

##### Altura de los hilos de contacto

La altura nominal del hilo de contacto respecto al plano de rodadura es de 5,30 m.

La altura nominal de 5,30 m se respetará en los tramos a cielo abierto y en el interior del túnel.

La altura mínima del hilo de contacto se calcula según lo establecido en la metodología de la norma UNE EN 50119 para el caso de catenaria CA-160/3 kV.

La altura de hilo de contacto de 5,3m es compatible con el gálibo GEC16. La altura de la envolvente máxima con el gálibo GEC16 para la plataforma nueva para este proyecto puede calcularse según la siguiente expresión:

$$\text{Hipótesis estática: } HCW_{d,min,EST} = KRP + \Delta_{hRV} + ECs + a1 + a2 + a4$$

$$\text{Hipótesis dinámica: } HCW_{d,min,DIN} = KRP + \Delta_{hRV} + ECd + a1 + a2 + a3 + a4$$

$$HCW_{d,min} = \max(HCW_{d,min,EST}, HCW_{d,min,DIN})$$

Donde,

- KRP: Altura del contorno de referencia, que para un gálibo GEB16 es de 4,70 m.
- ΔhRV: Desplazamiento perpendicular al plano de rodadura a considerar en la determinación del gálibo de implantación de obstáculos, por inscripción en acuerdos verticales, es de 25 mm.
- EC = distancia de aislamiento eléctrica en el aire, ECs = 150 mm y ECd = 50 mm.
- a1 = tolerancia vertical de la vía. Para vía balastada será de 20 mm.
- a2 = tolerancia de montaje del hilo de contacto. Se toma siempre un valor de 10 mm.
- a3 = desplazamientos dinámicos del hilo de contacto. Según la Nota Técnica de ADIF - Guía de cálculo de la altura mínima de diseño de la LAC conforme a la normativa europea, para LAC tipo CA-160/3 kV tipo A sería de 42 mm.
- a4 = efecto de la carga de hielo y de la temperatura sobre los conductores, que en este caso será de 130 mm.

Luego, la altura mínima del hilo de contacto:

$$HCW_{d,min,EST} = 4,700 + 0,025 + 0,150 + 0,020 + 0,010 + 0,130 = 5,035 \text{ m}$$

$$HCW_{d,min,DIN} = 4,700 + 0,025 + 0,050 + 0,020 + 0,010 + 0,042 + 0,130 = 4,977 \text{ m}$$

Por tanto, se establece una altura mínima de diseño de 5,035 m.

### Vano

El vano máximo, adoptado es de 60 m en recta, siendo los vanos en curva variables de acuerdo con el radio de la curva y la flecha.

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

DESCENTRAMIENTO	
Recta	+ 20 cm / - 20 cm
Curva	+ 20 cm / + 20 cm Hacia el exterior de la curva. Aplicación a curvas de radio: R<= 3.050 m

Al ser la catenaria vertical, el sustentador estará 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 el 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.

### **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 en recta, 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.

En general los seccionamientos podrán construirse de 3 vanos (sin eje) o con 4 vanos (con eje), variando los descentramientos según se trate de Lámina de Aire o de Cantón, y dependiendo del radio de curva y del vano.

Los cantones que discurran completamente en el interior del túnel podrán realizarse con catenaria no compensada. En los tramos a cielo abierto, la catenaria deberá ser compensada.

#### 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 ..... 1,90 m
- En curva interior (R>300 m)..... 1,90 m
- En curva interior (R<300 m) ..... 2,10 m

#### 5.1.5 Condiciones Ambientales de Funcionamiento

El sistema de LAC 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 (para elementos estructurales): ..... 120 km/h

#### 5.1.6 Conductores

Serán los siguientes:

- Sustentador ..... Cu de 150 mm<sup>2</sup> 37/2,3 mm
- Hilo de contacto ..... Cu 107 mm<sup>2</sup>
- Péndolas ..... Cu extra flexible de 25 mm<sup>2</sup> de sección
- Cable de tierra ..... Sección 116,2 mm<sup>2</sup> 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 ..... 1.425 kg (1397 daN)
- Hilos de contacto ..... 1.050 kgf (1029 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 mm<sup>2</sup> 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 mm<sup>2</sup> y dos hilos de contacto de Cu de 107 mm<sup>2</sup>.
- Las péndolas serán de cable de Cu extraflexible de 25 mm<sup>2</sup> 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 tangencial P-90 o tipo cruzada P-50.

#### Aisladores de sección

Todos los aisladores de sección estarán dotados de aislador del tipo barra en sustentador, además de péndolas para su nivelación.

Para catenaria con dos hilos de contacto se usarán aisladores de sección para 2 H.C. Ri 120, de fibra de vidrio PTFE con deflectores de cobre asimétricos (E.T. 03.364.153.1).

#### 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 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.

Se instalarán autoválvulas en todos los cantones, en la proximidad de los puntos fijos.

Asimismo, se dispondrá de descargadores de intervalos en las estaciones.

Se instalarán viseras o vallas de protección en las estructuras situadas por encima de la catenaria y próximas a ella según la norma UNE-EN 50122-1.

Asimismo, se instalarán cantones de protección a la entrada y salida de las estaciones con dos seccionamientos de lámina de aire, para el establecimiento de las correspondientes zonas neutras debiendo llevar dichos seccionamientos los correspondientes seccionadores telemandados.

#### Seccionadores de catenaria

Allí donde corresponda, se montarán seccionadores de apertura en carga según la E.T. 03.364.150.7 con accionamientos telemandados, de acuerdo con la E.T. 03.364.151.5 con autotransformador y timonería completa.

La sección de los cables de energía, en función de la potencia final del equipo instalado, estará adecuada para una caída de tensión máxima de un 5% (Reglamento de Baja Tensión). Los cables de mando y señalización serán del tipo EAPSP, con el número de conductores de 1,5 mm<sup>2</sup> necesarios según el número de seccionadores a telemandar en cada banda. El cable fiador será de la sección necesaria para soportar los cables de fuerza, mando y señalización.

#### Armario de control de seccionadores catenaria (PLO)

Para el control de los seccionadores de catenaria, se instalará un armario que incorporará toda la electrónica para el control de los mismos.

Este armario incluirá soporte para sistema de control de telemando de seccionadores de catenaria, para hasta 20 seccionadores. Constará de una pantalla y teclado, fuentes de alimentación, electrónica para el control, equipamiento de comunicaciones, equipamiento para conexión a telemando, representación gráfica LAC con posición de seccionadores, software, licencias, sistema de gestión de alarmas, etc.

Dispondrá de tarjeta multiprotocolo de comunicaciones para su relación con el telemando de energía.

#### **5.1.7 Postes y pórticos**

En los tramos a cielo abierto se utilizarán postes tipo X o Z normalizados según lo indicado en la NAE-300. Los postes irán anclados a la cimentación mediante pernos.

En casos excepcionales, con gálibo reducido, se podrán instalar también postes tipo PG1 o PG2.

El cable de guarda se tenderá en todo el trayecto, fijado a los postes, mediante los herrajes de suspensión, amarre o anclaje correspondientes.

#### **5.2 Subestaciones eléctricas de tracción**

El presente estudio incluye la ampliación de la subestación de Centelles y existente para dar servicio a la nueva vía, de forma que pase de 3 salidas de feeder a 6 salidas de feeder, 3 por cada vía.

En el caso de la subestación de Taradell, según el Pr. Constructivo, con fecha 2021, se contempla que la subestación ya esté dotada con 6 salidas de feeder, por lo que no se contemplan actuaciones adicionales en la mismas, excepto el tendido de cableado de feeder, retornos y alimentación y control de seccionadores de catenaria, así como la integración de los nuevos elementos en el sistema de protecciones, control y telemando.

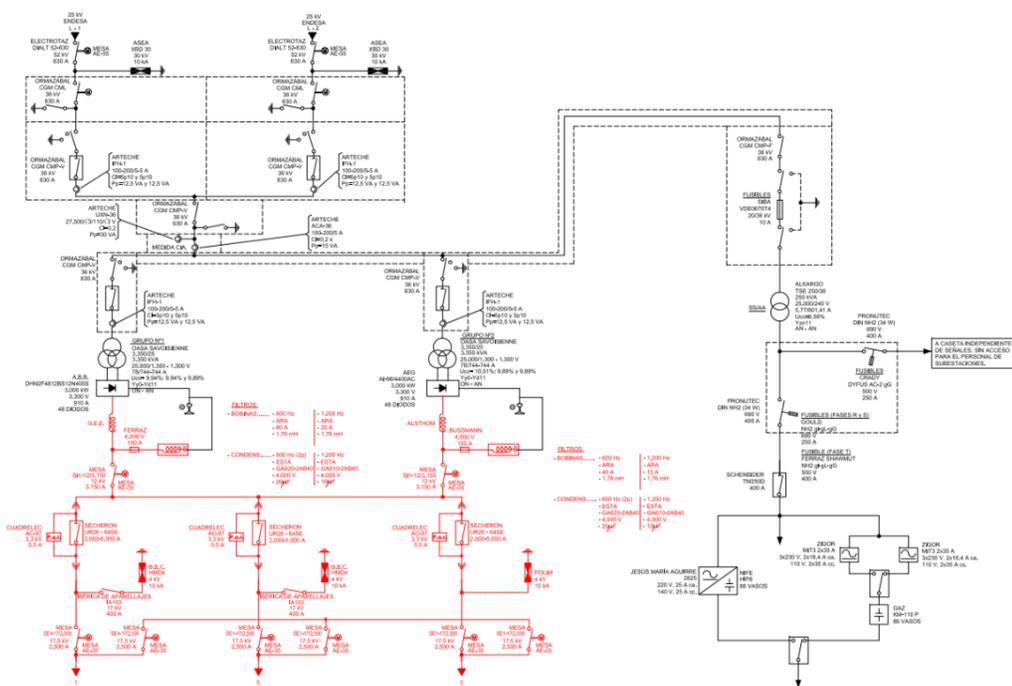


Figura 3. Esquema unifilar actual de la SE de Centelles

Tal y como se puede observar en la siguiente imagen, las celdas de salida de feeder se encuentran actualmente en la planta superior (Nº 1, 3 y 5). Se deberá realizar una redistribución de la planta superior para incluir las 3 celdas de salida de feeder adicionales (Nº, 2, 4 y 6).

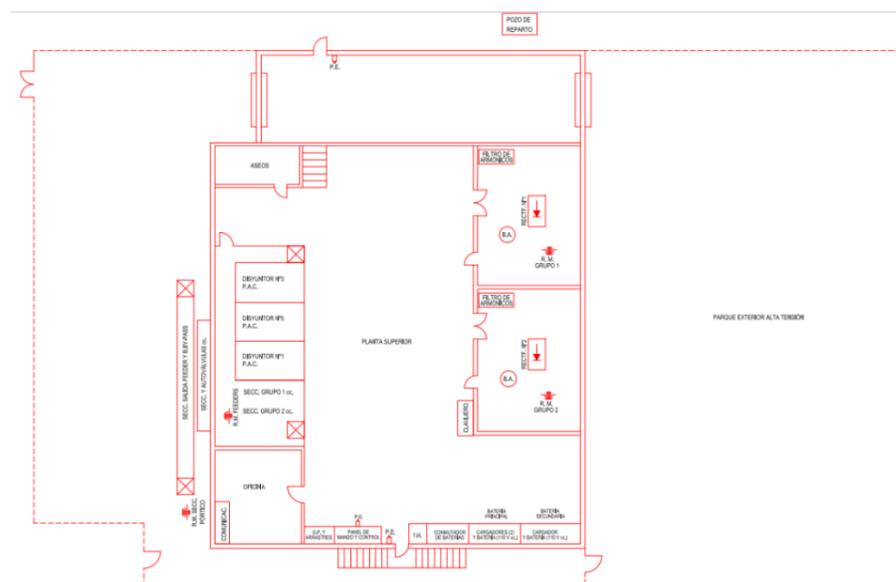


Figura 4. Planta superior actual de la SE de Centelles

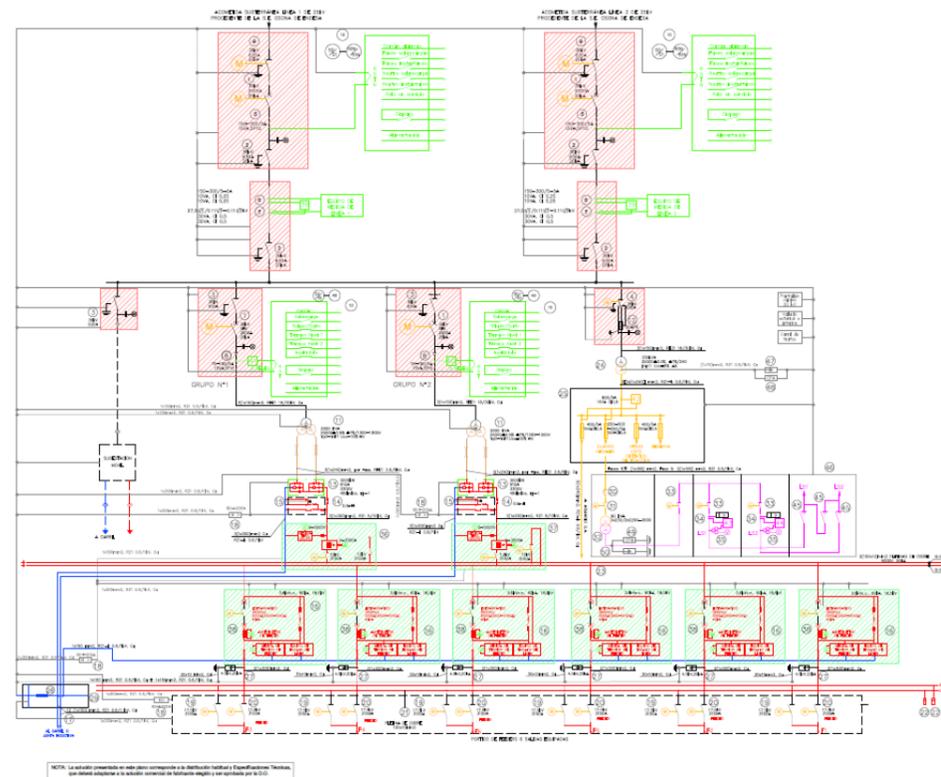


Figura 5. Esquema unifilar actual de la SE de Taradell

### 5.2.1 Equipamiento previsto

Las subestaciones se ampliarán con el siguiente equipamiento:

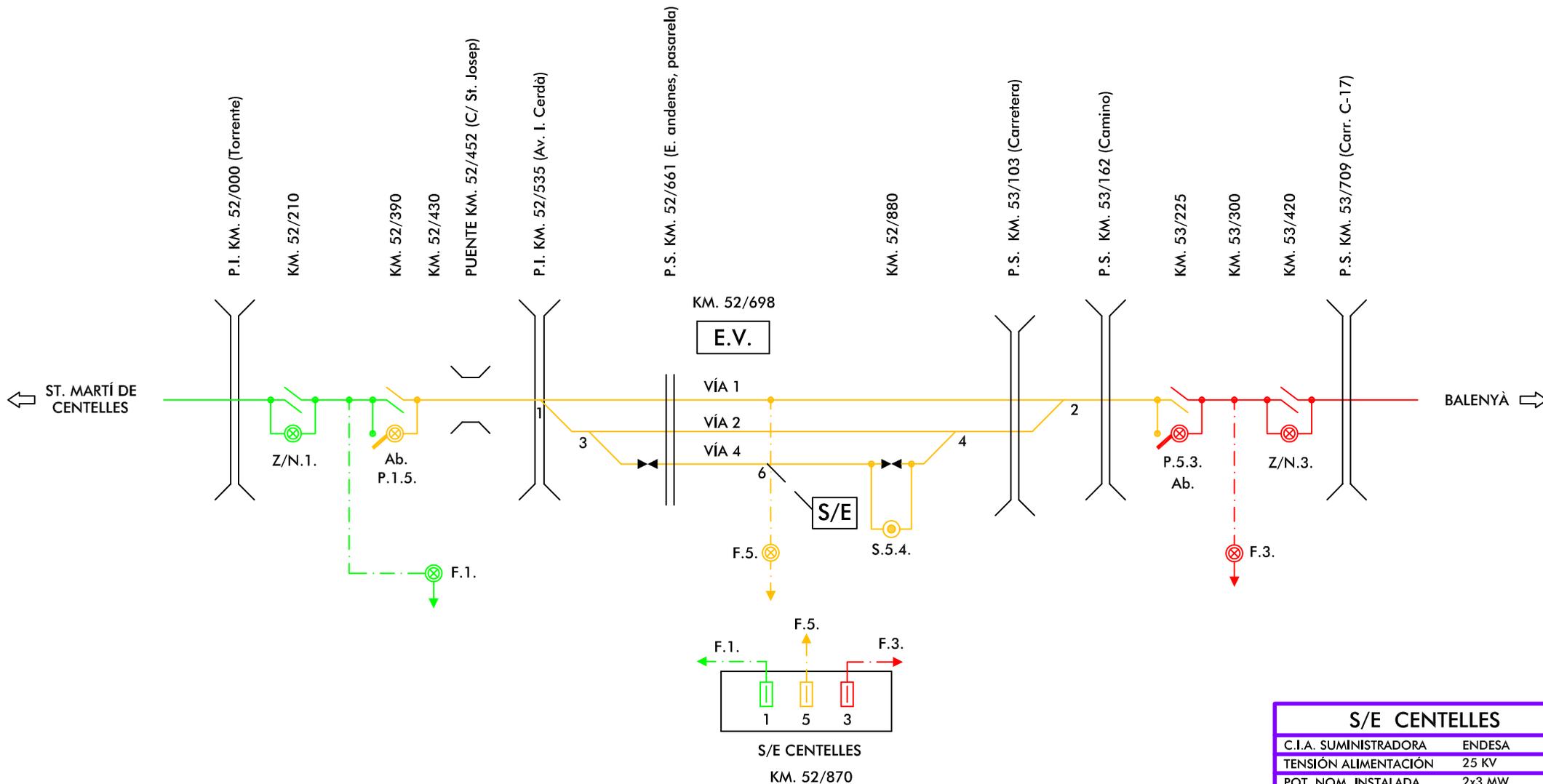
- 3 celdas de salida de feeder en c.c. en celdas metálicas desenchufables con seccionador de bypass.
- Ampliación del sistema de control y protecciones de las subestaciones
- Ampliación del sistema de arrastres
- Ampliación del telemando de energía

El sistema de control automatizado permite realizar el control completo de la subestación, mediante procesos manuales, semiautomáticos y automáticos, controlados a voluntad. Pudiéndose efectuar órdenes de mando, cambiar parámetros de ajuste, registrar todos los eventos y alarmas ocurridas, imprimir informes, etc. Todo ello desde un sistema monitorizado a través de sinópticos en varios niveles. En este caso, se ampliará para los bloques funcionales de las salidas de Feeders.

APÉNDICE 1. ESQUEMAS DE ELECTRIFICACIÓN

EN PARALELO CON FEEDER Nº 3 DE LA S/E DE LES FRANQUESES

EN PARALELO CON FEEDER Nº 1 DE LA S/E DE MANLLEU



S/E CENTELLES	
C.I.A. SUMINISTRADORA	ENDESA
TENSIÓN ALIMENTACIÓN	25 KV
POT. NOM. INSTALADA	2x3 MW
GRUPO RECTIFICADOR	ABB-AEG
CENTRO TELEMANDO	BARCELONA
TELÉFONO	551316

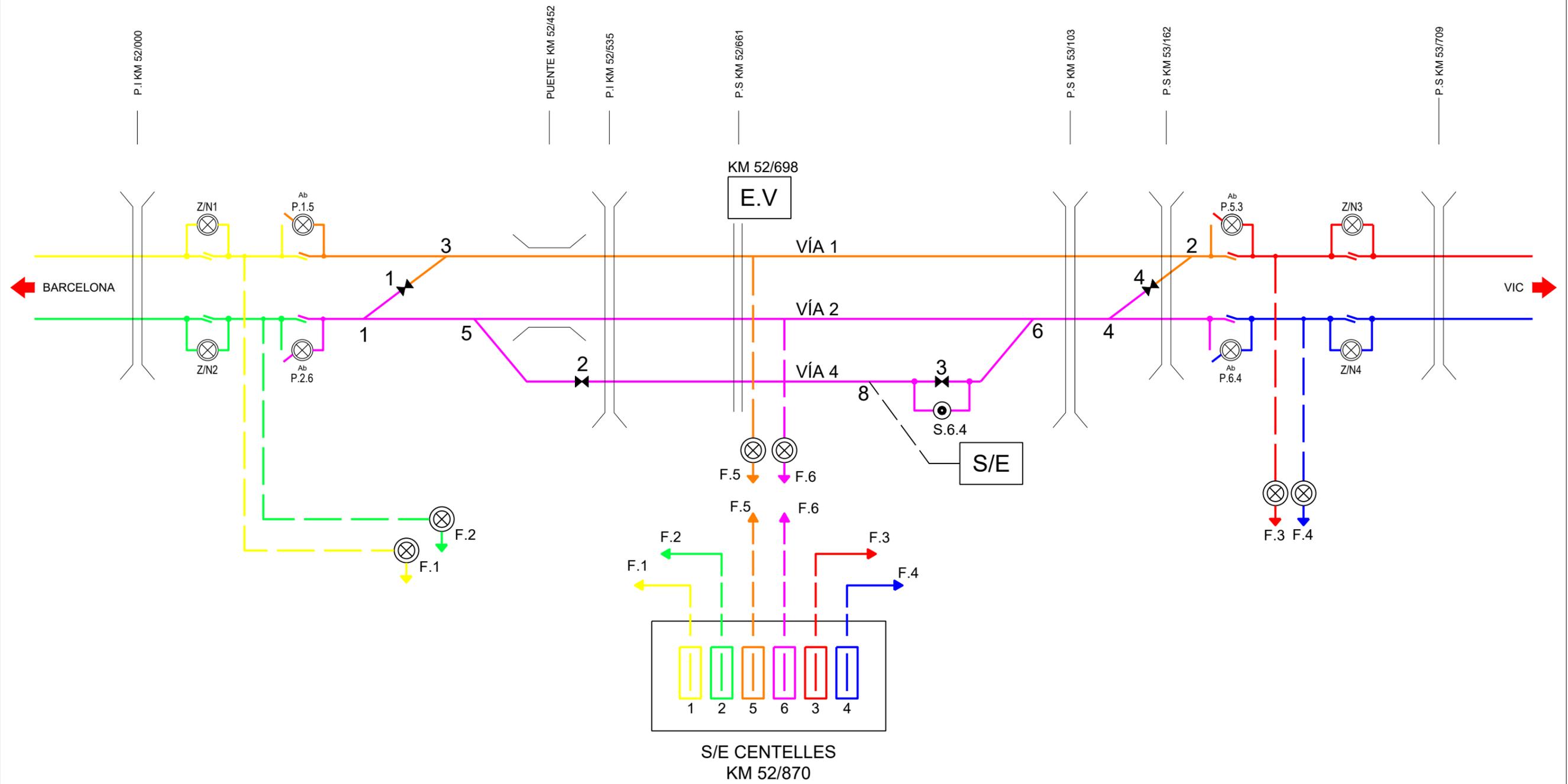


Dirección de Mantenimiento y Explotación  
Jefatura de Área de Mantenimiento de Barcelona

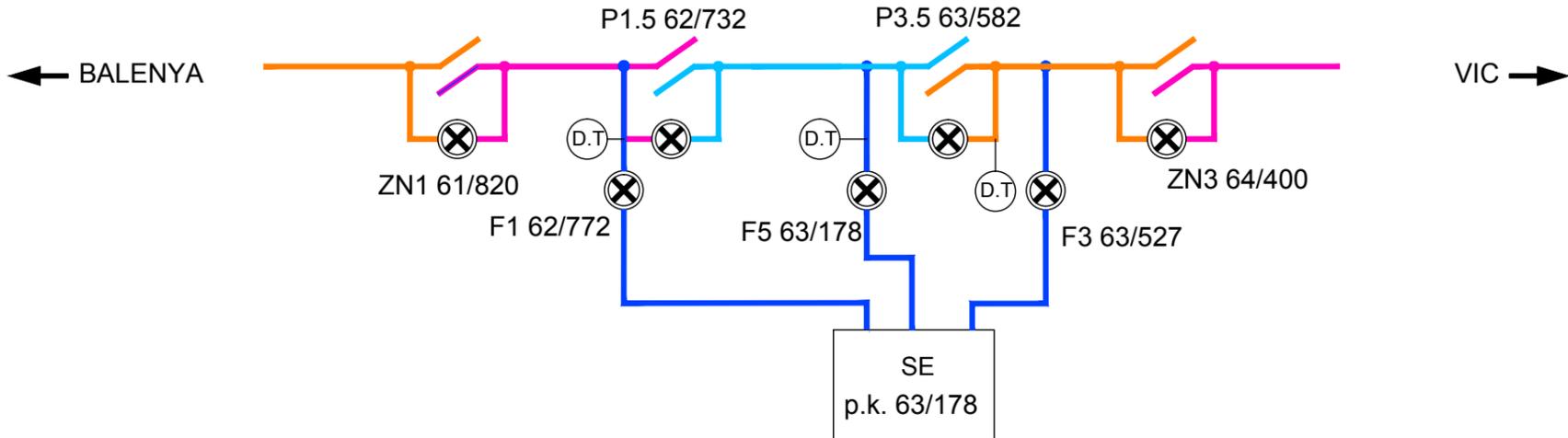
LÍNEA DE BARCELONA A RIPOLL  
**CENTELLES**  
ESQUEMA DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

EQUIPO/EQUIPOS :		VIC
DIBUJADO	Héctor	FECHA
COMPROBADO	P. Arévalo	23-09-2016

# ESTACIÓN DE CENTELLES



Para la solución con feederes de estación:



SECCIONADOR DE APERTURA EN CARGA TELEMANDADO



SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA



DETECTOR DE TENSION

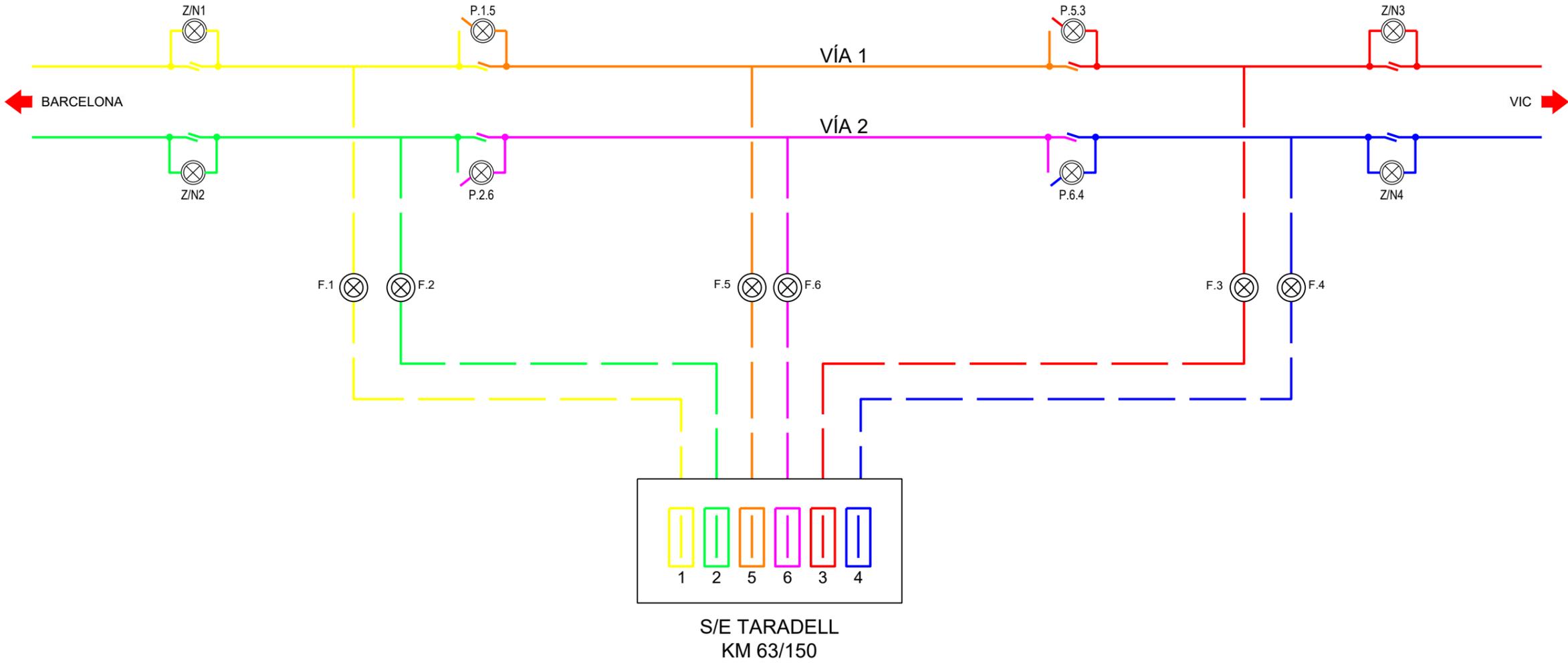


AISLADOR DE SECCION



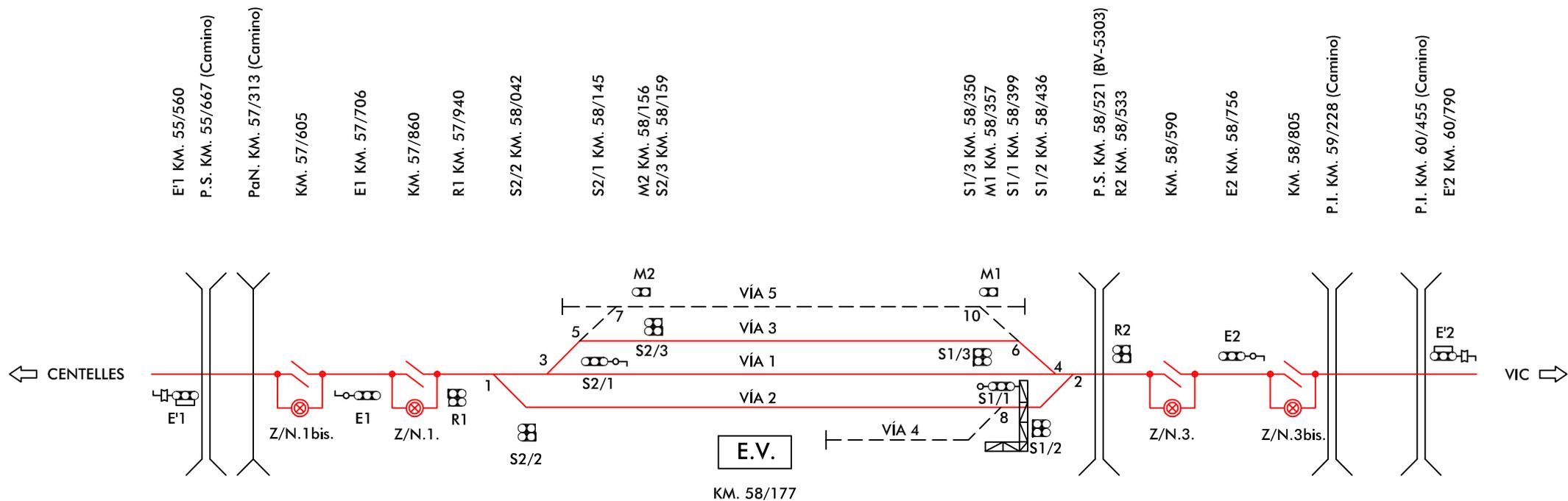
SECCIONAMIENTO LÁMINA AIRE

# SUBESTACIÓN DE TARADELL



FEEDER Nº 3 DE LA S/E DE CENTELLES

FEEDER Nº 1 DE LA S/E DE MANLLEU

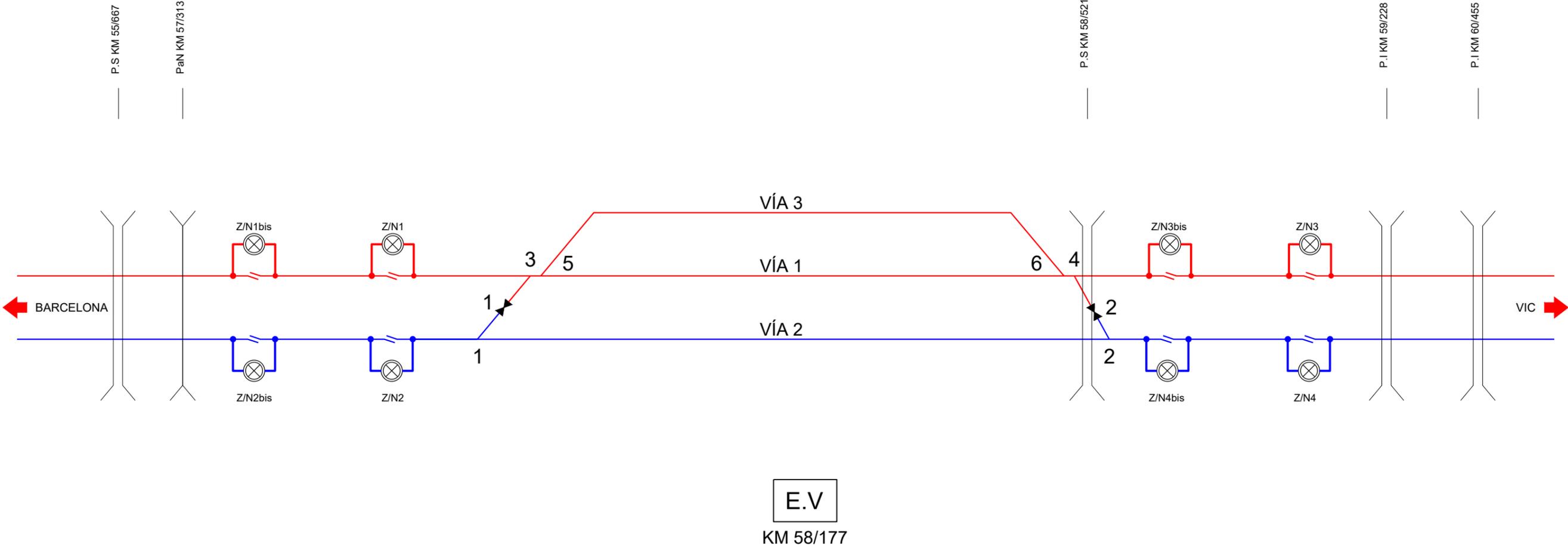


Dirección de Mantenimiento  
y Explotación  
Jefatura de Área de  
Mantenimiento de Barcelona

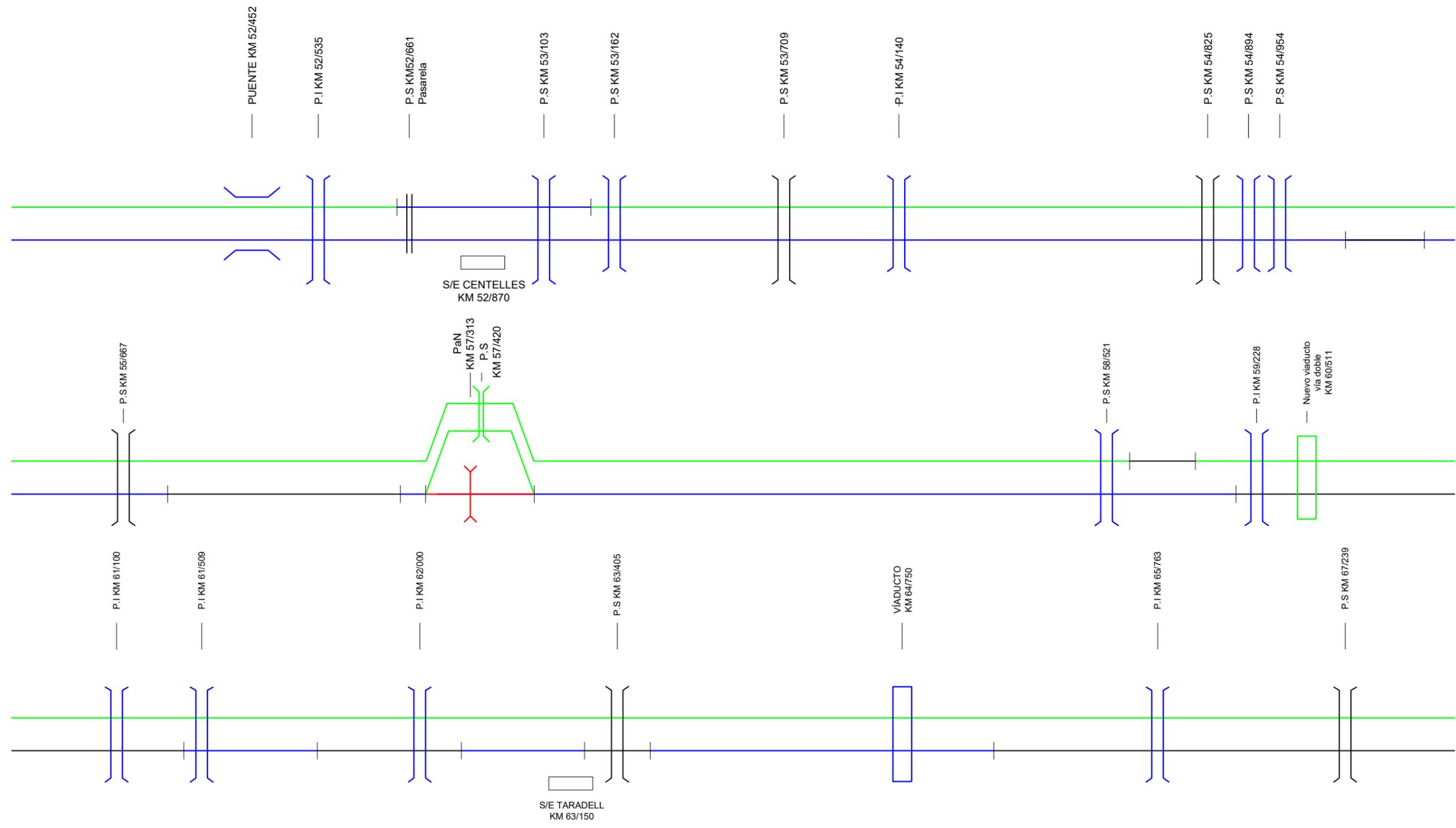
LÍNEA DE BARCELONA A RIPOLL  
**BALENYÀ - TONA - SEVA**  
ESQUEMA DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

EQUIPO/EQUIPOS :		VIC
DIBUJADO	Héctor	FECHA
COMPROBADO	J. Jariod	13-03-2014

# ESTACIÓN DE BALENYÁ-TONA-SEVA



APÉNDICE 2. ESQUEMAS DE ACTUACIONES SOBRE LA LAC



LEYENDA DE PROCESO CONSTRUCTIVO		LEYENDA DE ELECTRIFICACIÓN		VÍA X	
	EXISTENTE A MANTENER		SUPRIMIR		Nº DE VÍA EXISTENTE
	SUPRIMIR		SECCIONAMIENTO DE LÁMINA DE AIRE		Nº DE VÍA PROYECTADA
	RENOVACIÓN		SECCIONADOR DE APERTURA EN CARGA TELEMANDADO		
	NUEVO		AUTOVÁLVULA		



MINISTERIO DE TRANSPORTES, Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE  
SECRETARÍA GENERAL DE TRANSPORTE TERRESTRE  
DIRECCIÓN GENERAL DEL SECTOR FERROVIARIO

TÍTULO DEL PROYECTO:  
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA DUPLICACIÓN DE LA LÍNEA MONTCADA BIFURCACIÓN - PUIGCERDÀ FRONTERA FRANCESA. TRAMO VIC-CENTELLES

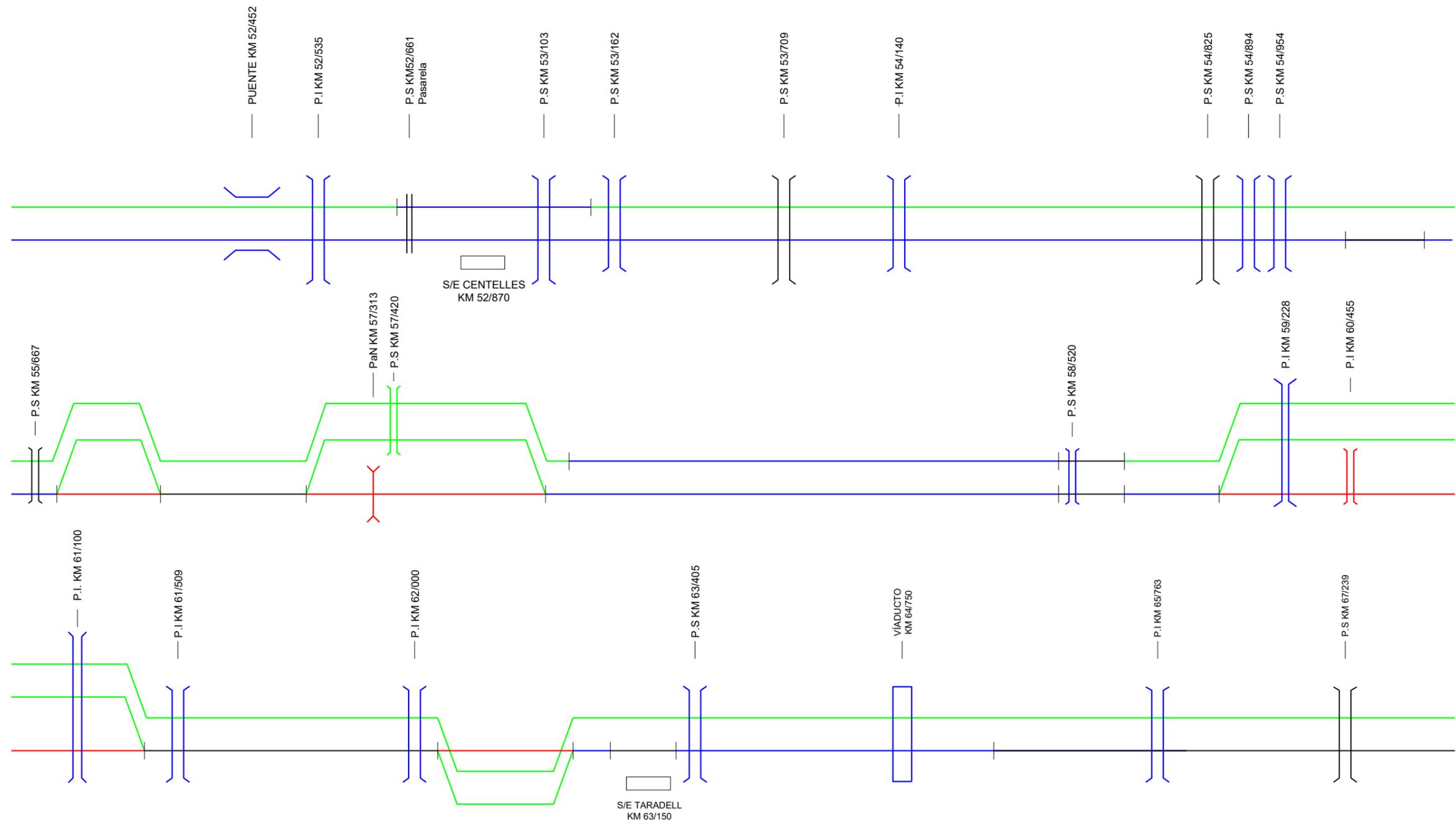
AUTOR DEL ESTUDIO:  
D. JOSÉ A. PÉREZ GÁNDARA

ESCALA ORIGINAL A3:  
NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA:  
ENERO 2024

Nº DE PLANO:  
A11.1  
Nº DE HOJA:  
HOJA 1 DE 2

TÍTULO DEL PLANO:  
ANEJO 11 ELECTRIFICACIÓN  
ESQUEMAS DE ACTUACIONES SOBRE LA LAC ALTERNATIVA 1



LEYENDA DE PROCESO CONSTRUCTIVO		LEYENDA DE ELECTRIFICACIÓN		VÍA X	
	EXISTENTE A MANTENER		VÍA ELECTRIFICADA		Nº DE VÍA EXISTENTE
	SUPRIMIR		SECCIONAMIENTO DE LÁMINA DE AIRE		Nº DE VÍA PROYECTADA
	RENOVACIÓN		SECCIONADOR DE APERTURA EN CARGA TELEMANDADO		
	NUEVO		AUTOVÁLVULA		



MINISTERIO DE TRANSPORTES, Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE  
SECRETARÍA GENERAL DE TRANSPORTE TERRESTRE  
DIRECCIÓN GENERAL DEL SECTOR FERROVIARIO

TÍTULO DEL PROYECTO:  
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA DUPLICACIÓN DE LA LÍNEA MONTCADA BIFURCACIÓN - PUIGCERDÀ FRONTERA FRANCESA. TRAMO VIC-CENTELLES

AUTOR DEL ESTUDIO:  
D. JOSÉ A. PÉREZ GÁNDARA

ESCALA ORIGINAL A3:  
NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA:  
ENERO 2024

Nº DE PLANO:  
A11.1  
Nº DE HOJA:  
HOJA 2 DE 2

TÍTULO DEL PLANO:  
ANEJO 11 ELECTRIFICACIÓN  
ESQUEMAS DE ACTUACIONES SOBRE LA LAC ALTERNATIVA 2