



PROYECTO

INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

PROYECTO HÍBRIDO ROYAL

DOCUMENTO 1: MEMORIA

Términos Municipales de Zaragoza y El Burgo de Ebro
(provincia de Zaragoza)



En Zaragoza, septiembre de 2024

ÍNDICE

1	ANTECEDENTES	2
2	OBJETO Y ALCANCE.....	3
3	DATOS DEL PROMOTOR	4
4	NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	5
4.1	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	5
4.2	OBRA CIVIL.....	6
4.3	SEGURIDAD Y SALUD	6
4.4	NORMATIVA AMBIENTAL.....	7
4.5	NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO.....	7
5	UBICACIÓN, TRAZADO Y ACCESO	8
5.1	UBICACIÓN SET ROYAL.....	8
5.2	RUTA DE ACCESO A SET ROYAL.....	8
5.3	UBICACIÓN DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA SET ROYAL - SET TRONCHETTI.....	9
5.4	TRAZADO DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA	10
5.5	UBICACIÓN SET TRONCHETTI.....	10
6	AFECCIONES A ORGANISMOS	11
7	PARCELAS AFECTADAS	13
8	DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EN PROYECTO.....	14
8.1	SUBESTACIÓN "ROYAL"	14
8.2	LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN 45 KV SET "ROYAL" - SET "TRONCHETTI"	45
8.3	SUBESTACIÓN "TRONCHETTI"	64
9	PLANIFICACIÓN	71
10	CONCLUSIÓN.....	72

1 ANTECEDENTES

INDUSTRIE CARTARIE TRONCHETTI IBÉRICA, S.L.U. ("ICT Ibérica") es una empresa papelera de origen italiano, implantada en El Burgo de Ebro, cuya actividad es la producción de papel tissue y la transformación de éste en rollos de papel para distintos usos domésticos, que tiene unos consumos de energía eléctrica importantes, y está interesada en implementar generación de energía renovable.

ICT Ibérica es promotora del PROYECTO HÍBRIDO ROYAL, un proyecto de generación de energía renovable eólica y fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica a la fábrica que ICT Ibérica tiene en el Burgo de Ebro, en régimen de autoconsumo sin excedentes.

2 OBJETO Y ALCANCE

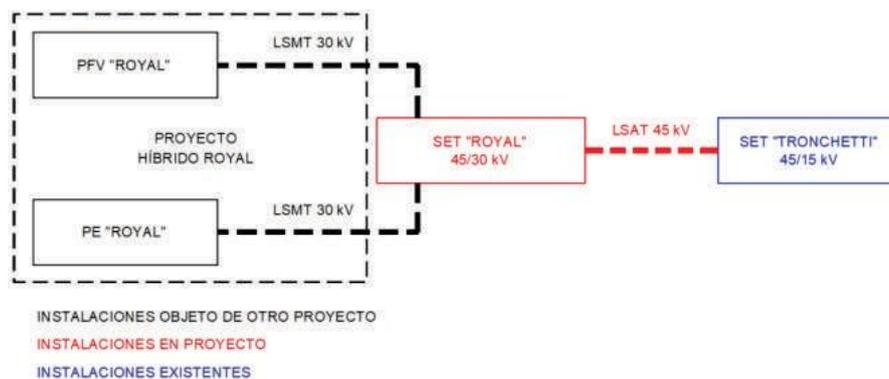
El presente proyecto se redacta con objeto de describir la obra civil y las instalaciones eléctricas de la SUBESTACIÓN "ROYAL" 30 / 45 kV, y de la LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN 45 kV SET "ROYAL" - SET "TRONCHETTI", así como de las modificaciones a realizar en la SET "TRONCHETTI" existente, que forman la infraestructura de evacuación del Proyecto Híbrido "ROYAL", y tramitar todos los permisos y autorizaciones legalmente necesarios para proceder a la construcción, montaje y puesta en servicio de las instalaciones.

Se pretende describir el conjunto de infraestructuras eléctricas, así como características técnicas esenciales a las que la SUBESTACIÓN "ROYAL" 30 / 45 kV y la LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN 45 kV SET "ROYAL" - SET "TRONCHETTI" habrán de ajustarse. Para ello se detalla el sistema de 45 kV, el sistema de 30 kV, los servicios auxiliares y el sistema de puesta a tierra.

El presente Proyecto está compuesto por los siguientes documentos: Memoria, Anexos (Cálculos eléctricos, Relación de Bienes y Derechos Afectados, Coordenadas de los límites de la subestación y de la línea eléctrica, Gestión de Residuos, estudio de campos magnéticos), Pliego de Condiciones, Estudio de Seguridad y Salud, Planos, y Presupuesto, en los que se describen, justifican y valoran con un nivel de detalle básico, las instalaciones proyectadas.

Las infraestructuras de evacuación del Proyecto Híbrido Royal son las siguientes:

- SET "Royal" 30 / 45 kV.
- Línea Subterránea de Alta Tensión 45 kV, desde la SET "Royal" hasta la SET "Tronchetti".
- SET "Tronchetti" 45/15 kV, existente.



Infraestructuras de evacuación.

3 DATOS DEL PROMOTOR

- Titular: INDUSTRIE CARTARIE TRONCHETTI IBÉRICA, S.L.U.
- CIF: B - 82.337.171
- Domicilio a efectos de notificaciones: Polígono Industrial El Espartal, Carretera N-232, km 216, 50730 El Burgo de Ebro (Zaragoza)
- Teléfono: 976 104 672

4 NORMATIVA DE APLICACIÓN

4.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- 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 O1 a O9. (BOE 19.03.08).
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico. (BOE 18.09.07).
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-BT O1 a 51 (BOE 18.09.02) e ITC-BT 52 (Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, BOE 31.12.14).
- 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 O1 a 23 (BOE 09.06.14).
- Real Decreto 1066/2001, del 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas. (BOE 29.09.01).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. (BOE 27.12.00).
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. (BOE 27.12.13).
- Normas Técnicas Particulares de la Compañía Eléctrica de la zona.
- Normas UNE y CEI aplicables.
- Recomendaciones UNESA aplicables.
- Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en Instalaciones Eléctricas, de la Comisión Técnica Permanente de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA.
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.

4.2 OBRA CIVIL

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE 28.03.06)
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural. (BOE 10.08.21)
- Normas Básicas de la Edificación "NBE", del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, vigentes.
- Normas Tecnológicas de la Edificación "NTE", del Ministerio de la Vivienda, vigentes.

4.3 SEGURIDAD Y SALUD

- Ley 54/2003, del 24 de marzo, por la que se reforma el marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales. (BOE 14.12.03).
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (BOE 16.03.71).
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de Trabajo. (BOE 07.08.97).
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. (BOE 23.04.97).
- Otras disposiciones en materia de seguridad y salud, contenidas en los Reales Decretos: 286/2006, de 10 de marzo, 1407/92, de 20 de noviembre y 487/1997, de 14 de abril.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, corrección de errores y modificaciones posteriores. (BOE 12.06.97).
- Real Decreto 614/O1, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. (BOE 14.06.01).
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, se aprueba el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales. (BOE 17.12.04).

4.4 NORMATIVA AMBIENTAL

- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero. (BOE 23.03.10).

4.5 NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

- Serán de obligado cumplimiento las normas y especificaciones técnicas detalladas en la ITC-RAT O2 del 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 O1 a 23. (BOE 09.06.14)
- Serán de obligado cumplimiento las normas y especificaciones técnicas detalladas en la ITC-LAT O2 del 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 O1 a O9. (BOE 19.03.08)
- Serán de obligado cumplimiento las normas de referencia detalladas en la ITC-BT O2 del Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-BT O1 a 51 (BOE 18.09.02) e ITC-BT 52 (Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre (BOE 31.12.14)).

5 UBICACIÓN, TRAZADO Y ACCESO

5.1 UBICACIÓN SET ROYAL

La SET "Royal" 30 / 45 kV está ubicada en el término municipal de Zaragoza, en el polígono 77 parcela 4, en la provincia de Zaragoza. Su planta será de forma rectangular, con unas dimensiones exteriores aproximadas de 38 x 28 metros.

Los vértices de la SET, en coordenadas UTM (ETRS89 Huso 30), son los siguientes:

VÉRTICES SET "ROYAL" 30 / 45 KV		
VÉRTICE	X	Y
V1	691.697	4.601.635
V2	691.735	4.601.635
V3	691.735	4.601.607
V4	691.697	4.601.607

La situación de la instalación queda reflejada en el Documento Planos.

5.2 RUTA DE ACCESO A SET ROYAL

Los caminos para acceder al emplazamiento donde se va a construir la subestación deberán ser adecuados para el transporte de toda la maquinaria, así como de todos los materiales e infraestructuras, garantizando la seguridad e integridad de personas e infraestructuras. En los casos necesarios, a lo largo del trazado se realizarán las modificaciones que sean necesarias.

A continuación, se resume la información del trazado para el transporte de la maquinaria y el transporte del material necesario para la construcción del parque.

La SET estará situada en el término municipal de Zaragoza, en la provincia de Zaragoza, y se utilizarán caminos públicos para minimizar el impacto en la zona.



Acceso a SET ROYAL sobre ortofoto

El acceso a la subestación se realiza mediante caminos vecinales, desde el vial de comunicación de dominio público correspondiente a la parcela 9003 del polígono 77 del término municipal de Zaragoza. Desde este vial se ejecutará un vial de nueva apertura, de una longitud aproximada de 31 metros hasta llegar a la puerta de la subestación. Estos accesos se representan en el plano de implantación de la subestación, incluido en el documento de planos.

5.3 UBICACIÓN DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA SET ROYAL - SET TRONCHETTI

La energía eléctrica generada por el PFV ROYAL de 18 MW y el PE ROYAL de 30 MW llega, mediante redes subterráneas de 30 kV objeto de otro proyecto, desde cada parque hasta la SET "ROYAL" en proyecto, donde su nivel de tensión se eleva a 45 kV. Desde Paso Aéreo-Subterráneo (en adelante PAS) a instalar en la citada SET, se evacúa mediante línea subterránea de Alta Tensión 45 kV hasta la SET "Tronchetti", existente.

HITO	DENOMINACIÓN	LONGITUD (m)	TÉRMINO MUNICIPAL
SET	PAS SET Royal	5,00	Zaragoza
-	Zanja y Topos	825,86	Zaragoza y El Burgo de Ebro
CEO1	Cámara de empalmes	-	El Burgo de Ebro
-	Zanja	825,86	El Burgo de Ebro
CEO2	Cámara de empalmes	-	El Burgo de Ebro
-	Zanja	830,00	El Burgo de Ebro
SET	Celda en SET Tronchetti	5,00	El Burgo de Ebro

6 AFECCIONES A ORGANISMOS

La instalación de la subestación "Royal" y el trazado de la línea subterránea SET "Royal" – SET "Tronchetti" afecta, por proximidad, cruzamiento o paralelismo, a las siguientes administraciones o empresas, para las que se confeccionan las correspondientes separatas:

- Ayuntamiento de Zaragoza
- Ayuntamiento de El Burgo de Ebro
- E-Distribución Redes Digitales, S.A.U.
- Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE)
- Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA)
- Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)
- Comunidad de Regantes El Burgo de Ebro
- Redexis Gas
- Dirección General de Carreteras e Infraestructuras del Gobierno de Aragón
- Instituto Aragonés de Gestión Ambiental (INAGA - Vías Pecuarias)
- Telefónica, S.A.

SUBESTACIÓN "ROYAL"

AFECCIÓN
Proximidad a Línea aérea 45 kV E-Distribución
Proximidad a Línea aérea de media tensión E-Distribución

LÍNEA SUBTERRÁNEA SET "ROYAL" - SET "TRONCHETTI"

Tramo	AFECCIÓN
SET Royal - CEO1	Cruzamiento con Canal Imperial de Aragón CHE
SET Royal - CEO1	Paralelismo con tubería de abastecimiento del Canal Imperial de Aragón CHE
SET Royal - CEO1	Cruzamiento con línea aérea telefónica Telefónica, S.A.
SET Royal - CEO1	Cruzamiento con Carretera N-232 (Futura A-68) MITMA
SET Royal - CEO1	Cruzamiento con FF.CC Miraflores - San Vicente de Calders ADIF
SET Royal - CEO1	Cruzamiento con N-232a MITMA

Tramo	AFECCIÓN
SET Royal - CEO1	Cruzamiento con vial de nueva construcción MITMA
SET Royal - CEO1	Paralelismo con vial de nueva construcción MITMA
CEO1 - CEO2	Paralelismo con vial de nueva construcción MITMA
CEO1 - CEO2	Paralelismo con tubería de abastecimiento Canal Imperial de Aragón CHE
CEO1 - CEO2	Paralelismo con canal de riego Comunidad de Regantes El Burgo de Ebro
CEO1 - CEO2	Cruzamiento con canal de riego Comunidad de Regantes El Burgo de Ebro
CEO1 - CEO2	Paralelismo con ARA-A1 D.G. Ctras. - Gobierno de Aragón
CEO1 - CEO2 - SET Tronchetti	Paralelismo con canal de riego Comunidad de Regantes El Burgo de Ebro
CEO1 - CEO2	Cruzamiento con ARA-A1 por paso inferior existente D.G. Ctras. - Gobierno de Aragón
CEO2 - SET Tronchetti	Paralelismo con ARA-A1 D.G. Ctras. - Gobierno de Aragón
CEO2 - SET Tronchetti	Cruzamiento e inicio de paralelismo con canal de riego Comunidad de Regantes El Burgo de Ebro
CEO2 - SET Tronchetti	Cruzamiento y Paralelismo con gasoducto "Burgo de Ebro" REDEXIS GAS
CEO2 - SET Tronchetti	Paralelismo con tubería de abastecimiento Canal Imperial de Aragón CHE
CEO2 - SET Tronchetti	Cruzamiento con Cordel del Paso de Aladrén INAGA - VVPP
CEO2 - SET Tronchetti	Cruzamiento y Paralelismo con vial de nueva construcción MITMA
CEO2 - SET Tronchetti	Cruzamiento con tubería de abastecimiento Canal Imperial de Aragón CHE
CEO2 - SET Tronchetti	Cruzamiento e inicio de paralelismo con canal de riego Comunidad de Regantes El Burgo de Ebro
CEO2 - SET Tronchetti	Cruzamiento con tubería de abastecimiento Canal Imperial de Aragón CHE
CEO2 - SET Tronchetti	Paralelismo y cruzamiento con redes eléctricas subterráneas MT E-Distribución

En el *Documento "PLANOS"* se pueden observar el conjunto de afecciones conocidas. No se conoce ninguna otra posible afección sobre bienes, instalaciones, obras o servicios, centros o zonas dependientes de otras Administraciones Públicas, Organismos, Corporaciones, o Departamentos del Gobierno de Aragón, que no sean las anteriormente señaladas.

7 PARCELAS AFECTADAS

En el Anejo de Relación de Bienes y Derechos Afectados se detalla la relación de polígonos y parcelas afectadas por las infraestructuras en proyecto.

8 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EN PROYECTO

8.1 SUBESTACIÓN "ROYAL"

8.1.1 INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA

8.1.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

La instalación objeto del presente proyecto estará constituida por:

- Una posición intemperie, rígida no ampliable, de línea + transformador 30 / 45 kV de 50/60 MVA, ONAN/ONAF con regulación en carga.
- Un edificio de interconexión y control donde se alojarán las celdas del sistema de media tensión (30 kV), equipos auxiliares, de control, medida, protección, corriente continua, etc.

Todos los elementos de la subestación se ubicarán en un recinto vallado de dimensiones 38 x 28 m en el que se situarán, además del sistema de 45 kV, el edificio de interconexión y control.

En el documento planos, figuran los de disposición general de la instalación en planta y secciones, así como los del edificio de interconexión y control, etc.

8.1.1.2 PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO DE LA SET

Las características eléctricas de la aparatamenta serán:

Nivel de tensión del parque	45 kV	30 kV
Tensión nominal	45 kV _{ef}	30 kV _{ef}
Tensión más elevada para el material	52 kV _{ef}	36 kV _{ef}
Frecuencia nominal	50 Hz	50 Hz
Tensión soportada a frecuencia industrial	95 kV _{ef}	70 kV _{ef}
Tensión soportada bajo impulso tipo rayo	250 kV _{cr}	170 kV _{cr}
Conexión del neutro	Rígido a tierra	Aislado

8.1.1.3 SISTEMA DE 45 kV

La parte de la subestación con nivel de tensión de 45 kV se encontrará ubicada en un recinto vallado en el que se instalará el transformador de potencia y la aparatamenta en dicho nivel (interruptores, seccionadores, transformadores de intensidad,

transformadores de tensión y autoválvulas), así como sus correspondientes estructuras metálicas de soporte. También se instalará la aparamenta de exterior de media tensión.

La topología en el parque de 45 kV será rígida no ampliable, con una posición de línea + transformador.

La posición de línea + transformador dispondrá de:

- Dos juegos de tres (3) pararrayos autoválvula con contador de descargas.
- Un juego de tres (3) transformadores de tensión tipo inductivo para medida y protección.
- Un juego de tres (3) transformadores de intensidad para medida y protección.
- Un (1) interruptor tripolar automático de corte en SF₆.
- Un (1) seccionador tripolar de 45 kV con mando de puesta a tierra.

La unión entre las diferentes aparamentas en 45 kV se realizará con cable de aluminio - acero tipo LA-380, de 381 mm² de sección, 10.870 kg de carga de rotura y 1,275 kg/m de peso.

8.1.1.3.1 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

Para las posiciones de línea y de transformador, se ha previsto la instalación de interruptores automáticos tripolares de SF₆ para intemperie.

Las características más esenciales de estos interruptores son:

- Tensión de servicio [kV]:..... 45
- Frecuencia [Hz] 50
- Intensidad nominal de servicio [A]:..... 1.000
- Poder de corte nominal bajo cortocircuito [kA] 25
- Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz [kV]..... 95
- Tensión de ensayo con onda 1,2/50 μs [kV].....250

Es un interruptor trifásico automático, para alta tensión, a gas SF₆ de simple y baja presión, para servicio intemperie, hasta -30° C, de tres ciclos, modelo monocámara (un elemento de interrupción por polo), con mando por muelle incorporado para funcionamiento en tripolar (un mando para los tres polos) y con el gas necesario para

su funcionamiento controlado por densímetro, con contactos de control y alarma. Responde en su ejecución a las últimas ediciones de las normas CEI-56.

El armario del interruptor va dotado de resistencia de calefacción, relé antibombeo, contador de operaciones, un dispositivo para abrir y cerrar eléctricamente el interruptor desde el mismo, y un conmutador-selector de dos posiciones "remoto-local".

8.1.1.3.2 SECCIONADOR DE LÍNEA

Para poder efectuar el seccionamiento de la salida de línea, se ha previsto el montaje de un seccionador tripolar para 45 kV de tipo intemperie de dos columnas giratorias, de apertura central y con cuchillas de puesta a tierra.

Las características técnicas principales de estos seccionadores son las siguientes:

- Tensión nominal [kV]..... 45
- Frecuencia [Hz]..... 50
- Intensidad nominal de servicio [A] 1.000
- Intensidad admisible de corta duración [kA]..... 25

8.1.1.3.3 TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD

Se instalarán tres transformadores de intensidad, que alimentarán los circuitos de medida y protección.

A continuación, se describen las principales características de estos transformadores:

- Tensión más elevada [kV]..... 52
- Tensión de servicio [kV]..... 45
- Frecuencia [Hz]..... 50
- Relación de transformación [A] 350-700/5-5-5-5
- Potencias y clases de precisión:
 - Arrollamientos de medida 10 VA Cl. 0'2s; 30 VA Cl. 0,5
 - Arrollamientos de protección 50 VA Cl. 5P20; 50 VA Cl. 5P20

8.1.1.3.4 TRANSFORMADORES DE TENSIÓN

Se instalará un juego de tres transformadores de tensión tipo inductivo. Sus características eléctricas más importantes son:

- Tensión más elevada [kV].....	52
- Tensión de servicio [kV].....	45
- Frecuencia [Hz].....	50
- Relación de transformación	
Primer arrollamiento	46,2:√3 / 0,11:√3
Segundo arrollamiento	46,2:√3 / 0,11:√3
Tercer arrollamiento	46,2:√3 / 0,11: 3
- Potencias y clase de precisión	
Primer arrollamiento	10 VA, CI O.2
Segundo arrollamiento	50 VA, CI O.5-3P
Tercer arrollamiento.....	50 VA, CI 6P

8.1.1.3.5 PARARRAYOS AUTOVÁLVULA

Para proteger la instalación contra las sobretensiones de origen atmosférico, o las que por cualquier otra causa pudieran producirse, se ha proyectado el montaje de dos juegos de tres pararrayos tipo autoválvula uno junto a la entrada de línea y otro junto al transformador de potencia.

Los pararrayos deberán tener las siguientes características:

- Instalación/tipo	Intemperie/ZnO
- Tensión máxima de servicio entre fases.....	kV
- Tensión nominal	kV
- Frecuencia nominal.....	50 Hz
- Tiempo máximo de falta a tierra.....	1 s
- Tensión de servicio continuo U_c [kV]	38
- Tensión asignada U_r [kV]:.....	48
- Tensión residual [kV]:.....	113
- Intensidad nominal de descarga	10 kA
- Tipo de servicio continuo	
- Clase	2
- Equipamiento	Contador de descargas

8.1.1.3.6 PUNTAS FRANKLIN

Se instalarán cinco (5) puntas Franklin de 50 metros de radio de acción dotado de mástil autoportante, conectados a la malla de tierras general de la subestación con cable de cobre desnudo, según la siguiente distribución:

- Dos (2) ud en la cubierta del edificio de control de la subestación.
- Tres (3) en el parque intemperie, sobre soportes.

8.1.1.3.7 TRANSFORMADOR DE POTENCIA 30 / 45 kV

Se instalará un transformador de potencia trifásico de 50/60 MVA de potencia y relación nominal 30 / 45 kV, en baño de aceite, sobre bancada situada en la zona del parque intemperie.

El dieléctrico será aceite que circulará en el interior de la cuba por convección natural. La conexión del neutro en el lado de alta tensión será rígida a tierra mientras que la explotación del devanado de media tensión será con el neutro aislado.

Las características constructivas más importantes son:

- Tipo de servicio: Continuo
- Potencia nominal [MVA]..... 50 / 60 ONAN / ONAF
- Relación de transformación:..... $\pm 10 \times 1\%$ / 30 kV
- Frecuencia [Hz]: 50
- Refrigeración ONAN / ONAF
- Conexión Estrella/triángulo
- Grupo de conexión: Ynd11
- Tensión de cortocircuito:..... 15%
- Niveles de aislamiento en el primario:
 - Nivel de aislamiento en el secundario.....kV
- Niveles de aislamiento en el secundario:
 - Nivel de aislamiento.....kV

8.1.1.3.8 SALIDA DE 30 kV

En la salida de media tensión del transformador de potencia se instalará la siguiente aparamenta de exterior:

- 3 pararrayos autoválvula, de óxido metálico.
- 3 aisladores apoyo.
- terminales exteriores para cable 18/30 kV.
- Seccionador y reactancia de puesta a tierra

La conexión de las celdas de media tensión con el transformador de potencia se realizará mediante cable aislado instalado en canal de cables o bajo tubo hasta el bastidor donde se realizará la conversión subterránea y desde donde partirá el embarrado hasta los bornes del transformador.

El cable empleado será unipolar, con aislamiento de polietileno reticulado con capa semiconductor extruida y pantalla de hilos de cobre.

Su tensión nominal será de 18/30 kV y su sección conductora 3 x (3x1x400 mm² Al). La cubierta será de poliolefina, que le proporciona gran resistencia mecánica.

El embarrado hasta el transformador de potencia será de tubo o pletina de cobre de las dimensiones adecuadas para soportar la intensidad que circule por el conductor.

Los terminales de conexión se adecuarán a los tipos de bornas del transformador y la celda.

8.1.1.3.9 EMBARRADOS

Los embarrados principales y auxiliares se elegirán de forma que las temperaturas máximas previstas no provoquen calentamientos por encima de 40°C sobre la temperatura ambiente. Asimismo, soportarán los esfuerzos electrodinámicos y térmicos de las corrientes de cortocircuito previstas, sin que se produzcan deformaciones permanentes.

A continuación se reflejan las intensidades nominales y de diseño, tanto en régimen permanente como en condiciones de cortocircuito, apreciándose que se han elegido unos valores para el diseño de embarrados superiores a los nominales con un margen de seguridad suficiente:

-Sistema de 45 kV:

- Intensidad nominal de la instalación 615,84 A
- Intensidad de cortocircuito soportada 25 kA

-Sistema de 30 kV:

- Intensidad nominal de la instalación 923,76 A
- Intensidad de cortocircuito soportada 25 kA

8.1.1.3.9.1 Cable de unión de aparamenta 45 kV

La conexión de la aparamenta de alta tensión se realizará mediante conductor LA-380, cuyas características son:

- Sección total381 mm²
- Composición 54+7 hilos de aluminio y acero respectivamente
- Diámetro:.....25,38 mm
- Peso 1,275 Kg/Km
- Resistencia eléctrica: 0,0857 O/Km
- Densidad de corriente admisible: 1,888 A/mm²
- Corriente admisible 1 conductor: 719,67 A

Las conexiones entre el conductor citado anteriormente y los diferentes elementos se realizará a través de racores de conexión de fabricación con técnica de ánodo masivo, con diseño circular y equipados con tornillería de acero inoxidable.

Se emplearán conectores bimetálicos en caso de unión de metales de electronegatividades diferentes (cobre-aluminio).

8.1.1.3.9.2 Embarrados de 30 kV:

En la salida de bornas del devanado secundario de cada uno de los transformadores de potencia, hasta su conexión con los terminales, el embarrado estará constituido por tubo de cobre de diámetro int./ext. 80/70 mm (sección 1.180 mm²), que admite un paso de corriente permanente de 2.896 A.

La conexión entre el embarrado de salida del transformador de potencia y las celdas de alimentación de protección del transformador de 30 kV se realiza a través de varias ternas de cables de potencia que se resumen en:

- Celda TR PFV Royal: 1 terna de cable RHZ1 18/30 kV 3x1x400 mm² Al.
- Celda TR PE Royal: 2 ternas de cable RHZ1 18/30 kV 3x1x400 mm² Al.

8.1.1.4 SISTEMA DE 30 kV

El sistema eléctrico de 30 kV estará formado por dos semibarras, una para el parque eólico y otra para el parque fotovoltaico, y ambas conectadas con el transformador de potencia.

El sistema eléctrico de 30 kV estará constituido por celdas prefabricadas compactas, de ejecución metálica, tipo interior, con aislamientos y corte en SF₆ destinadas a los distintos servicios. A continuación se describen las celdas de cada una de las tres semibarras:

- Semibarra del PFV Royal
Dispondrá de 1 celda de línea, 1 celda de trafo y 1 celda de batería de condensadores.
- Semibarra del PE Royal
Dispondrá de 3 celdas de línea, 1 celda de trafo, 1 celda de batería de condensadores y 1 celda de servicios auxiliares.

Cada circuito de salida para conexión de los parques renovables dispondrá de protecciones de sobreintensidad mediante relés de fase (51) que actúan sobre el interruptor correspondiente de su posición.

En el lado de media tensión se dispondrá de contador electrónico combinado de energía activa y reactiva bidireccional para la medida en el punto frontera de cada uno de los parques.

Los circuitos de intensidad de los equipos de medida y protección estarán alimentados por los transformadores de intensidad en el secundario del transformador.

Las celdas son del tipo blindado y encapsulado trifásico con aislamiento de gas hexafluoruro de azufre (SF₆). La configuración eléctrica es de simple barra.

- Tensión nominal de aislamiento:.....kV
- Tensión de servicio 0 kV
- Intensidad nominal de cada embarrado.....1.200 A
- Corriente de cortocircuito simétrica admisible: 25 kA

8.1.1.4.1 *Posición de línea*

Tres detectores de presencia de tensión capacitivos

Tres transformadores de intensidad

- Nivel de aislamientokV
- Relación de transformación
 - PFV Royal 150-300 / 5-5 A
 - PE Royal circuito 1..... 150-300 / 5-5 A
 - PE Royal circuito 2..... 50-100 / 5-5 A
 - PE Royal circuito 3..... 50-100 / 5-5 A
- Potencia y clase de precisión devanado 1..... 15VA, Cl. 5P20
- Potencia y clase de precisión devanado 2..... 15VA, Cl. O,5

Un interruptor automático

- Nivel de aislamientokV
- Intensidad nominal 400 A
- Poder de corte en cortocircuito..... 25 kA
- Capacidad de cierre en cortocircuito 50 kA
- Ciclo de maniobra..... O-O,3s-CO-15s-CO

Un seccionador de barras con puesta a tierra.

- Nivel de aislamientokV
- Intensidad nominal 400 A
- Intensidad de corta duración 25 kA
- Mando de las cuchillas Manual

8.1.1.4.2 *Posición de transformador*

Tres detectores de presencia de tensión

Tres transformadores de Intensidad

- Nivel de aislamientokV
- Relación de transformación
 - PE Royal500-1000/5-5-5 A

- PFV Royal150-300/5-5-5 A
- Potencia y clase de precisión devanado 1..... 15 VA, CI O,5s
- Potencia y clase de precisión devanado 2..... 15 VA, CI O,5
- Potencia y clase de precisión devanado 3..... 30 VA, CI 5P2O

Un interruptor Automático

- Nivel de aislamientokV
- Intensidad nominal 630 A
- Poder de corte en cortocircuito..... 25 kA
- Capacidad de cierre en cortocircuito 50 kA
- Ciclo de maniobra.....O-O,3 s-CO-3 min-CO

Un seccionador de barras con puesta a tierra

- Nivel de aislamientokV
- Intensidad nominal 630 A
- Intensidad de corta duración 25 kA
- Mando de las cuchillas Manual

Tres transformadores de Tensión Inductivos

- Nivel de aislamientokV
- Tensión de servicio 0 kV
- Frecuencia 50 Hz
- Tensión eficaz de ensayo 1 minuto 50 Hz..... 0 kV
- Tensión de cresta de ensayo con onda 1,2/50 μ s..... 0 kV
- Relación de transformación:
 - 1er devanado 33.000/ $\sqrt{3}$ / 110/ $\sqrt{3}$ V
 - 2º devanado 33.000/ $\sqrt{3}$ / 110/ $\sqrt{3}$ V
 - 3er devanado 33.000/ $\sqrt{3}$ / 110/3 V
- Potencia y clase de precisión:
 - 1er devanado 25VA, CI. O,2
 - 2º devanado.....25VA, CI. O,5-3P
 - 3er devanado.....50VA, CI. 3P

Tres Pararrayos Autoválvulas (en bastidor intemperie)

- Tipo..... Óxido metálico
- Tensión Asignada (U_r)..... kV
- Tensión de funcionamiento continuo (U_c) 0 kV
- Intensidad de descarga con onda 8/20 μ s..... 10 kA

8.1.1.4.3 *Posición de batería de condensadores*

Tres detectores de presencia de tensión capacitivos

Tres transformadores de Intensidad

- Nivel de aislamientokV
- Relación de transformación 100-200 / 5-5 A
- Potencia y clase de precisión:
 - 1er devanado..... 15VA, Cl. 0,5
 - 2º devanado 15VA, Cl. 5P20

Un interruptor Automático

- Nivel de aislamientokV
- Intensidad nominal 630 A
- Poder de corte en cortocircuito..... 25 kA
- Capacidad de cierre en cortocircuito 80 kA
- Ciclo de maniobra.....O-O,3 s-CO-3 min-CO

Un seccionador de barras con puesta a tierra

- Nivel de aislamientokV
- Intensidad nominal 630 A
- Intensidad de corta duración..... 25 kA
- Mando de las cuchillas Manual

8.1.1.4.4 *Posición de servicios auxiliares*

Un Interruptor-Seccionador de 3 posiciones

- Nivel de aislamientokV
- Intensidad nominal 630 A
- Intensidad de corta duración..... 25 kA
- Poder de cierre 50 kA

- Mando Manual

Tres Fusibles

- Intensidad nominal 6 A

8.1.1.4.5 Transformadores de servicios auxiliares

Cada uno de los transformadores de servicios auxiliares quedarán alojados en el interior de una celda y sus características eléctricas principales serán:

- Potencia nominal50 kVA
- Nivel de aislamientokV
- Relación de transformación $0\pm 2,5\pm 5\pm 7,5\%$ /0,42 kV
- Grupo de conexiónDyn11

Cada transformador está protegido mediante la protección de sobreintensidad (5O+51N). Así mismo, llevará incorporada la protección de temperatura (26).

8.1.1.4.6 Batería de condensadores compacta de 3.6 MVar

En el parque intemperie se colocarán las tres baterías de condensadores, correspondientes a cada una de las tres semibarras a las que están conectados cada uno de los parques eólicos.

Cada una de las baterías de condensadores estará formada por una cabina compacta de envolvente metálica, preparada para trabajar protegida o en intemperie (IP 55), y en cuyo interior se sitúan los condensadores monofásicos en número de 12 hasta totalizar una potencia de 3,6 MVar, el transformador para la base de desequilibrio de la batería, y el dispositivo de seguridad de puesta a tierra del sistema.

Cada una de las baterías estará dotada, además, de una terna de reactancias a conectar en serie con la batería para limitar la corriente transitoria de conexión.

Los seccionadores de cada una de las celdas de baterías quedarán enclavados mediante cerradura cuya llave sólo será accesible una vez abierto el interruptor situado en la batería de condensadores.

La composición del conjunto consta de los siguientes elementos:

Doce botes de condensadores

- Potencia nominal300 kVAr (3,6 MVar)
- Tensión nominal 18.200 V (17,5 kV)
- Configuración Doble estrella

Un transformador de intensidad toroidal para desequilibrio

- Nivel de aislamientokV
- Relación de transformación 5 / 5 A
- Secundario..... 10VA cl. 5P10

Un seccionador de p.a.t.

- Nivel de aislamientokV
- Intensidad de corta duración..... 16 kA
- Mando de las cuchillas Manual

8.1.1.4.7 Reactancia

Con objeto de poder detectar las faltas monofásicas que se produzcan en cada barra de 30 kV, se dispondrá de una reactancia en este nivel por cada transformador de potencia. La ausencia de esta reactancia provoca que, ante una falta de estas características, no haya circulación de corrientes por tierra y, sin embargo, se produzcan sobretensiones; cosa no deseable. La corriente de falta se limita a 500 A y una duración de falta de 30 segundos.

8.1.1.5 SERVICIOS AUXILIARES

Para el suministro de energía en baja tensión a los distintos sistemas de maniobra y control se dispondrá de energía procedente de un transformador encapsulado de 50 kVA de relación 30.000/420 V, que será instalado en una sala de celdas de 30 kV, desde donde tomará la energía quedando protegido mediante una celda de servicios auxiliares con ruptofusible.

8.1.1.5.1 Sistema de baja tensión de corriente alterna

Los cuadros de servicios auxiliares de corriente alterna a 400 V tomarán la energía del citado transformador.

Estos cuadros suministrarán energía a todos aquellos receptores que precisen de alimentación con corriente alterna, como son los rectificadores de corriente continua, los equipos de control de la Subestación, y la alimentación de los circuitos de fuerza y alumbrado de todo el edificio.

Se instalará un grupo electrógeno de 50 kVA para poder hacer frente a posibles interrupciones en el suministro eléctrico.

8.1.1.5.2 Sistema de baja tensión de corriente continua

Con el fin de suministrar corriente continua a los dispositivos que lo precisan se instalarán dos equipos constituidos por baterías de NiCd de 125 Vcc y sus correspondientes equipos rectificadores con alimentación de corriente alterna independiente para cada uno de ellos.

La alimentación de los equipos de protección y control de cada posición se repartirá entre dos circuitos independientes. Cada uno de estos circuitos estará conectado a uno de los sistemas de baterías.

Los equipos de comunicaciones serán alimentados a 48 Vcc. Para esto se emplearán convertidores Vcc/Vcc de 125 Vcc/48Vcc, instalados en los mismos armarios que los equipos de comunicación.

8.1.1.6 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

8.1.1.6.1 Red de tierra inferior

La instalación constará de una malla de retícula cuadrada para la puesta a tierra formada por conductores de cobre y picas, enterrados a una profundidad mínima de 0,8 metros, en zanjas rellenas de tierra vegetal para facilitar la disipación de la corriente.

La sección a emplear, atendiendo a la conservación de los conductores, a la máxima corriente de falta, así como a la distribución de potenciales, será de al menos 95 mm² en cobre.

Las uniones de la malla de los conductores y de las derivaciones de las tomas de tierra se realizarán mediante soldaduras aluminotérmicas de alto punto de fusión tipo Cadweld.

Las conexiones previstas se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales de aleación de cobre, que permitan no superar la temperatura de 200 °C en las uniones y que aseguren su continuidad.

Según especificación del ITC-RAT 13, a esta malla se conectarán las tierras de protección (herrajes metálicos, armaduras, puertas, bastidores, etc.) con el fin de

augmentar la seguridad del personal que transite por la subestación y las de servicio, como son los neutros de los transformadores de potencia, los neutros de los transformadores de tensión e intensidad, los de las reactancias o resistencias, y las puestas a tierra de las protecciones contra sobretensiones.

En aplicación del reglamento de alta tensión, una vez efectuada la instalación de puesta a tierra se medirán las tensiones de paso y de contacto, asegurándose de que los valores obtenidos están dentro de los márgenes que garantizan la seguridad de las personas.

8.1.1.6.2 Red de tierra aérea

Se instalarán cinco pararrayos tipo punta Franklin, con el fin de proteger la instalación frente a descargas atmosféricas. Dos de los pararrayos se situarán sobre el tejado del edificio que se construirá anexo al transformador a instalar, y el resto se colocará sobre mástiles en el parque intemperie.

8.1.2 SISTEMA DE PROTECCIÓN Y CONTROL

8.1.2.1 TECNOLOGÍA

El SICOP estará formado por una Unidad de Control de Subestación (UCS) que dispondrá de una estación Remota (RTU), la cual se comunicará mediante concentradores y canales de fibra óptica con los relés que forman parte de las Unidades de Control de Posición (UCP's). Cada enlace contará con dos canales, uno para la transmisión y otro para la recepción de datos.

La UCS está formada por la RTU así como por otros equipos adicionales, como un Terminal Local (Ordenador Personal), que facilitará las maniobras de la aparamenta de la subestación no siendo necesario de esta forma realizar las mismas desde los relés o desde las propias celdas.

La RTU se conectará a través de los equipos y la red de comunicaciones con el despacho, para realizar el enlace en tiempo real con el centro de control desde el que se realice la supervisión de la instalación.

8.1.2.2 FUNCIONES PRINCIPALES DE LA UCS

- Mando y señalización de todas las posiciones de la subestación.

- Ejecución de automatismos generales a nivel de subestación.
- Presentación y gestión de las alarmas del sistema.
- Gestión de las comunicaciones con el sistema de telecontrol.
- Gestión de las comunicaciones con todas las UCP.
- Gestión de los periféricos: Terminal local, impresora y módem.
- Generación de informes.
- Sincronización horaria.

8.1.2.3 FUNCIONES PRINCIPALES DE LA UCP

- Captación de las señales analógicas de los transformadores de medida (TI's y TT's) para generación de las medidas (intensidad, tensión, potencia activa, potencia reactiva y posición de TAP del regulador).
- Captación de los estados (señales digitales de la aparamenta), a saber: estado de interruptores, seccionadores y posiciones de los reguladores en carga de los transformadores.
- Mando y señalización de los dispositivos asociados a la posición (interruptores y seccionadores).
- Captación y gestión de las alarmas de la posición, incluidas las de la propia UCP.
- Protección de la posición.
- Alarmas.

8.1.2.4 DISPOSICIÓN CONSTRUCTIVA

Los equipos necesarios para realizar las funciones de mando, medida, protección, señalización, alarmas y telemando se alojarán en un conjunto de armarios metálicos constituyendo el denominado cuadro de control.

Los armarios son de apertura frontal con dos puertas superpuestas. La primera de metacrilato transparente de protección y la segunda formada por un bastidor móvil para alojar racks de 19". En el interior del armario se alojan los relés de protección, relés auxiliares, magnetotérmicos y bornas. En el frontal del armario se colocan los equipos de medida, protección y control. Estos equipos se montan en cajas de ¼ de rack de 19", en 6 alturas, previstos para su montaje empotrado en panel.

Los equipos de protección contienen un display gráfico de control. La presentación del estado del interruptor y seccionadores se hace mediante un mímico interactivo. El mando se realiza a través de pulsadores que lleva la propia protección y que actúan directamente o a través de relés auxiliares, realizando las funciones de conexión-desconexión del interruptor, reenganchador servicio-fuera servicio, mando local-telemando, etc. La indicación de alarmas se realiza mediante unos leds de la protección y su correspondiente pantalla en la que aparecen indicadas.

Las funciones de telemando se realizan a través de todos los elementos anteriormente descritos.

El cableado interior de los armarios se realiza mediante hilo flexible de cobre, con aislamiento libre de halógenos (ESO7Z1), no propagador del fuego, de secciones 1,5mm² y 2,5mm². Los cables irán por dentro de canaletas, con aberturas laterales para salidas de cable y tapas extraíbles. Cada punta de cable tendrá el terminal correspondiente. Las interconexiones se realizarán a través de regletas terminales formadas por bornas seccionables o no seccionables, debidamente rotuladas.

8.1.2.5 PROTECCIONES

La marca y modelo de los diferentes relés de protección de la subestación se ajustarán a la normativa de la compañía de distribución o transporte en el momento de la ejecución de la misma.

8.1.2.5.1 Transformador 30 / 45 kV

Las medidas que se indicarán serán:

- En 45 kV: Intensidad, potencia activa y potencia reactiva.
- En 30 kV: Intensidad, tensión, potencia activa y potencia reactiva.

Regulador

- En 45 kV posición de toma (TAP).

Las protecciones y automatismos en 45 kV serán:

- Diferencial de transformador87T
- Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea 51/50
- Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea neutro51N/50N
- Fallo de interruptor 50+62

- Vigilancia de de circuitos de disparo 3
- Bloqueo conexión de interruptor..... 86

Las protecciones y automatismos en 30 kV serán:

- Diferencial de transformador87T
- Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea 51/50
- Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea neutro51N/50N
- Regulador 90
- Fallo de interruptor 50+62
- Vigilancia de circuitos de disparo 3
- Bloqueo conexión de interruptor..... 86

Las protecciones comunes a ambos devanados serán:

- Térmica 26
- Buchholz 63B
- Sobrepresión63L
- Nivel de aceite..... 63N
- Nivel de aceite del regulador 63BJ

8.1.2.5.2 Línea de 45 kV

Funciones protectivas principales

- Diferencial longitudinal, fases segregadas87L
- Distancia 21
- Sincronismo 25
- Reenganchador 79
- Imagen Térmica 49
- Máxima intensidad no direccional de fases 51
- Máxima intensidad direccional de tierras 67N
- Máxima intensidad no direccional de tierras 51N
- Vigilancia de bobinas 3
- Localizador de defectos
- Oscilografía

Funciones protectivas secundarias

- Diferencial longitudinal, fases segregadas	87L
- Distancia	21
- Máxima intensidad no direccional de fases	51
- Máxima intensidad direccional de tierras	67N
- Máxima intensidad no direccional de tierras	51N
- Sincronismo	25
- Reenganchador	79
- Imagen Térmica	49
- Localizador de defectos	
- Discordancia de polos	
- Oscilografía	

Los relés multifunción con función 87L se interconectarán mediante fibra óptica directa punto a punto. Adicionalmente, sobre el mismo soporte, dichos relés podrían transmitir/recibir órdenes de teledisparo por actuación funciones 5OS-62 y/o 87B

8.1.2.5.3 Posiciones de línea de 30 kV

Las medidas que se indicarán serán:

- Intensidad, potencia activa y potencia reactiva.

Las protecciones serán:

- Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea	51/50
- Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea de neutro	51N/50N
- Fallo de interruptor	50+62
- Automatismo Reenganchador	79
- Vigilancia de circuitos de disparo	3

Adicionalmente, los relés podrán incorporar funciones de osciloperturbógrafo, que permitirán el registro de algunos ciclos de las diversas magnitudes medidas con anterioridad a que se produzca una falta, para realizar un análisis posterior de la misma.

Los disparos por las protecciones diferencial y los disparos propios de la máquina están concentrados en un relé de disparo y bloqueo (86), con rearme manual, que actúa sobre los interruptores de las posiciones de alta y baja del transformador.

Las protecciones propias del transformador y la de diferencial disparan a los interruptores situados a ambos lados del transformador, mientras que las protecciones de sobreintensidad del transformador en 45 kV y 30 kV, disparan al interruptor de nivel de tensión al que van asociadas.

8.1.2.6 EQUIPOS DE MEDIDA

En cuanto los equipos contadores-registradores, cumpliendo con lo especificado en el reglamento de puntos de medida y más concretamente en las instrucciones técnicas complementarias (punto 4.5), para puntos de medida de tipo 1 (potencia intercambiada anual igual o superior a 5 GWh) se instalarán contadores de energía activa de clase O,2s y reactiva de clase O,5 para medida comprobante.

8.1.2.6.1 Medida comprobante en 45 kV:

- Contador de energías activa y reactiva, a cuatro hilos con clases de precisión mejores o iguales a O,2s y O,5 para activa y reactiva respectivamente.
- Registrador
- Módem de comunicaciones

Los equipos de medida irán alojados en una habitación que dispone de una entrada directa desde el exterior del recinto de la subestación de manera que la empresa distribuidora tenga acceso libre y permanente desde vial público.

8.1.3 OBRA CIVIL

8.1.3.1 EDIFICIO

Se proyecta la construcción de un único edificio, de una sola altura, cubierta a doble vertiente y con unas dimensiones exteriores aproximadas de 30 x 10 m.

El cerramiento del edificio se realiza mediante muros de termoarcilla, lo que unido a una gran rapidez de ejecución, permite la reducción de costes y la obtención de unos coeficientes de aislamiento térmicos ventajosos.

La carpintería metálica asociada a las puertas exteriores se realizará mediante chapa de acero galvanizado con recubrimiento posterior de pintura. Las dimensiones definitivas quedarán determinadas por la dirección facultativa.

El edificio constará, entre otras, de dos salas de celdas de MT, una para el parque fotovoltaico y otra para el parque eólico. En estas salas se ubicarán las celdas de línea y protección de cada uno de los circuitos subterráneos de 30 kV de los parques renovables. También contará con un pequeño almacén-taller y un almacén de residuos.

8.1.3.1.1 Listado de superficies

Sala de Celdas PFV Royal.....	75,20 m ²
Sala de Celdas PE Royal.....	45,73 m ²
Sala de Control.....	26,27 m ²
Despacho.....	27,09 m ²
Cuarto de aceites.....	8,40 m ²
Pasillo.....	6,12 m ²
Aseos.....	10,20 m ²
Almacén.....	56,26 m ²
Almacén Residuos Peligrosos.....	15,30 m ²
SUPERFICIE ÚTIL TOTAL.....	270,57 m ²
SUPERFICIE CONSTRUIDA TOTAL.....	300,15 m ²

8.1.3.1.2 Movimiento de tierras

Tras la limpieza y desbroce del solar, se procederá al replanteo de acuerdo con el plano de planta, para pasar a la excavación de las zapatas y las zanjas.

Cualquier variación de la estabilidad y características del terreno deberá ser puesta en conocimiento de la dirección de la obra, quien resolverá sobre la aptitud de la excavación y sistema de cimentación a adoptar.

En cualquier caso, se extremarán durante la excavación las medidas de seguridad, procediendo a realizar las entibaciones necesarias.

Embebidos en el suelo del interior del edificio se instalarán bastidores metálicos para la colocación de los armarios de control y las celdas de media y alta tensión, permitiendo el tendido de los cables hacia las canales. Se han previsto espacios de reserva para poder realizar futuras ampliaciones.

Anteriormente a la ejecución de la cimentación, se realizarán las excavaciones necesarias para el enterramiento del mallado de cable de cobre que forma la red de

tierras de la subestación siendo la profundidad mínima de 0,8 m. Al estar parte de la red de tierra bajo el edificio se realizarán a una profundidad mayor a la mínima indicada.

8.1.3.1.3 Cimentación y estructura de hormigón

La cimentación del edificio se realizará mediante una zapata corrida, sobre la que se asentarán los muros así como los pilares previstos. A través de la zapata se dejarán los tubos necesarios para realizar la entrada al edificio de las conducciones de los diferentes servicios.

Los pilares se unirán en su parte superior mediante una jácena que servirá de apoyo a las placas alveolares.

8.1.3.1.4 Muros

Los muros del edificio se realizarán mediante bloques de termoarcilla, asentados sobre la zapata corrida. Cada cierta altura, el tendel se reforzará con un entramado de varillas metálicas, orientado a zunchar los muros. Por otra parte, los pilares se encofrarán una vez realizados los muros, para aprovechar éstos como moldes de encofrado. Los cabeceros de las ventanas se construirán mediante piezas de termoarcilla con forma de dintel, que permitirán introducir una armadura metálica en su interior para armar el cabecero.

Sobre la parte superior del muro se realizará una riostra, que actuará como zuncho perimetral.

El acabado exterior de los muros se realizará en su totalidad mediante medios acordes a la arquitectura típica de la zona, y que serán definidos por la dirección facultativa. En el interior se realizará el jarrado con yeso, dotándolo de una terminación de pintura plástica.

El bloque de termoarcilla, al igual que el resto de los productos cerámicos, representa el máximo grado de seguridad de protección frente al fuego. Desde el punto de vista de reacción al fuego, de acuerdo con la decisión 96/603/CE, las piezas del sistema de termoarcilla se clasifican como euroclase A1 (sin contribución al fuego). Por tanto, en caso de incendio, no existe ni aporte de energía calorífica ni desprendimiento de humos.

Con respecto a la resistencia al fuego, como se aprecia en la tabla siguiente, el valor es alto para cualquier espesor de muro de termoarcilla:

ESPEJOR DEL BLOQUE (cm)	14	19	24	29
RESISTENCIA AL FUEGO	RF 180	RF 180	RF 240	RF 240

8.1.3.1.5 Cubierta

La cubierta se construirá mediante placas alveolares de hormigón, formando un pequeño alero, sobre las que se levantarán tabiques palomeros a fin de dotarla de la pendiente necesaria. Sobre los tabiques se colocarán rasillas, una capa de hormigón de compresión y, finalmente, teja de hormigón de un color acorde al entorno, determinado por la dirección facultativa.

En el contorno del alero se situará un canalón realizado en chapa metálica embutida con las bajantes necesarias para evacuar el agua hacia la red de recogida de pluviales.

8.1.3.1.6 Carpintería metálica

Las puertas de acceso se realizarán con perfiles normalizados de series de carpintería metálica de acero, galvanizados para posteriormente proceder a la aplicación de esmaltes sintéticos. El anclaje a los paramentos de obra se efectuará mediante esperas encarceladas con morteros, sellando con espuma de poliuretano las juntas si así es necesario.

Las puertas de acceso dispondrán del mismo tipo de llave de acceso, así como las rejas y otros elementos de protección.

Las puertas que deban cumplir funciones de evacuación de emergencia contarán con las dimensiones mínimas, barras antipánico y abrirán hacia el exterior del recinto.

8.1.3.1.7 Solados

El edificio contará con pavimento de terrazo micrograno, que se situará sobre una capa de mortero de cuatro centímetros de espesor, procediendo tras su montaje al desbaste de la superficie, pulido y abrillantado. El color será seleccionado por la dirección facultativa.

8.1.3.1.8 Falso techo

Con el fin de facilitar el trazado de las instalaciones, bien sea eléctrica, comunicaciones u otras, se dispondrá de un falso techo mediante tirantes fijados a la cubierta y angulares en el perímetro de las estancias. Las placas previstas son de 60x60 centímetros, tamaño igualmente escogido para las luminarias dotadas de tubos fluorescentes.

8.1.3.1.9 Red de saneamiento pluvial

La red de saneamiento pluvial estará formada por tubos de PVC, sumideros, arquetas, canalones y bajantes.

El agua recogida en los canalones se evacuará hasta los sumideros mediante las bajantes. Las bajantes serán de sección rectangular, y fabricadas al igual que las canaletas en aluminio.

En la explanación del terreno se preverán unas ligeras pendientes, no inferior al 0,5%, conformando distintas cuencas hasta las zanjas de gravas.

Las aguas provenientes de la red de saneamiento pluvial se evacuarán en una arqueta desde la cual serán evacuadas.

8.1.3.2 PARQUE INTEMPERIE

Ubicado en un recinto vallado en el que se instalarán los transformadores de potencia y la aparamenta de 45 kV (interruptor, seccionador, transformadores de intensidad y tensión y autoválvulas), así como sus correspondientes estructuras metálicas de soporte. El paso de línea subterránea a aérea se efectuará mediante terminales de cable subterráneo, recogidos en los proyectos de las correspondientes líneas. Estos terminales se instalarán en bastidores metálicos, que también soportarán las autoválvulas a instalar en la entrada de la línea a la SET. También se instalará la aparamenta de exterior de media tensión y baterías de condensadores.

Se dispondrá de bastidores para los conductores de media y alta tensión en las que además se dispondrán la aparamenta de medida y protección necesaria, también se dispondrá una bancada para cada transformador de potencia. La recogida de posibles escapes de aceite se realizará en las citadas bancadas o en depósitos de recogida de aceite diseñados a tal efecto, según se detalle en el proyecto constructivo de la subestación.

8.1.3.3 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Dadas las características de la orografía del terreno y la ubicación de la explanada de la SET, se plantea el terraplenado de la explanada de la misma. Al pie del terraplén de la explanada, se situará una cuneta de guarda de hormigón con unas dimensiones de 2 m de anchura y 0,50 m de profundidad.

Otros movimientos de tierra a realizar en la construcción de la SET son los asociados a la formación de la explanada donde se ubica el edificio, al trazado de los caminos interiores y de acceso a la SET, así como a la ejecución de las zanjas para el alojamiento de los cables de 30 kV.

El trazado en planta y alzado del camino de acceso a la SET se ha ajustado a la orografía del terreno con el fin de minimizar el movimiento de tierras y siempre atendiendo al criterio de menor afección al medio.

Para poder calcular el volumen de las tierras se ha descargado del Centro Nacional de Información Geográfica, un modelo digital del terreno obtenido por interpolación a partir de la clase terreno de vuelos Lidar del Plan Nacional de Ortofotografía aérea PNOA obtenidas por estereocorrelación automática de vuelo fotogramétrico PNOA con resolución de 25 a 50 cm/pixel.

Parte del terraplenado de la explanada de la SET se realizará con materiales sobrantes procedentes del movimiento de tierras de la planta fotovoltaica Royal y el parque eólico Royal. Si éstos no fueran suficientes, se utilizará material seleccionado procedente de planta externa.

El cálculo de la cubicación se ha realizado con el programa MDT, obteniendo el siguiente resultado:

- Volumen de tierra vegetal = 439 m³
- Volumen de desmonte = 322 m³
- Volumen de terraplén = 1.243 m³

El aporte de tierras, 921 m³, necesario para el movimiento de tierras de la SET, se tomará en parte de las tierras sobrantes de los parques renovables que evacúan en la misma, y el resto por aporte del exterior. No existirá sobrante total.

El movimiento de tierras calculado se ha realizado en base a cartografía básica, tal y como se ha indicado anteriormente, por lo que podrá sufrir variaciones con el estudio topográfico de detalle que se llevará a cabo antes de la ejecución de la SET.

8.1.3.3.1 Bancada para los transformadores de potencia

Para el apoyo de cada transformador de potencia se realizará una bancada que realizará también el trabajo de recuperación de aceite en el caso de una eventual fuga del mismo desde la cuba del transformador.

La bancada estará constituida por muros de hormigón armado sobre solera del mismo material. La parte superior estará formada por un forjado unidireccional formado por viguetas de hormigón pretensado.

Se dispondrán canalizaciones entre la bancada y el depósito de recogida de aceite, donde se almacenará este en caso de una eventual fuga.

8.1.3.3.2 Cimentación de bastidores

Para los bastidores encargados de soportar la aparatada y los conductores de media y alta tensión conectados al transformador de potencia así como la aparatada de medida y protección, se utilizarán cimentaciones del tipo "zapata aislada". Serán de hormigón en masa (excepto armaduras para retracción del hormigón) y traerán las placas de anclaje de las estructuras sobre sus peanas (2ª fase de hormigonado).

Se preverán en las cimentaciones la canalización que permita facilitar el trazado de los cables de la red de tierras y de los conductores de potencia hasta la sala de celdas.

8.1.3.3.3 Vallado metálico

El contorno de todo el recinto de quedará delimitado mediante una valla metálica. En términos generales ésta cuenta con un zócalo de hormigón en todo el perímetro de 30 cm de altura sobre la cota de explanación, con posteletes metálicos y colocando malla galvanizada del tipo 50/16/2000, con tres alambres tensores, situando el superior a una altura estimada de 2,5 m sobre la cota de explanación. En los cambios de dirección los posteletes contarán con tornapuntas. Dispondrán además de una pletina soldada perforada para realizar su conexión con la red de puesta a tierra a través de latiguillos de cobre y terminales de compresión.

En cada una de las cuatro caras se instalarán carteles de señalización de riesgo eléctrico.

El acceso al recinto se efectuará a través de una puerta metálica, sustentada sobre dos pilares armados, de 4 metros de luz efectiva entre los mismos. El cierre se realizará mediante un cerrojo con resbalón y candado normalizado Abloy.

8.1.4 INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

8.1.4.1 ALUMBRADO

8.1.4.1.1 *Alumbrado de interior*

Los receptores de alumbrado instalados en la sala de celdas y en la de control serán de marcas comerciales homologadas.

Se emplearán pantallas empotrables en falso techo, 600x600 mm, clase II, para tres lámparas LED.

8.1.4.1.2 *Alumbrado exterior*

El alumbrado perimetral exterior del edificio se realiza mediante la instalación de luminarias IP65, Clase II, con lámparas LED.

El funcionamiento del alumbrado será automático por medio de reloj astronómico, fotocélula y dispondrá además de un interruptor manual que facilite las labores de mantenimiento y la puesta en marcha en caso de fallo en la automatización.

El transformador de potencia dispondrá de proyectores con lámparas de halogenuros metálicos.

8.1.4.1.3 *Alumbrado de emergencia*

Tiene por objeto asegurar la iluminación mínima en puertas, vías de acceso y salidas de las instalaciones en caso de producirse un fallo en el sistema de alumbrado general, para poder proceder a la perfecta evacuación del personal.

La fuente de este tipo de alumbrado son equipos autónomos automáticos, con batería propia y conectados a la red mediante circuitos independientes (máximo 12 equipos por circuito). Se pondrán en funcionamiento cuando la tensión falle o baje hasta un 70% o menos de su valor nominal. Su tiempo de funcionamiento será, como mínimo de 1 hora y, una vez restablecida la tensión, dejará de funcionar.

No sólo se colocarán equipos de emergencia en las puertas de salida, sino que también se colocarán repartidas por los pasillos con la misión de que, en caso de una carencia de alumbrado, sea cual fuere el motivo de esta, no se imposibilitará el trabajo del personal en puntos concretos del interior. Además, se colocarán equipos de emergencias cerca del cuadro general de distribución, para tener perfecta visión del interior de ellos, obteniendo un nivel de iluminación de 5 Lúmen/m².

Para calcular la cantidad de aparatos de emergencia necesarios y por ser esta un tipo de instalación sobre la que no se exige, por Normativa, un nivel de iluminación concreto, se asegurará que se obtenga un nivel de iluminación mínimo de 1 Lúmen/m².

Se utilizarán Pantallas LED estancas, de 100 Lúmenes y una hora de autonomía, IP42, Clase II.

8.1.4.2 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

De acuerdo con el Real Decreto 2267/O4 de 3 de diciembre, respecto a su configuración y ubicación, la subestación presenta dos tipos de establecimiento, tipo E la parte ocupada por el parque intemperie, puesto que ocupa un espacio abierto con una cobertura menor del 50% de la superficie ocupada, y tipo C el edificio de control, como establecimiento industrial que ocupa totalmente un edificio y se encuentra a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos.

Para una estación transformadora se considera una densidad de carga fuego media de 300 MJ/m², con riesgo de activación medio. El nivel de riesgo intrínseco de la instalación es bajo.

8.1.4.2.1 PARQUE INTEMPERIE

En aplicación de las prescripciones de la ITC-RAT 15 se utilizarán materiales que prevengan y eviten la aparición de fuego y su propagación a otros puntos de la instalación a la exterior.

La superficie del parque de la SET estará recubierta de una capa de grava, a la que se tratará con herbicidas para evitar el crecimiento de hierbas que supongan riesgo de incendio al secarse.

Los transformadores y reactancias cuentan con dispositivos de protección (Interruptores automáticos de corte en SF₆) que los desconectan del resto de la red ante situaciones

en las que se pudiera dar peligro de incendio como cortocircuitos, sobrecargas y otras causas que puedan suponer calentamientos excesivos.

También se ha previsto un sistema de recogida de aceite que se ha descrito anteriormente.

8.1.4.2.2 EDIFICIO

Se aplicará las prescripciones de la ITC-RAT-14 para prevención de incendios en el edificio de la SET. De acuerdo con ITC-RAT-14 no es necesaria la instalación de un equipo fijo de extinción de incendios. Se situarán extintores de eficacia 89B, en la sala de celdas y en la de cuadros, así como en el almacén. Se colocarán siempre a una distancia no superior a 15 metros de las entradas.

El sistema de detección y alarma dispondrá de detectores. La alarma se podrá disparar mediante pulsadores manuales localizados en puntos estratégicos a fin de que en caso de encontrarse personal en la instalación pueda dispararla con antelación a la actuación del sistema de detección automática, en caso de provocarse un conato de incendio.

La distribución de extintores se realizará de modo que la distancia desde cualquier punto del edificio hasta un extintor sea menor a quince metros.

8.1.4.3 SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN FORZADA

Se instalarán unidades de aire acondicionado en las dependencias de la subestación en las que prevea la estancia de personas trabajando, tales como: sala de celdas, sala de control, despachos, etc.

En las salas de celdas se instará un equipo de ventilación forzada y de climatización actuados mediante termostato.

La alarma del sistema de detección de incendios provocará el paro, de forma automática, de los elementos de aireación y refrigeración que puedan existir en la sala en que se detectó el incendio, para los que deberá preverse un rearme manual.

8.1.4.4 SISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSOS

La instalación de un sistema de seguridad para la detección de intrusos debe permitir:

- Detectar una intrusión al edificio de personas no autorizadas.

- Comunicar las incidencias programadas a la Central Receptora de Alarmas, vía teléfono.
- Ser activado/desactivado localmente por personal autorizado, con código secreto personal.
- Auto-supervisión del sistema, con alarma de avería, activación del zumbador de la consola y la transmisión de la anomalía a la Central Receptora de Alarmas.
- Capacidad de respuesta hasta 4h después de fallo de la alimentación c.a.
- Posibilidad de temporizar la duración de la alarma acústica entre 5 y 60 minutos.
- Posibilidad de comprobación manual de la operación de la sirena.
- Disponer de función pre-alarma, programable por entrada, con aviso en zumbador de la consola.

Los equipos que componen los sistemas de seguridad electrónica para la detección de intrusos son los siguientes:

- Central de alarmas: Será la encargada de gestionar y controlar los equipos detectores y de almacenar y/o transmitir las señales generadas en consecuencia.
- Consola de mando y programación: Se instalará en el distribuidor del edificio. A través de la misma podrá programarse la Central de Alarmas.
- Contactos magnéticos: Se instalarán en todas las puertas y ventanas exteriores del edificio.
- Sensor volumétrico dual (infrarrojo/microondas): Se instalará en todas las salas del edificio con puertas o ventanas al exterior.
- Sirena acústica con lanzadestellos: Se instalará en la zona visible, en la parte alta del edificio.
- Conductores: El cable a utilizar será del tipo manguera apantallado de 2 x 0,75 + 6 x 0,22 mm². Su tendido se realizará por canaleta o tubo de PVC autoextinguible y por bandejas.

8.1.4.5 SUMINISTRO Y RECOGIDA DE AGUAS

El edificio de control de la subestación "Royal", estará equipado con depósito de agua, que se rellenará mediante camión cisterna.

Las aguas residuales del edificio se recogerá mediante una red horizontal de tuberías, que por gravedad se evacuarán al exterior a través de una arqueta sifónica y tuberías de PVC que las conducirán a una fosa séptica dimensionada con la capacidad suficiente para la ocupación prevista del edificio. La fosa se equipará con alarma que advierta del llenado o saturación de los tanques. Estas aguas residuales serán gestionadas por un gestor autorizado de residuos.

8.1.5 LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS

El Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, establece unos límites de exposición máximos que se deberán de cumplir en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas.

En este caso, no se tiene anexo ningún otro edificio habitable, con lo que no serán de aplicación los valores máximos establecidos en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

Según establece el apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, en el diseño de las instalaciones se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz, en los diferentes elementos de las instalaciones.

En el documento de Anejos del presente proyecto se incluye el desarrollo del cálculo del campo magnético producido en esta instalación. En los casos considerados estos valores están muy por debajo de los 100 μT establecidos por el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, como nivel máximo de referencia.

Por lo tanto, se puede afirmar que la SET cumple la recomendación europea, y que el público no estará expuesto a campos electromagnéticos por encima de los recomendados en sitios donde pueda permanecer mucho tiempo.

No obstante, se recomienda realizar las mediciones oportunas una vez ejecutada la reforma, para comprobar que, efectivamente, se cumple lo establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

8.2 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN 45 kV SET "ROYAL" - SET "TRONCHETTI"

8.2.1 Cable aislado de potencia

Los cables utilizados tendrán conductores de aluminio y estarán aislados con materiales adecuados a las condiciones de instalación y explotación.

8.2.1.1 Descripción, composición y dimensiones del cable

- Conductor: conductor de aluminio de sección circular compacta con obturación longitudinal, o segmentado "milliken" con obturación longitudinal, de acuerdo con la norma UNE-EN 60228.
- Semiconductor interior: formado por una capa de compuesto semiconductor extruido dispuesto sobre el conductor. De esta forma se consigue uniformar el campo eléctrico a nivel de conductor y se asegura que presente una superficie lisa al aislamiento. De forma opcional, se dispondrá una cinta semiconductor de empaquetamiento sobre el conductor sobre la que se forma la capa de compuesto semiconductor, evitando de esta forma la penetración en el interior de la cuerda del compuesto extruido.
- Aislamiento: Compuesto de XLPE reticulado en atmósfera de N₂ y sometido a control de ausencia de contaminaciones.
- Semiconductor exterior: Capa de compuesto semiconductor extruido sobre el aislamiento y adherido al mismo para evitar la formación de una capa de aire ionizable entre la pantalla y la superficie de aislamiento.
- Proceso de extrusión: La extrusión se debe realizar sobre un cabezal triple, donde se aplican las 3 capas extruidas (semiconductor interior, aislamiento y semiconductor exterior) en el mismo momento. Esto garantiza interfases lisas entre el aislamiento y las pantallas semiconductoras que es esencial en cables de AT. La reticulación se realiza en seco en atmósfera de gas inerte (N₂) para evitar el contacto con el agua durante la fabricación.
- Material obturante: Incorporación de material absorbente de la humedad para evitar la propagación longitudinal de agua entre los alambres de la pantalla.
- Pantalla metálica: Pantalla de alambres de cobre.
- Contraespira: Cinta metálica de cobre cuya función es la conexión equipotencial de los alambres.

- Cubierta exterior: Cubierta exterior de poliolefina (PE) tipo ST7 con lámina de aluminio longitudinalmente solapada y adherida a su cara interna para garantizar la estanqueidad radial. La cubierta será de color negro y estará grafitada, para poder realizar el ensayo de tensión sobre la cubierta del cable. En aquellos casos en los que exista una capa semiconductora extruida para dar continuidad eléctrica a la superficie exterior, no será necesario que esté grafitada.
- Consideraciones frente al fuego: Debido a su composición, los cables serán exentos de halógenos. Además, serán no propagadores de la llama y con las características frente al fuego requeridas en la normativa vigente.

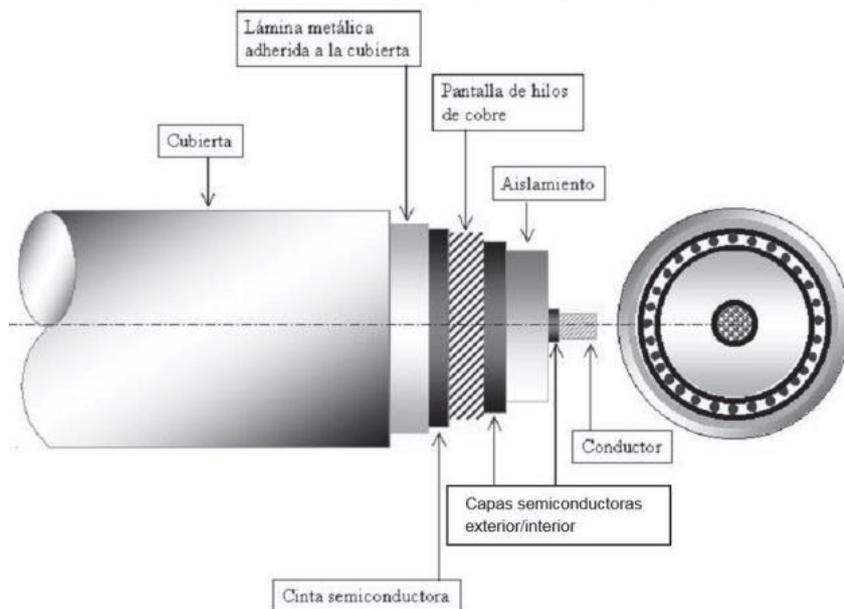


Ilustración 1. Constitución de los cables subterráneos

Los cables seleccionados en este caso son de aluminio de 800 mm² de sección con 50 mm² de pantalla de cobre.

8.2.1.2 Intensidad máxima admisible en régimen de cortocircuito

Las intensidades de cortocircuito máximas admisibles en los conductores, para un tiempo de 0,5 segundos, según los valores obtenidos a partir de los cálculos descritos en la Norma UNE 21-192-92 son:

Sección (mm ²)	Intensidad I _{cc}	
	kA	Tiempo
800 Al	106	0,5 segundos

La intensidad de cortocircuito máxima admisible en las pantallas de los conductores, para un tiempo de 0,5 segundos, será de 34,61 kA (Tensión de 45 kV y sección de pantalla de 165 mm²).

Se comprobará, de acuerdo a la instalación proyectada, que la I_{cc} en la pantalla calculada en ese punto quedan por debajo de los valores de intensidad de cortocircuito máxima admisible definido. En caso contrario, cuando se precise una intensidad de cortocircuito superior a la que las pantallas permiten, se podrá incrementar la sección convenientemente para alcanzar el valor requerido.

8.2.2 Empalmes

En los casos donde la longitud de la línea subterránea obliga a unir distintos tramos de conductores subterráneos, estos se conectan por medio de empalmes compuestos por un cuerpo premoldeado que se instala encima de los dos extremos de cable para asegurar la continuidad del aislamiento principal.

Los empalmes no limitan la capacidad de transporte de los cables, tanto en servicio normal como en régimen de sobrecarga. Para ello, se ha elegido de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, realizándose con elementos de unión de tal naturaleza que no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos.

Del mismo modo, los empalmes admiten las mismas corrientes de cortocircuito que las definidas para el cable sobre el cual se van a instalar.

Para asegurar una correcta compatibilidad entre el cable y los empalmes a la hora del montaje en la instalación, los diámetros nominales y las tolerancias de fabricación, tanto del conductor como del aislamiento, se adecuan a los valores de las características de los cables subterráneos.

Los empalmes constan básicamente de dos partes, de acuerdo con la función que desempeñan:

- Parte mecánica; constituida por los elementos de conexión del conductor y la pantalla del cable en ambos extremos del empalme y la envolvente o cubierta exterior.
- Parte eléctrica; constituida por elementos y materiales que permiten soportar el gradiente eléctrico en la parte central del empalme y en las zonas de transición entre el empalme y el cable.

En relación a la forma en la que se realiza la conexión, los empalmes pueden ser directos, para conexiones rígidas a tierra de las pantallas del cable, o preparados para cruzamiento de pantallas en conexiones especiales.

Para la tensión de 45 kV, se pueden encontrar dos tipos de empalmes:

8.2.2.1 Empalmes termorretráctiles

En estos empalmes termo-retráctiles, la unión de la parte conductora se hace mediante un conector a presión con pernos que disponen de una cabeza que se autocizalla al alcanzar el par de apriete requerido para garantizar la conexión eléctrica prefijada.

Sobre el conector y los extremos del semiconductor exterior del cable se aplica un tubo termorretráctil que uniformiza el campo eléctrico. Se aplican a continuación otros dos tubos termorretráctiles, el primero de material de aislamiento y el segundo que incorpora el material de aislamiento en el interior, y una capa semiconductor externa en el exterior.

Todo el empalme se recubre con una malla de cobre estañado y se da continuidad a la pantalla mediante casquillo de compresión. Finalmente se reconstituye la cubierta exterior mediante la aplicación de un último tubo termorretráctil con adhesivo en su cara interna para garantizar una estanqueidad perfecta.



Ilustración. Empalmes termo-retráctiles

8.2.2.2 Empalmes premoldeados de una sola pieza

La parte principal de este tipo de empalmes consiste en electrodos de alta tensión internos, una capa aislante y una capa externa semiconductor.

El contacto entre el cable y el empalme está asegurado por la memoria elástica del material empleado en la fabricación del empalme.

El material empleado puede ser goma de etileno propileno (EPR) o goma de silicona.

El empalme dispondrá de una carcasa de protección que tendrá, como mínimo, las mismas características de resistencia mecánica que la propia cubierta del cable.

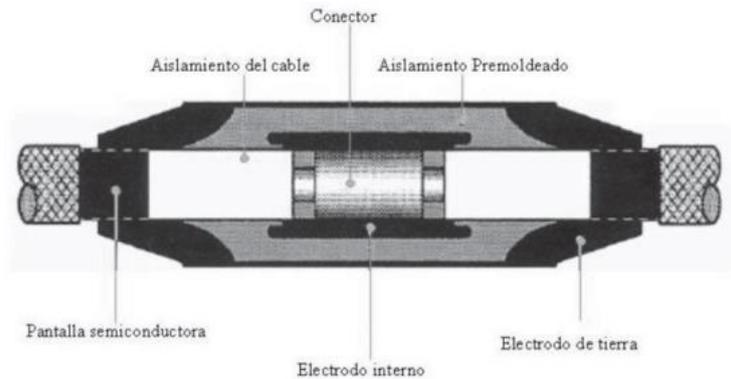


Ilustración. Empalmes premoldeados

8.2.3 Terminales

Los terminales se instalarán en los extremos de los cables para garantizar la unión eléctrica de éste con otras partes de la red, manteniendo el aislamiento hasta el punto de la conexión.

Los terminales limitan la capacidad de transporte de los cables, tanto en servicio normal como en régimen de sobrecarga, dentro de las condiciones de funcionamiento admitidas.

Del mismo modo, los terminales admiten las mismas corrientes de cortocircuito que las definidas para el cable sobre el cual se van a instalar.

Para asegurar una correcta compatibilidad entre el cable y los empalmes a la hora de su montaje en la instalación, los diámetros nominales y las tolerancias de fabricación, tanto del conductor como del aislamiento, se adecuan a los valores especificados según las características de los cables subterráneos.

Los terminales constan básicamente de dos partes, de acuerdo con la función que desempeñan:

- Parte mecánica; constituida por los elementos de conexión del conductor y la pantalla del cable al terminal, y la envolvente o cubierta exterior.
- Parte eléctrica; constituida por elementos y materiales que permiten soportar el gradiente eléctrico en la parte central del terminal y en las zonas de transición entre el terminal y el cable.

Según la topología de la línea subterránea de 45 kV SET ROYAL - SET TRONCHETTI, el tipo de terminal para los cables de alta tensión a emplear será del tipo intemperie, en

la SET ROYAL, ya que la línea se inicia en un bastidor en posición intemperie, y del tipo GIS o SF₆, en la SET TRONCHETTI, ya que la instalación acaba en celda blindada.

8.2.3.1 Terminales intemperie

Los terminales de exterior serán de tipo termorretráctil. Junto a los mismos se colocarán autoválvulas.

En estos terminales, se consigue un control del campo que queda repartido sobre la longitud del terminal y evita la concentración de las líneas de campo en las zonas en las que termina el semiconductor exterior, para conseguirlo se aplica un tubo termorretráctil de un material especial cubriendo la superficie del aislamiento en el terminal y solapado sobre el semiconductor exterior del cable,

El conjunto se recubre con otro tubo termorretráctil con características anti-tracking y se colocan las campanas para extender la línea de fuga.

8.2.3.2 Terminales GIS

Este tipo de terminales son requeridos para la conexión en las cámaras GIS de SF₆, y deben estar diseñados para que la interfase entre el Terminal y la GIS esté de acuerdo con la Norma IEC 62271-209.

Los terminales son encapsulados en resina, con cono deflector preformado. La conexión de la pantalla a la base metálica del aislador se hace normalmente por soldadura.

La conexión del conductor se hace por medio de un conector tipo bayoneta y estará diseñada para resistir los esfuerzos térmicos y electromecánicos durante su funcionamiento normal y en cortocircuito. El cono deflector es una pieza prefabricada que se desliza hasta su posición final. El conector exterior está embebido en el aislador de resina.

Los sistemas de estanqueidad deben asegurar que no haya contaminación por penetración del gas SF₆ en el interior del terminal.

Los terminales GIS serán de diseño "seco", no necesitando estar rellenos de aceite de silicona y no requiriendo la monitorización alguna de los niveles de aceite durante su servicio.

8.2.4 Cables de fibra óptica

Las comunicaciones a implementar en la línea subterránea se basarán siempre en fibra óptica tendida conjuntamente con el cable. Las líneas con cable subterráneo no pueden

soportar comunicaciones mediante ondas portadoras a causa de la elevada capacidad de este tipo de cables.

El cable de fibra óptica está formado por un material dieléctrico ignífugo y con protección anti-roedores.

Estará compuesto por una cubierta interior de material termoplástico y dieléctrico, sobre la que se dispondrá una protección antirroedores dieléctrica. Sobre el conjunto así formado se extruirá una cubierta exterior de material termoplástico e ignífuga.

En el interior de la primera cubierta se alojará el núcleo óptico formado por un elemento central dieléctrico resistente, por tubos holgados (alojan las fibras ópticas holgadas), en cuyo interior se dispondrá un gel antihumedad de densidad y viscosidad adecuadas y compatible con las fibras ópticas.

Todo el conjunto irá envuelto por unas cintas de sujeción.

La fibra óptica deberá garantizarse para una vida media > 25 años y para una temperatura máxima continua en servicio de 90° C siendo esta temperatura constante alrededor de todo el conductor.

8.2.5 Cajas de puesta a tierra de las pantallas

Se instalarán cajas de puesta a tierra para alojar las conexiones de las pantallas de los conductores. Dependiendo del sistema de puesta a tierra definido para la instalación, estas cajas pueden incluir limitadores de tensión.

Las cajas de conexión de pantallas serán trifásicas y dispondrán de una envolvente preparada para alojar las conexiones de las pantallas, los cables de conexión a tierra y los limitadores de tensión asociados en caso necesario.

Serán accesibles mediante útil específico o llave para permitir la realización de los ensayos de puesta en servicio y de mantenimiento periódico del sistema de cable. Para facilitar estas operaciones, no contendrán ningún tipo de rellenos y las conexiones de las pantallas de los cables entre sí y con la red de tierras local se realizarán con pletinas desmontables.

Las envolventes estarán fabricadas en acero galvanizado o acero inoxidable y serán capaces de contener los efectos de fallo térmico o eléctrico de cualquiera de los elementos alojados en ellas sin que se produzcan daños a elementos externos vecinos. Además, deberán estar conectadas siempre a tierra por medio de una conexión independiente de la puesta a tierra de los elementos contenidos en su interior.

Estarán provistas de una pantalla aislante y transparente que evite contactos accidentales a elementos en tensión cuando la caja esté abierta, de forma que tenga un

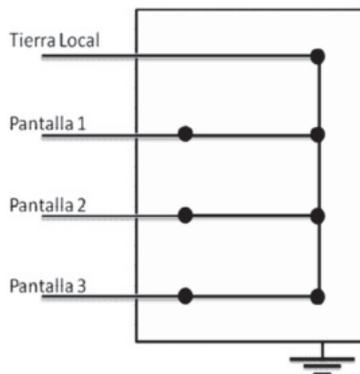
grado de protección IPXXB con la tapa abierta. En sitio visible, dispondrán de una etiqueta que muestre la línea a la que pertenecen y el esquema de conexión y, en su exterior, estarán identificadas mediante el símbolo normalizado de peligro tensión según el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril.

En la Línea subterránea de 45 kV SET ROYAL - SET TRONCHETTI, las cajas a instalar serán del tipo subterráneas, preparadas para su fijación a nivel de suelo y enterradas. La tapa y el cuerpo de la caja deberán cerrarse mediante tornillería inoxidable. Cumplirán un grado de protección IP68 con la totalidad de la caja a un metro de profundidad según UNE 20324 y un grado de protección mecánica IK10 según EN 50102.

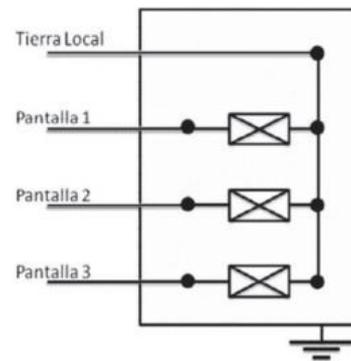
Los tipos de cajas disponibles son los siguientes:

8.2.5.1 Cajas terminales

En estas cajas se reciben tres pantallas que se pondrán a tierra de forma directa o a través de limitadores de tensión, según los siguientes esquemas de conexión:



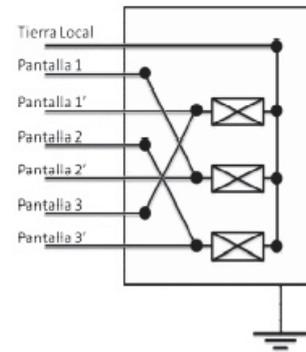
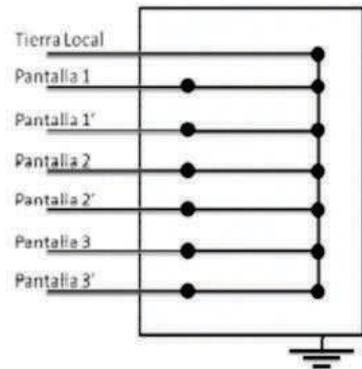
Caja terminal de PaT directa



Caja terminal de PaT a través de limitadores

8.2.5.2 Cajas de empalmes

En estas cajas se reciben seis pantallas que se conectarán siguiendo una de las siguientes configuraciones:



Caja de PaT directa de todas las pantallas Caja de PaT con cruzamiento de pantallas

8.2.5.3 Limitadores de tensión (SVL)

Los limitadores de tensión para las pantallas son dispositivos con características tensión-corriente fuertemente no lineal, destinados a limitar las diferencias de potencial transitorias que, con ocasión de sobretensiones de impulsos, atmosféricas o de maniobra, pueden aparecer entre elementos del circuito de pantallas con rigidez dieléctrica limitada.

Serán de óxido de cinc (ZnO) y estarán dimensionados para no tener ningún efecto limitador frente a sobretensiones temporales, a frecuencia industrial en condiciones normales de funcionamiento y en las condiciones de intensidad máxima de cortocircuito. Sin embargo, deberán conducir para las perturbaciones breves de origen atmosférico o de maniobra, que originan tensiones muy elevadas en los extremos y en los puntos de discontinuidad, limitando estas tensiones a valores admisibles.

Las tensiones que se han de limitar son las que aparecen entre pantallas y la tierra local, que someten a esfuerzos dieléctricos a la cubierta exterior del cable y a los aisladores de soporte de los terminales, y las que se presentan entre los dos extremos de pantalla que concurren en un mismo empalme con discontinuidad de pantalla, que deben ser soportadas por un espesor muy reducido de material aislante en el interior del empalme. Los limitadores de tensión deben dimensionarse en cada instalación para obtener un nivel de protección adecuado, aunque habitualmente se utilizarán con las siguientes características:

- Tensión asignada: 6 kV.
- Tensión residual: s; 20 kV.
- Corriente nominal de descarga con onda 8/20 μ s: 2: 10 kA.

Respecto al resto de características y ensayos de tipo y recepción, deberán cumplir los requisitos indicados en la norma UNE-EN 60099-4.

8.2.5.4 Cables de puesta a tierra

Estos cables realizan la puesta a tierra de aquellos elementos de la instalación que así lo precisen.

Cables unipolares.

Estarán formados por un conductor de cobre, aislamiento de XLPE y cubierta de poliolefina. La sección del conductor de estos cables debe ser igual o mayor que la sección de la pantalla a la que se conectan y como mínimo será de 50 mm² (Tensión de 45 kV).

Estos cables cumplirán las condiciones de la Norma UNE-HD-603 en todo lo que les sea de aplicación, excepto en lo referente a las tensiones de prueba.

Deberán soportar una tensión de 15 kV en corriente alterna durante 1 minuto.

Cables concéntricos.

Estos cables se utilizan para unir las pantallas de empalmes seccionados a las cajas de puesta a tierra. Las pantallas de los dos lados del empalme se conectarán al interior y el exterior del cable concéntrico.

El cable estará constituido por un conductor de cobre, aislamiento de XLPE y un conductor concéntrico de hilos de cobre de la misma sección que el conductor principal. Además, dispondrá de aislamiento o cubierta exterior. La sección interior y exterior de estos cables deben ser iguales o mayores que la sección de la pantalla a la que se conectan y como mínimo será de 50 mm² + 50 mm² (Tensión de 45 kV).

Estos cables cumplirán las condiciones de la Norma UNE-HD-603 en todo lo que les sea de aplicación, excepto en lo referente a las tensiones de prueba.

Deberán soportar una tensión de 15 kV en corriente alterna durante 1 minuto, tanto en el aislamiento interior como en el aislamiento exterior.

8.2.6 Obra civil

En la línea subterránea objeto del proyecto, los sistemas de instalación de los conductores son:

- Conductores en canalizaciones directamente enterradas.
Este tipo de instalación presenta las características descritas en el Apartado "Disposición y trazado de las líneas" y el Apartado "Soterramiento en zanjas".
- Conductores en canalizaciones entubadas con tubos hormigonados.
Este tipo de instalación presenta las características descritas en el Apartado "Disposición y trazado de las líneas" y el Apartado "Soterramiento en zanjas".

- Conductores en canalizaciones topo, con perforaciones subterráneas.

Se utilizará estos sistemas de instalación en aquellas zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas.

La instalación directamente enterrada no se considera adecuada para cables AT debido a distintos factores: factores térmicos que condicionan la capacidad de los circuitos, implicaciones de ejecución de la obra, seguridad de la instalación y mantenimiento, entre otros.

8.2.6.1 Disposición y trazado de las líneas

Se ha realizado el trazado de la línea subterránea de acuerdo con la información disponible (en los Ayuntamientos, empresas de servicios públicos, etc.) de otros servicios subterráneos previamente existentes en la zona.

Con toda la información cartográfica y la anteriormente mencionada, se ha elegido un trazado siguiendo los siguientes criterios:

- Se respetan los condicionados y normas particulares de los Organismos afectados en el trazado.
- En zona urbana, el trazado irá preferentemente bajo calzada, en la proximidad de la acera y paralelo a los bordillos.
- El trazado será lo más rectilíneo posible, y las curvas tendrán el mayor radio de curvatura posible para no dañar al cable.
- Como mínimo este radio de curvatura será mayor que los radios mínimos de curvatura a que se pueden someter tanto los cables que se van a colocar, como el tubo utilizado para la canalización, siendo éste como mínimo de 50 veces el diámetro del tubo. Este valor es el recomendado, en general, para tender el cable por el interior de los tubos.
- Se han tenido en cuenta los lugares donde se van a situar los empalmes, si son necesarios, para evitar que el metraje de las bobinas haga que estos se sitúen en lugares inconvenientes (cruces de calzadas u otros lugares de difícil acceso).

8.2.6.2 Soterramiento en zanjas

El trazado contempla la instalación de un circuito subterráneo. Dicho circuito se ha proyectado para su instalación en zanja independiente, cuyas dimensiones son de 0,60 m de anchura y 1,30 m de profundidad.

Canalización directamente enterrada

Sobre el fondo de la zanja se dispondrá una capa de arena fina lavada de espesor no inferior a 10 cm sobre la que se colocarán los tres cables, unidos en una terna por abrazaderas tipo Unex, cada 1,5 m.

Se procederá al relleno de la zanja con aplicación de arena tamizada suelta y áspera hasta una altura no inferior a 60 cm desde el fondo de la canalización.

A continuación, se instalarán placas de protección mecánica de polietileno. El número de placas de protección a instalar será generalmente de una, salvo en zanjas de anchura igual o superior a 50 cm, donde se instalarán placas en paralelo sin separación entre ellas en el número necesario para cubrir la anchura de proyección de los cables.

Posteriormente se realizará el compactado mecánico, empleándose el tipo de tierra y las tongadas adecuadas para conseguir un próctor del 95%.

Al menos a 50 cm por encima de la generatriz superior del tubo de energía más elevado se instalarán de forma longitudinal a la zanja las cintas de señalización que advierta de la presencia de la línea, según el criterio indicado anteriormente.

Finalmente se rellenará la zanja, continuando con el compactado anteriormente descrito hasta el nivel del terreno si no es necesaria la reposición de firme existente previamente a la apertura.

En aplicación de la reglamentación en vigor no podrá utilizarse este sistema de instalación en cruce de calzadas, donde se optará por la instalación de conductores en canalizaciones entubadas y hormigonada en toda su longitud y cuya profundidad mínima será de 0,6 m hasta la parte superior del tubo.

Canalización entubada con tubos hormigonados

En la zanja las fases estarán dispuestas en triángulo. Cada uno de los cables irá por el interior de un tubo de polietileno de doble capa.

El tubo de polietileno de doble capa (exterior corrugada e interior lisa) que se dispone para los cables de potencia de la línea subterránea tendrá un diámetro exterior de 160 mm y un diámetro interior como mínimo 1,5 veces el diámetro del cable a tender. También se instalarán dos tubos lisos de polietileno de alta densidad de 63 mm de diámetro para la colocación de los cables de comunicaciones de fibra óptica.

Los tubos de polietileno de doble capa tendrán una resistencia a compresión tipo 450 N y una resistencia al impacto Normal, según norma UNE-EN 50086-2-4.

La profundidad de la zanja a realizar para el soterramiento de la línea subterránea de alta tensión, salvo cruzamientos con otras canalizaciones que obliguen a variar la profundidad de la línea, será de 1,30 metros.

Los tubos irán colocados sobre una solera de hormigón HM-20 de 10 cm de espesor. Tras colocar los tubos se rellena de hormigón hasta 15 cm por encima de la superior de los mismos.

Además de lo anterior, las canalizaciones en zanjas se ejecutarán de forma que:

- Se rellenará de hormigón hasta 10 cm por encima de la superior de los tubos.
- Las tierras de relleno deberán alcanzar como mínimo un grado de compactación del 95% Proctor Modificado.
- La cinta de señalización, referenciada en la norma ETU 205A, que servirá para advertir de la presencia de cables de alta tensión, se colocará a unos 20 cm por encima del prisma de hormigón que protege los tubos.
- Se aconseja, además, la instalación de balizas para el marcado de la zanja y su posterior detección. Estas balizas ofrecen un método preciso, práctico y duradero para el marcado del trazado, pudiéndose programar para la inclusión de información específica, como los detalles de la instalación, el tipo de aplicación, tipo de material, fecha de colocación y otros detalles relevantes.

Se instalarán, como mínimo, balizas en los cambios de dirección, en los empalmes y cada 50 metros de la baliza anterior y se señalarán, al menos, con la siguiente información: Código de Baliza (existente por defecto), Nombre de Línea, Tensión y Tipo de ubicación (en traza, cambio dirección, empalme).

8.2.6.3 Perforaciones subterráneas

Se proyectan 3 cruces mediante hinca horizontal (topo) con el Canal Imperial de Aragón, la Autovía A-68 (actualmente en construcción) y el Ferrocarril Miraflores - San Vicente de Calders + Ctra. - Vial de acceso a El Burgo de Ebro, con vaina de 500 mm de diámetro exterior, dado que es imposible abrir zanja. Se describe en detalle el proceso en las separatas correspondientes.

Esta técnica podrá utilizarse en el caso de que se conozca el emplazamiento de las instalaciones subterráneas existentes (en caso de que las haya) y se disponga de

espacio suficiente para situar los hoyos de ataque de los extremos, si son necesarios, así como la maquinaria y medios auxiliares precisos.

Su ventaja más importante es que no alteran el medio físico, evitándose la rotura de pavimentos, movimientos de tierras, construcción de la propia excavación, etc., por lo que las molestias vecinales y de tráfico son mínimas.

Esta técnica está particularmente indicada en cruces de vías públicas, carreteras, ferrocarriles, ríos, etc., donde no sea posible abrir zanjas, así como en ciudades monumentales o lugares de especial protección. También pueden ser necesarias para el cruce de alguna vía de circulación para la cual el organismo afectado solamente diera permiso para cruzar mediante estos sistemas.

Dependiendo del sistema usado para la perforación se colocará o bien una tubería metálica o bien una tubería de polietileno de alta densidad. Dentro de esta tubería se colocarán los tubos de polietileno por los que se introducirán los cables. Una vez colocados los tubos, se hormigonará la entrada de la tubería, con un pequeño dado, con el fin de impedir la entrada de humedad en el tubo.

Permite librar obstáculos naturales o artificiales sin afectar al terreno, con lo cual se garantiza la mínima repercusión ambiental al terreno.

La trayectoria de perforación se realiza a partir de arcos de circunferencia y tramos rectos.

La perforación dirigida se puede ver como una secuencia de fases: disposición, ejecución perforación piloto, aumento del diámetro de la perforación, preparación de la vaina de polietileno e introducción de los tubos interiores.

8.2.6.4 Cámaras de empalme

Para realizar las uniones entre los distintos tramos de tendido, se prevén cámaras donde se alojarán los empalmes entre cables. La profundidad máxima de la cámara de empalme será de 1,9 m.

La longitud y el ancho de la cámara serán los menores posibles siempre y cuando permitan realizar los empalmes necesarios. Por tanto, estas dimensiones dependerán de la tensión de la línea, del número de circuitos de ésta, y del tipo de empalme a realizar. En este caso, las dimensiones de la cámara de empalme serán de 4 m de largo por 1,2 m de ancho.

Una vez realizado el hueco para la cámara de empalme con las dimensiones necesarias, se colocarán paredes de 1,5 m de altura, fabricadas con bloques de hormigón, y se procederá a ejecutar una solera de hormigón HM-20 de 15 cm de espesor.

En las cámaras de empalme para doble circuito se colocará un muro de separación entre ambos circuitos.

Cuando sea necesario conectar las pantallas metálicas a una caja de transposición de pantallas para conexión Cross Bonding o a una caja de puesta a tierra a través de descargador, se facilitará la salida de los cables coaxiales de interconexión, a través de un agujero en las paredes de la cámara de empalme, para llevarlos hasta la caja correspondiente, la cual se situará lo más próxima posible a la cámara de empalme.

Una vez realizados los empalmes de los cables y las pruebas de instalación acabada, y tras colocar un lecho de arena para los mismos, la cámara se rellenará de arena de río o mina, de granulometría entre 0,2 y 1 mm, y de una resistividad de 1 K·m/W, colocándose encima de este relleno de arena una capa de hormigón HM-20 de 10 cm como protección. Finalmente se repondrá el pavimento. Se podrá disponer de tapa arqueta tipo B2 según UNE 133100-2 para poder acceder a la cámara.

Es de señalar que la cámara de empalme a instalar para realizar la reducción de sección del cable, con el objeto de adecuar éste a la posición GIS en la SET CARTUJOS, será registrable. Por esta razón, y al ubicarse en zona de pública concurrencia (Calle del Carbono del Parque Tecnológico de Reciclado López Soriano), se instalarán los dispositivos de seguridad correspondientes para evitar el acceso a los empalmes al personal ajeno a la infraestructura.

8.2.6.5 Arquetas de conexionado de pantallas y de fibra óptica

Las arquetas serán prefabricadas y de clase B conforme a la norma UNE 133100-2:2002. Para su colocación se seguirá lo establecido para instalación de arquetas prefabricadas en la norma UNE 133100-2:2002.

Si el diseño del sistema así lo requiere se definirán las arquetas de conexionado de pantallas y de fibra óptica, irán anexas a la cámara de empalme no visitable del cable de potencia y servirán además como señalización de los empalmes. Se ubicará una arqueta de fibra óptica en al menos cada cámara de empalme no visitable.

8.2.6.6 Arquetas de ayuda al tendido

Al tratarse de una instalación en la que los cables van entubados en todo su recorrido, en los cambios importantes de dirección se colocarán arquetas de ayuda para facilitar el tendido del cable.

Las paredes de estas arquetas deberán entibarse de modo que no se produzcan desprendimientos que puedan perjudicar los trabajos de tendido del cable, y dispondrán de una solera de hormigón de 10 cm de espesor.

Una vez que se hayan tendido los cables se dará continuidad a las canalizaciones en las arquetas, y se recubrirán de una capa de hormigón de forma que quede al mismo nivel que el resto de la zanja.

Finalmente se rellenará la arqueta con tierras compactada y se repondrá el pavimento.

8.2.6.7 Hitos de señalización

Para identificar el trazado de la red subterránea de alta tensión, se colocarán hitos de señalización de hormigón prefabricados cada 50 m y en los cambios de dirección.

Además, se colocarán hitos para señalar la ubicación de los empalmes realizados en los conductores.

En estos hitos de señalización se indicará en la parte superior una referencia que advierta de la existencia de cables eléctricos o de empalmes realizados.

8.2.7 Sistema de puesta a tierra

En la Línea subterránea se conectarán a tierra las pantallas metálicas de los conductores.

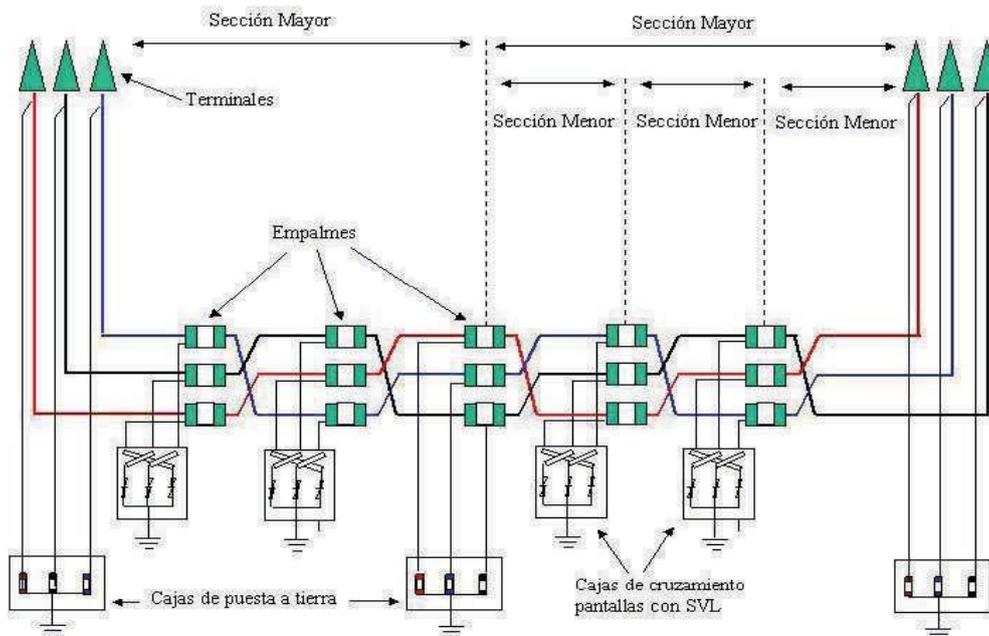
La principal función del sistema de conexión de puesta a tierra de las pantallas de los conductores es la reducción de tensiones inducidas que aparecen entre las pantallas de los cables y tierra, tanto en régimen permanente como en cortocircuito. Estas tensiones inducidas disminuyen la capacidad de transporte y pueden alcanzar valores peligrosos para la seguridad de las personas o valores capaces de dañar los materiales de la instalación y reducir la vida útil de los mismos.

En condiciones de funcionamiento normal de la línea se aceptará, como máximo unas tensiones inducidas entre las pantallas y tierra de 65 V, ya que las conexiones de las pantallas a tierra, y los cruces de las pantallas se ubican en cajas metálicas puestas a tierra.

La conexión de pantallas propuesta para la línea subterránea 45 kV SET ROYAL - SET TRONCHETTI será la de Cruzamiento de Pantallas (Cross Bonding).

El Cross Bonding consiste esencialmente en la distribución de las pantallas de cable en secciones elementales, llamadas secciones menores, y cruzando las pantallas de tal manera que se neutralice la totalidad del voltaje inducido en tres secciones consecutivas. Tres secciones menores juntas conforman una sección mayor.

En un sistema de cruzamiento de pantallas, la ruta se divide en grupos de tres longitudes iguales, lo que asegura que el sistema quede eléctricamente equilibrado, con las pantallas de puestas a tierra en los dos extremos de cada sección mayor pero no en todos los otros puntos, como se puede comprobar en el siguiente esquema:



Tramo entre empalmes	Tipo de conexionado	P.k. inicial zanja (km)	P.k. final zanja (km)	Longitud cable (m)
SET ROYAL - Cámara 1	Cross Bonding	0,00	0,83	830,86
Cámara 1 - Cámara 2	Cross Bonding	0,83	1,65	825,86
Cámara 2 - SET TRONCHETTI	Cross Bonding	1,65	2,48	835,00
Total				2.491,72

De esta manera se induce una tensión entre la pantalla y tierra, pero se eliminan las corrientes inducidas.

Las tres pantallas conectadas en serie están asociadas a conductores de diferentes fases y cuando los cables están dispuestos al tresbolillo, sus intensidades, y por lo tanto las tensiones inducidas en las pantallas, tienen la misma magnitud, pero con un desplazamiento de 120° . El resultado global es que el voltaje inducido resultante y la corriente inducida resultante en las tres pantallas es cero.

Este tipo de conexión no requiere un cable de continuidad de tierra.

Con esta conexión de pantallas se puede incrementar considerablemente la intensidad admisible del circuito, particularmente para conductores de sección muy grande. Este sistema se puede aplicar a longitudes grandes.

8.2.8 Protecciones

Para la protección contra sobrecargas, sobretensiones, cortocircuitos y puestas a tierra se dispondrán en las Subestaciones Transformadoras los oportunos elementos (interruptores automáticos, relés, etc.), los cuales corresponderán a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de la que forme parte la Línea Subterránea en proyecto.

8.2.9 Cruzamientos, proximidades y paralelismos en la línea subterránea de evacuación

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5 de la ITC-LAT O6 del RLAT, las correspondientes Especificaciones Particulares de la compañía distribuidora aprobadas por la Administración y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de AT. Cuando no se puedan respetar aquellas distancias, deberán añadirse las protecciones mecánicas especificadas en el propio reglamento.

En la siguiente tabla se resumen las distancias entre servicios subterráneos para cruces, paralelismos y proximidades.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD			
Cruzamiento	Instalación	Profundidad	Observaciones
Carreteras	Entubada y hormigonada	2: 0,6 m de vial	Siempre que sea posible, el cruce se realizará perpendicular al eje del vial
Ferrocarriles	Entubada y hormigonada	2: 1,1 m de la cara inferior de la traviesa	La canalización entubada se rebasará 1,5 m por cada extremo. Siempre que sea posible, el cruce se realizará perpendicular a la vía.
Depósitos de carburante	Entubada (*)	2: 1,2 m	La canalización rebasará al depósito en 2 m por cada extremo.
Conducciones de alcantarillado	Enterrada ó entubada	-	Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado (**).

(*): Los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica.

(**): En el caso de que no sea posible, el cable se pasará por debajo y se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias, constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD			
Cruzamiento	Instalación	Distancia	Observaciones
Cables eléctricos	Enterrada ó entubada	2: 25 cm	Siempre que sea posible, los conductores de AT discurrirán por debajo de los de BT. Los empalmes de ambas instalaciones distarán al menos 1 m del punto de cruce (*).
Cables telecomunicaciones	Enterrada ó entubada	2: 20 cm	Los empalmes de ambas instalaciones distarán al menos 1 m del punto de cruce (*).
Canalizaciones de agua	Enterrada ó entubada	2: 20 cm	Los empalmes de ambas instalaciones distarán al menos 1 m del punto de cruce (*).
Acometidas o Conexiones de servicio a un edificio	-	2: 30 cm a ambos lados	La entrada de las conexiones de servicio a los edificios, tanto de BT como de MT, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad perfecta (*).

(*): En el caso de que no sea posible cumplir con esta condición, será necesario separar ambos servicios mediante colocación bajo tubos de la nueva instalación, conductos o colocación de divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD				
Cruzamiento	Instalación	Presión de la instalación	Distancia sin protección adicional	Distancia con protección adicional (*)
Canalizaciones y acometidas de gas	Enterrada ó entubada	En alta presión > 4 bar	2: 40 cm	2: 25 cm
		En baja y media presión s; 4 bar	2: 40 cm	2: 25 cm
Acometida interior de gas (**)	Enterrada ó entubada	En alta presión > 4 bar	2: 40 cm	2: 25 cm
		En baja y media presión s; 4 bar	2: 20 cm	2: 10 cm

(*): La protección complementaria estará constituida preferentemente por materiales cerámicos y garantizará una cobertura mínima de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger. En el caso de líneas subterráneas de alta tensión entubadas, se considerará como protección suplementaria el propio tubo.

(**): Se entenderá por acometida interior de gas el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de la compañía suministradora y la válvula de seccionamiento existente entre la regulación y medida.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD			
Proximidad o paralelismo	Instalación	Distancia	Observaciones
Cables eléctricos	Enterrada ó entubada	2: 25 cm	Los conductores de AT podrán instalarse paralelamente a conductores de BT o AT (*).
Cables telecomunicaciones	Enterrada ó entubada	2: 20 cm	(*)

DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Proximidad o paralelismo	Instalación	Distancia	Observaciones
Canalizaciones de agua	Enterrada ó entubada	2: 20 cm	Los empalmes de ambas instalaciones distarán al menos 1m del punto de cruce (*).

(*): En el caso de que no sea posible cumplir con esta condición, será necesario separar ambos servicios mediante colocación bajo tubos de la nueva instalación, conductos o colocación de divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Proximidad o paralelismo	Instalación	Presión de la instalación	Distancia sin protección adicional	Distancia con protección adicional (*)
Canalizaciones y acometidas de gas	Enterrada ó entubada	En alta presión > 4 bar	2: 40 cm	2: 25 cm
		En baja y media presión s; 4 bar	2: 25 cm	2: 15 cm
Acometida interior de gas (**)	Enterrada ó entubada	En alta presión > 4 bar	2: 40 cm	2: 25 cm
		En baja y media presión s; 4 bar	2: 20 cm	2: 10 cm

(*): La protección complementaria estará constituidos preferentemente por materiales cerámicos o por tubos de adecuada resistencia.

(**): Se entenderá por acometida interior de gas el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de la compañía suministradora y la válvula de seccionamiento existente entre la regulación y medida.

8.3 SUBESTACIÓN "TRONCHETTI"

Las actuaciones sobre la subestación "Tronchetti", existente, consisten en la instalación de los equipos necesarios para realizar la llegada de la Línea Subterránea de Alta Tensión desde la subestación "Royal" en proyecto, según se describe en los siguientes apartados.

8.3.1 INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA

8.3.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Las actuaciones previstas en la SET Tronchetti consisten en la instalación de una única celda de 45 kV, y sus correspondientes equipos auxiliares, de control, medida, protección, etc. Estos equipos se alojarán en el edificio ya existente en la subestación.

8.3.1.2 PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO DE LA SET

Las características eléctricas de la aparamenta serán:

Nivel de tensión del parque	45 kV
Tensión nominal	45 kV _{ef}
Tensión más elevada para el material	52 kV _{ef}
Frecuencia nominal	50 Hz
Tensión soportada a frecuencia industrial	95 kV _{ef}
Tensión soportada bajo impulso tipo rayo	250 kV _{cr}
Conexión del neutro	Rígido a tierra

8.3.1.3 SISTEMA DE 45 kV

El sistema en el nivel de 45 kV está compuesto por elementos localizados en el parque interior (celda con interruptores automáticos, seccionadores y transformadores de medida).

La celda es del tipo blindado y encapsulado trifásico con aislamiento de gas hexafluoruro de azufre (SF₆). La configuración eléctrica es de simple barra.

8.3.1.3.1 Transformadores de tensión

La celda blindada de llegada de línea se equipará con un juego de tres transformadores de tensión tipo inductivo, cuyas características eléctricas más importantes son:

- Tensión más elevada [kV] 52
- Tensión de servicio [kV]..... 45
- Frecuencia [Hz] 50
- Relación de transformación [kV]
 - Primer arrollamiento 46,2:√3 / 0,11:√3
 - Segundo arrollamiento 46,2:√3 / 0,11:√3
 - Tercer arrollamiento 46,2:√3 / 0,11: 3
- Potencias y clase de precisión
 - Primer arrollamiento 30 VA, CI O.2

8.3.1.3.2 Transformadores de intensidad

Se instalarán en la celda blindada de SF₆ que contendrá la aparamenta a 45 kV. Estos tres transformadores de intensidad alimentarán los circuitos de medida y protección.

A continuación, se describen las principales características de estos transformadores:

- Tensión más elevada [kV] 52

- Tensión de servicio [kV]..... 45
- Frecuencia [Hz]..... 50
- Relación de transformación [A] 350-700/5-5-5-5
- Potencias y clases de precisión:
 - Arrollamientos de medida 30 VA Cl. 0'2s; 30 VA Cl. 0,5
 - Arrollamientos de protección 50 VA Cl. 5P20; 50 VA Cl. 5P20

8.3.1.3.3 *Interrupor automático*

Se ha previsto la instalación de un interruptor automático tripolar de SF₆ en la celda blindada.

Las características más esenciales de este interruptor son:

- Tensión de servicio [kV]:..... 45
- Frecuencia [Hz] 50
- Intensidad nominal de servicio [A]..... 1.000
- Poder de corte nominal bajo cortocircuito [kA] 25
- Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz [kV]..... 95
- Tensión de ensayo con onda 1,2/50 µs [kV]..... 250

8.3.1.3.4 *Seccionador*

Para poder efectuar el seccionamiento de la salida de línea, se ha previsto el montaje de un seccionador tripolar para 45 kV a instalar en las celdas blindadas.

Las características técnicas principales de este seccionador son las siguientes:

- Tensión nominal [kV]..... 45
- Frecuencia [Hz]..... 50
- Intensidad nominal de servicio [A] 1.000
- Intensidad admisible de corta duración [kA]..... 25

8.3.1.3.5 *Embarrado*

El embarrado principal se elegirá de forma que las temperaturas máximas previstas no provoquen calentamientos por encima de 40°C sobre la temperatura ambiente. Asimismo, soportará los esfuerzos electrodinámicos y térmicos de las corrientes de cortocircuito previstas, sin que se produzcan deformaciones permanentes.

La unión entre el embarrado de la celda de línea proyectada y el embarrado de la celda de conexión con el transformador 2 se realizará preferentemente mediante acople directo de las dos celdas; en caso de ser necesario, se realizará mediante cable aislado de 1000 mm² de aluminio con pantalla de 50 mm² de cobre XLPE 26/45 kV 3x1x1000 mm² Al.

8.3.2 SISTEMA DE PROTECCIÓN Y CONTROL

El sistema de protección y control de la celda de línea a instalar se integrará en el sistema existente en la subestación "Tronchetti".

8.3.2.1 FUNCIONES PRINCIPALES DE LA UNIDAD DE CONTROL DE POSICIÓN

- Captación de las señales analógicas de los transformadores de medida (TI's y TT's) para generación de las medidas (intensidad, tensión, potencia activa, potencia reactiva y posición de TAP del regulador).
- Captación de los estados (señales digitales de la aparamenta), a saber: estado de interruptores, seccionadores y posiciones de los reguladores en carga de los transformadores.
- Mando y señalización de los dispositivos asociados a la posición (interruptores y seccionadores).
- Captación y gestión de las alarmas de la posición, incluidas las de la propia UCP.
- Protección de la posición.
- Alarmas.

8.3.2.2 DISPOSICIÓN CONSTRUCTIVA

Los equipos necesarios para realizar las funciones de mando, medida, protección, señalización, alarmas y telemando se alojarán en un conjunto de armarios metálicos constituyendo el denominado cuadro de control.

Los armarios son de apertura frontal con dos puertas superpuestas. La primera de metacrilato transparente de protección y la segunda formada por un bastidor móvil para alojar racks de 19". En el interior del armario se alojan los relés de protección, relés auxiliares, magnetotérmicos y bornas. En el frontal del armario se colocan los equipos

de medida, protección y control. Estos equipos se montan en cajas de ¼ de rack de 19", en 6 alturas, previstos para su montaje empotrado en panel.

Los equipos de protección contienen un display gráfico de control. La presentación del estado del interruptor y seccionadores se hace mediante un mímico interactivo. El mando se realiza a través de pulsadores que lleva la propia protección y que actúan directamente o a través de relés auxiliares, realizando las funciones de conexión-desconexión del interruptor, reenganchador servicio-fuera servicio, mando local-telemando, etc. La indicación de alarmas se realiza mediante unos leds de la protección y su correspondiente pantalla en la que aparecen indicadas.

Las funciones de telemando se realizan a través de todos los elementos anteriormente descritos.

El cableado interior de los armarios se realiza mediante hilo flexible de cobre, con aislamiento libre de halógenos (ESO7Z1), no propagador del fuego, de secciones 1,5mm² y 2,5mm². Los cables irán por dentro de canaletas, con aberturas laterales para salidas de cable y tapas extraíbles. Cada punta de cable tendrá el terminal correspondiente. Las interconexiones se realizarán a través de regletas terminales formadas por bornas seccionables o no seccionables, debidamente rotuladas.

8.3.2.3 PROTECCIONES

La marca y modelo de los diferentes relés de protección de la subestación se ajustarán a la normativa de la compañía de distribución o transporte en el momento de la ejecución de la misma.

8.3.2.3.1 Línea de 45 kV

Funciones protectivas principales

- Diferencial longitudinal, fases segregadas	87L
- Distancia	21
- Sincronismo.....	25
- Reenganchador	79
- Imagen Térmica.....	49
- Máxima intensidad no direccional de fases.....	51
- Máxima intensidad direccional de tierras.....	67N

- Máxima intensidad no direccional de tierras 51N
- Vigilancia de bobinas 3
- Localizador de defectos
- Oscilografía

Funciones protectivas secundarias

- Diferencial longitudinal, fases segregadas87L
- Distancia 21
- Máxima intensidad no direccional de fases 51
- Máxima intensidad direccional de tierras 67N
- Máxima intensidad no direccional de tierras 51N
- Sincronismo 25
- Reenganchador 79
- Imagen Térmica 49
- Localizador de defectos
- Discordancia de polos
- Oscilografía

Los relés multifunción con función 87L se interconectarán mediante fibra óptica directa punto a punto. Adicionalmente, sobre el mismo soporte, dichos relés podrían transmitir/recibir órdenes de teledisparo por actuación funciones 5OS-62 y/o 87B

8.3.2.4 EQUIPOS DE MEDIDA

En cuanto los equipos contadores-registradores, cumpliendo con lo especificado en el reglamento de puntos de medida y más concretamente en las instrucciones técnicas complementarias (punto 4.5), para puntos de medida de tipo 1 (potencia intercambiada anual igual o superior a 5 GWh) se instalarán contadores de energía activa de clase O,2s y reactiva de clase O,5 para medida comprobante.

8.3.2.4.1 Medida comprobante en 45 kV:

- Contador de energías activa y reactiva, a cuatro hilos con clases de precisión mejores o iguales a O,2s y O,5 para activa y reactiva respectivamente.
- Registrador
- Módem de comunicaciones

Los equipos de medida irán alojados en el edificio existente en la subestación "Tronchetti".

9 PLANIFICACIÓN

Descripción	MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5		MES 6	
	SEMANAS 1-2	SEMANAS 3-4	SEMANAS 5-6	SEMANAS 7-8	SEMANAS 9-10	SEMANAS 11-12	SEMANAS 13-14	SEMANAS 15-16	SEMANAS 17-18	SEMANAS 19-20	SEMANAS 21-22	SEMANAS 23-24
INICIO DE OBRAS												
OBRA CIVIL												
Replanteos												
Accesos												
Acopio de materiales												
Ejecución de plataforma de la SET												
Apertura y realización de cimentaciones												
Montaje de Anclajes												
Edificio de control												
Apertura de zanjas												
Ejecución de arquetas y cámaras de empalme												
MONTAJE ESTRUCTURAS												
Acopio de materiales												
Montaje de estructuras												
Acabado final												
MONTAJE DE APARAMENTA												
Acopio de materiales												
Montaje												
Conexionado												
TENDIDO DE CONDUCTORES												
Acopio de materiales												
Tendido												
Ejecución de empalmes y terminales												
CONTROL Y PROTECCIONES												
Tendido y conexión de cableado												
Configuración de equipos												
PUESTA EN MARCHA Y PRUEBAS												
Puesta en marcha												
Fase de pruebas												
FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN												

10 CONCLUSIÓN

Con el presente proyecto, se entiende haber descrito adecuadamente las diferentes instalaciones de la SET "Royal" y la Línea Subterránea Alta Tensión 45 kV SET "Royal" - SET "Tronchetti", sin perjuicio de cualquier otra ampliación o aclaración que las autoridades competentes consideren oportunas.

Consta la firma

Zaragoza, septiembre de 2024
Fdo. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Ingeniera Industrial
Colegiada Nº XXXXX COIIAR
Al servicio de la empresa
Atalaya Generación S.L.