



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

BYPASS SUBESTACIÓN CALA MESQUIDA 132 kV

COMUNIDAD AFECTADA

Islas Baleares

TÉRMINO MUNICIPAL

Capdepera

Madrid, julio de 2018

Rf^a.: TI.S/2018/545

		COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM - MADRID	
Nº VISADO 201803253		FECHA DE VISADO 28/09/2018	
VISADO			
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA			
COLEGIADO/A Nº:		NOMBRE	
12864 COIIM LUIS CABEZON LOPEZ			



BYPASS SUBESTACIÓN CALA MESQUIDA 132 kV

Nº PÁGINAS

DOCUMENTO 1	MEMORIA	26
ANEXO 1.....	CÁLCULOS.....	11
DOCUMENTO 2	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.....	10
ANEXO 1.....	REQUISITOS AMBIENTALES. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	14
ANEXO 2.....	ESTUDIO DE SEGURIDAD.....	16
DOCUMENTO 3	PLANOS.....	16
DOCUMENTO 4	PRESUPUESTO	3
DOCUMENTO 5	ESTUDIO CAMPOS MAGNÉTICOS.....	11

El Ingeniero industrial

Mis Khan

Red Eléctrica de España SAU



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

BYPASS SUBESTACIÓN CALA MESQUIDA 132 kV

DOCUMENTO 1

MEMORIA

Dirección de **Ingeniería y Medio Ambiente**
Dpto. **Ingeniería de Subestaciones**

julio de 2018



Índice

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES	4
1.1 ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN.....	4
1.2 OBJETO	4
1.3 RELACIÓN DE ADMINISTRACIONES, ORGANISMOS O EMPRESAS DE SERVICIO PÚBLICO O SERVICIOS DE INTERÉS GENERAL, EN LA PARTE QUE LA INSTALACIÓN PUEDA AFECTAR A BIENES Y DERECHOS A SU CARGO	5
1.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS A EFECTOS RETRIBUTIVOS	5
1.5 ESQUEMA DE LA ACTUACIÓN.....	6
CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS EN LA SUBESTACIÓN DE CALA MESQUIDA 8	
2.1 GENERALIDADES E HIPÓTESIS DE DISEÑO.....	8
2.1.1 Características básicas y emplazamiento	8
2.1.2 Hipótesis de diseño.....	8
2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN.....	9
2.2.1 Descripción general de la instalación.....	9
2.2.2 Configuración y disposición general de la instalación	9
2.3 SISTEMA ELÉCTRICO	10
2.3.1 Magnitudes eléctricas.....	10
2.3.2 Distancias	10
2.3.3 Embarrados	11
2.3.4 Características de la aparamenta	12
2.3.5 Características del cable aislado.....	13
2.4 RED DE TIERRAS.....	20
2.4.1 Red de tierras inferiores	20
2.4.2 Red de tierras superiores	20
2.5 ESTRUCTURAS METÁLICAS.....	21
2.6 SISTEMAS DE CONTROL Y PROTECCIÓN.....	21



2.6.1	Sistemas de control	21
2.6.2	Sistemas de protecciones.....	21
2.7	SERVICIOS AUXILIARES	22
2.8	SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES.....	23
2.9	OBRA CIVIL Y EDIFICACIÓN	23
2.9.1	Movimiento de tierras	23
2.9.2	Drenajes	23
2.9.3	Cimentaciones, viales y canales de cables	23
2.9.4	Accesos	24
2.9.5	Edificios y casetas	24
2.9.6	Cerramiento	24
2.10	INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA	24
2.10.1	Alumbrado	24
2.10.2	Fuerza	24
2.11	SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y ANTIINTRUSISMO	24
CAPÍTULO 3. NORMATIVA APLICADA		25
CAPÍTULO 4. PLAZO DE EJECUCIÓN Y FECHA PREVISTA DE PUESTA EN SERVICIO		26



CAPÍTULO 1. GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. (en adelante RED ELÉCTRICA), de conformidad con lo establecido en los artículos 6 y 34 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre del Sector Eléctrico, como gestor de la red de transporte y transportista único con carácter de exclusividad, tiene atribuida la función de transportar energía eléctrica, así como construir, mantener y maniobrar las instalaciones de transporte.

En atención a la Resolución número 2584 del Director General de Energía en la que se fijan los criterios que determinan la red de transporte eléctrico en la Comunidad Autónoma de Islas Baleares de fecha de 4 de febrero de 2005 (BOIB número 31, de fecha 22-05-2005), tendrán consideración de red de transporte las líneas y subestaciones de tensión 66 kV o superior, las interconexiones entre islas y con el sistema peninsular independientemente de su tensión, los transformadores de tensión secundaria igual o superior a 66 kV y los elementos de control de potencia activa o reactiva de tensión igual o superior a 66 kV, así como los activos y sistemas de comunicaciones, protecciones, control y servicios auxiliares, terrenos y edificaciones necesarios para el funcionamiento adecuado de las instalaciones de transporte.

Las instalaciones recogidas en el proyecto objeto del presente documento se encuentran recogidas en el Decreto 96/2005, de 23 de septiembre, de aprobación definitiva de la revisión del Plan Director Sectorial Energético de Illes Balears.

En el ejercicio de las citadas funciones y en orden al efectivo cumplimiento de las finalidades relativas al transporte de energía eléctrica, RED ELÉCTRICA ha proyectado la realización de un bypass en la subestación CALA MESQUIDA en el parque de 132 kV, con objeto de habilitar la conexión provisional del segundo enlace entre Mallorca y Menorca. La instalación se ubica en el término municipal de Capdepera, isla de Mallorca, dentro de la Comunidad Autónoma de Islas Baleares.

La citada instalación se encuentra recogida en el correspondiente anexo contenido en las modificaciones del Planificación Energética, Plan de desarrollo de la red de transporte de energía eléctrica 2015-2020, aprobada por el Consejo de Ministros de fecha 16 de octubre de 2015.

1.2 OBJETO

De conformidad con lo establecido en la referida Ley 24/2013, del Sector Eléctrico, y en el 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, constituye el objeto de este proyecto de ejecución, a efectos administrativos, la aportación de los datos precisos para la obtención de la correspondiente resolución relativas a:

- **Autorización administrativa previa** para la ampliación de la subestación CALA MESQUIDA 132 kV, al encontrarse ésta entre las instalaciones de la red de transporte de electricidad recogidas en el acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de junio de 2014, por el que se habilita a la Dirección General de Política Energética y Minas para la autorización o la emisión de informes favorables a los que se hacía referencia en la Ley 24/2013, del Sector Eléctrico o los informes favorables a los que se hace referencia en el art. 35.2 de la Ley 24/2013 del Sector Eléctrico, para determinadas instalaciones de la red de transporte de electricidad de conformidad con lo establecido en el artículo 10.5 del Real Decreto-ley 13/2012, de 30 de marzo
- **Autorización administrativa de construcción** de la ampliación de la subestación CALA MESQUIDA 132 kV



- **Declaración, en concreto, de Utilidad Pública**, con los efectos establecidos en el artículo 56 y siguientes de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

Estas instalaciones se encuentran incluidas en la red de transporte secundaria en virtud de los artículos 6 y 34 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, por lo que compete a la Dirección General de Industria y Energía del Gobierno de las Islas Baleares resolver sobre la autorización administrativa, la declaración, en concreto, de utilidad pública, la aprobación del Proyecto Técnico Administrativo y la autorización de construcción.

El titular de la instalación es: RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.

- Domicilio social del titular: Paseo Conde de los Gaitanes 177, C. P. 28109, Alcobendas-Madrid
- A efectos de notificación: RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. en la dirección Camí Son Fangos 100, C.P. 07007 Palma-Islas Baleares

1.3 RELACIÓN DE ADMINISTRACIONES, ORGANISMOS O EMPRESAS DE SERVICIO PÚBLICO O SERVICIOS DE INTERÉS GENERAL, EN LA PARTE QUE LA INSTALACIÓN PUEDA AFECTAR A BIENES Y DERECHOS A SU CARGO

- Excmo. Ayuntamiento de Capdepera: Concejalía de Urbanismo
- Govern de las Islas Baleares: Consejerías de Agricultura y Ganadería, Aguas, Cultura, Industria y comercio, Medio ambiente, Obras públicas y Política territorial.
- Dirección general de Política energética y Minas del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio a los efectos de lo preceptuado en el artículo 114 del RD 1955/2000.

1.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS A EFECTOS RETRIBUTIVOS

Parque de 132 kV

- **Nuevas posiciones de interruptor a instalar:**

Número de posiciones equipadas	3	REA-2, REA-3 y L/Es Bessons
Número de posiciones parcialmente equipadas	0	
Número de posiciones reservas sin equipar	1	REA-1 (existente)

- **Características:**

Tecnología	AIS
Instalación	Convencional exterior



Configuración	Barra simple
Intensidad de cortocircuito de corta duración	31,5 kA

- **Nuevas reactancias:**

Número	1 (REA-2)
Instalación	Convencional exterior
Tensión nominal	132 kV
Potencia	17 MVar
Configuración	Trifásica

- **Reactancias (existentes) que quedan como reserva no equipada:**

Número	2 (actuales REA-1 y REA-2)
Instalación	Convencional exterior
Tensión nominal	132 kV
Potencia	30 MVar
Configuración	Trifásica

La reactancia REA-3 (existente) quedará conectada y disponible para control de tensiones en la Red de Transporte.

1.5 ESQUEMA DE LA ACTUACIÓN

La actuación consiste en equipar a las posiciones existentes REA-2, REA-3 y L/Es Bessons con la aparatamenta necesaria que permita proteger el enlace provisional con la isla de Menorca así como maniobrar los elementos de la subestación que así lo requieran.

La conexión eléctrica entre las islas de Mallorca y Menorca se restablecerá de manera provisional conectando en la posición de línea Cala Bosch en S.E. Cala Mesquida, el tramo del enlace Ciudadela – Artá a 132 kV que permitiría unir eléctricamente las subestaciones de Cala Mesquida y Ciudadela.

El nuevo enlace submarino entre las islas de Mallorca y Menorca está aprobado en el Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2015-2020 y unirá las subestaciones de Ciudadela y Artá con un nivel de tensión de explotación de 132 kV.

Aprovechando que el trazado de esta línea, en uno de los tramos de la parte subterránea en Mallorca, está muy próximo a la subestación de Cala Mesquida, se tenderá en este tramo el cable de potencia hasta

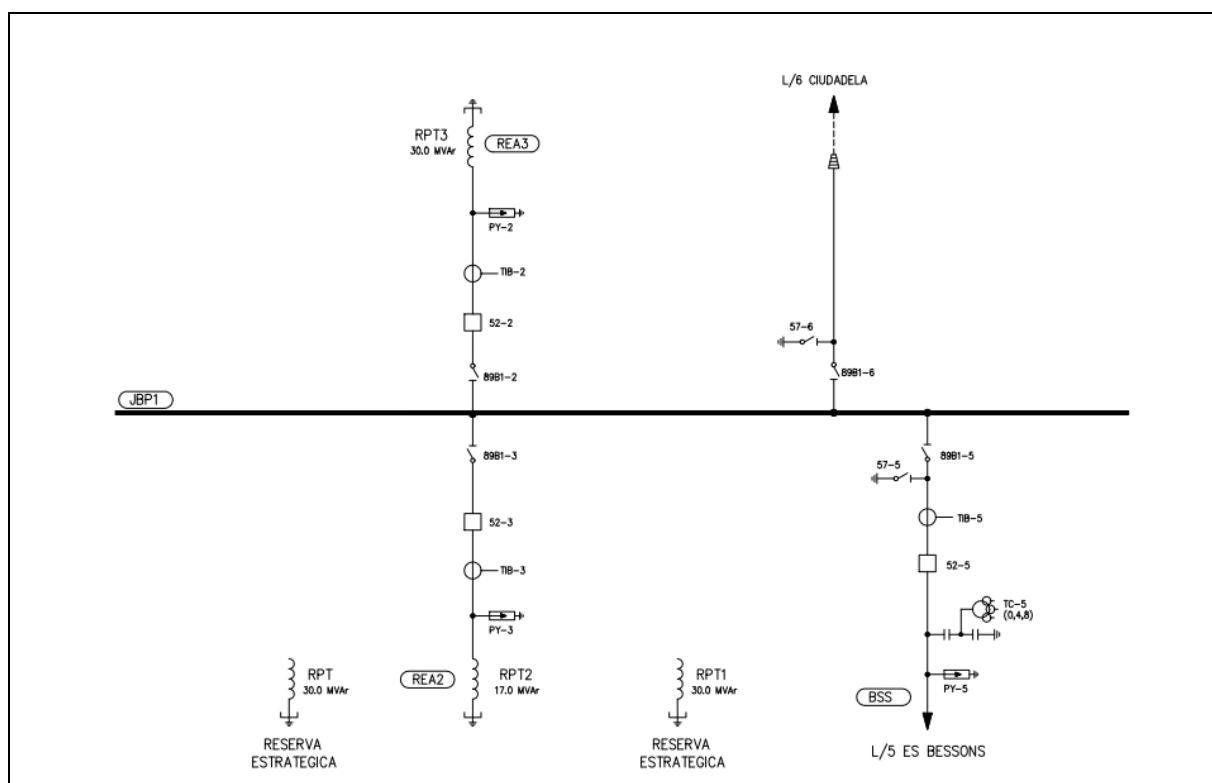


la cámara de empalme más próxima recuperándose la longitud suficiente que permita realizar la conexión provisional entre Mallorca (cala Mesquida) y Menorca (Ciudadela) .

Esta conexión se realizará en aéreo ejecutándose las correspondientes botellas terminales que, soportadas por su correspondiente estructura metálica, faciliten realizar la conexión entre el cable aislado y los embarrados aéreos de la subestación de Cala Mesquida.

Para garantizar la capacidad de maniobra de los nuevos interruptores a instalar, será necesario sustituir la actual reactancia REA-2 de 30 MVar por una nueva de 17 MVar. Las reactancias RPT-1 y RPT-3 que actualmente se encuentran en servicio, quedarán como reservas no equipadas y disponibles para poner en tensión si es preciso. Quedará conectada a la Red de Transporte la actual reactancia RPT-3 de 30 MVar.

El esquema unifilar del parque de 132 kV donde se recogen las actuaciones a realizar se muestra a continuación.



Subestación eléctrica CALA MESQUIDA, parque 132 kV



CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS EN LA SUBESTACIÓN DE CALA MESQUIDA

2.1 GENERALIDADES E HIPÓTESIS DE DISEÑO

2.1.1 Características básicas y emplazamiento

La subestación de CALA MESQUIDA 132 kV está situada en el término municipal de Capdepera, provincia de Islas Baleares, Comunidad Autónoma de las Islas Baleares.

La ubicación queda reflejada en el plano de situación geográfica Documento nº3 Planos del presente proyecto.

Atendiendo las características ambientales del emplazamiento seleccionado esta instalación se realiza con tecnología AIS.

De acuerdo con los criterios establecidos en el *Procedimiento de Operación 13.3 Instalaciones de la Red de Transporte: Criterios de diseño, requisitos mínimos y comprobación de equipamiento y puesta en servicio* aprobado en resolución de 11 de Febrero de 2005, de la Secretaría General de la Energía, por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, se ha proyectado que el parque de 132 kV de la subestación CALA MESQUIDA se construya con configuración de Barra simple.

2.1.2 Hipótesis de diseño

- **Condiciones ambientales**

Las condiciones ambientales del emplazamiento son las siguientes:

- Altura media sobre el nivel del mar 20 m
- Temperaturas extremas + 45º C/-5º C
- Contaminación ambiental Baja
- Nivel de niebla Bajo

Para el cálculo de la sobrecarga del viento, se ha considerado viento horizontal con velocidad de 140 km/h.

Los embarrados y tendidos altos se han diseñado considerando la Zona A según "Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero de 2008" y para el resto de la instalación con las sobrecargas consideradas en el Documento Básico de Seguridad Estructural SE-AE "Seguridad Estática. Acciones en la Edificación" del Código Técnico de la Edificación. Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.

Respecto a las acciones sísmicas, la norma NCSR-02 contempla la necesidad de su aplicación en construcciones de especial importancia, como ésta, cuando la aceleración sísmica básica sea superior o igual a 0,04 g, siendo en Capdepera de 0,04g por lo que sí se tendrán en cuenta estas acciones sísmicas.

- **Datos de cortocircuito**

El proyecto considera una intensidad de cortocircuito de corta duración de 31,5 kA.

Las intensidades de cortocircuito previstas en el horizonte 2020 para el parque de 132 kV son las siguientes:

- Monofásica 7,7 kA
- Trifásica 6,8 kA



Estos valores son menores que los de la intensidad de cortocircuito de corta duración de diseño.

- **Datos del terreno a efectos de la red de tierras**

A efectos de cálculo se considera una resistividad del terreno de $200 \Omega \cdot m$.

2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

2.2.1 Descripción general de la instalación

El parque de 132 kV en la subestación de CALA MESQUIDA responde a las siguientes características principales:

- Tensión nominal..... 132 kV
- Tensión más elevada para el material (U_m) 145 kV
- Tecnología..... AIS
- Instalación..... Convencional exterior
- Configuración..... Barra simple
- Intensidad de cortocircuito de corta duración 31,5 kA

2.2.2 Configuración y disposición general de la instalación

Calle	Existente		Con la ampliación		
	Posición	Nº de interruptores	Posición	Nº de interruptores	Nº de interruptores nuevos
1	Reactancia RPT		1	0	0
2	Reactancia REA3	0	2	1	1
3	Reactancia REA2	0	3	1	1
4	Reactancia REA1	0	4	0	0
5	ES BESSONS	0	5	1	1
6	CALA BOSCH	0	6	0	0

La configuración y disposición general de la instalación queda reflejada en los planos: esquema unifilar simplificado, planta general y secciones generales del Documento nº3 Planos del presente Proyecto.



2.3 SISTEMA ELÉCTRICO

2.3.1 Magnitudes eléctricas

Las magnitudes eléctricas básicas de diseño adoptadas para el parque de **132 kV**:

- Tensión nominal 132 kV
- Tensión más elevada para el material (Ve) 145 kV
- Neutro Rígido a tierra
- Intensidad de cortocircuito trifásico (valor eficaz) 31,5 kA
- Tiempo de extinción de la falta 0,5 seg
- Nivel de aislamiento:
 - Tensión soportada a impulso tipo maniobra 275 kV
 - Tensión soportada a impulso tipo rayo 650 kV
- Línea de fuga mínima para aisladores 4.567,5 mm (31,5 mm/kV)

2.3.2 Distancias

Las distancias mínimas adoptadas para el parque de 132 kV son las indicadas a continuación, según las magnitudes eléctricas indicadas y la normativa aplicable.

- **Para conductores rígidos (embarrados de interconexión):**

Distancias fase-tierra:

- Conductor-estructura 1.300 mm

Distancias fase-fase:

- Conductores paralelos 1.300 mm

Las distancias adoptadas son válidas, dado que la altura de la instalación sobre el nivel del mar es inferior a 1.000 m.

- **Para conductores tendidos:**

Este tipo de conductores se verán sometidos bajo ciertas condiciones de defecto a movimientos de gran amplitud, los cuales, y durante algunos instantes, aproximan entre sí a los conductores de fase hasta unas distancias inferiores a las normalizadas.

Por consiguiente, es posible considerar unas distancias mínimas temporales de aislamiento inferiores a las normalizadas ya que debe tenerse en cuenta que los tipos de sobretensiones a considerar son reducidos y sólo deben considerarse aquellas que pudieran ser simultáneas al propio defecto de cortocircuito y con más precisión al momento en el que los conductores se aproximan.

No es por lo tanto, necesario considerar sobretensiones de tipo rayo, ya que es altamente improbable que coincidan con un cortocircuito entre fases.

Por otro lado, la longitud de vano que experimenta la reducción de la distancia de aislamiento es pequeña, y su duración es muy reducida, de forma que la posibilidad de fallo se hace mínima. En este sentido, hay que tener en cuenta que, en el caso de conductores rígidos se elimina la posibilidad de una falta producida por el movimiento de los conductores tras una falta en las salidas de línea.

Basándose en lo anterior, se adoptan las siguientes distancias de aislamiento temporal en conexiones tendidas:



- Conductor-estructura 650 mm
- Conductor-conductor..... 650 mm

Para la determinación de este tipo de distancias, se han tenido en cuenta los siguientes criterios básicos de implantación:

- Las distancias serán tales que permitirán el paso del personal y herramientas por todos los puntos del parque de Convencional exterior bajo los elementos en tensión sin riesgo alguno.
- Deberán permitir el paso de vehículos de transporte y de elevación necesarios para el mantenimiento o manipulación de elementos de calles en descargo, bajo el criterio de gálibos estipulados.

No se han tenido en cuenta, por lógica, las exigencias que se deriven de la realización de trabajos de conservación bajo tensión. En estos casos será necesario aumentar las distancias entre fases con respecto a la disposición física preestablecida, con lo que el resto de los condicionantes se cumplirá con un margen mayor.

Al considerar todo lo anterior, y de acuerdo con lo que se indica, se establecerán las siguientes distancias en el parque de 132 kV:

- Entre ejes de aparellaje 3.000 mm
- Entre ejes de conductores tendidos 3.500 mm
- Anchura de calle 12.000 mm
- Altura de embarrados de interconexión entre aparatos.... 4.500 mm
- Altura de salida de línea..... 10.950 mm

Como se puede observar, las distancias mínimas son muy superiores a la preceptuada en la normativa.

Con respecto a la altura de las partes en tensión sobre viales y zonas de servicio accesibles al personal, la normativa, prescribe una altura mínima de 2.300 mm a zócalo de aparatos, lo que se garantizará con las estructuras soporte del aparellaje.

2.3.3 Embarrados

Los conductores del parque de 132 kV estarán dispuestos en dos niveles:

- Embarrados bajos, conexiones entre aparatos a 4,5 y 5 m de altura. Se realizarán con cable de de aluminio-acero.
- Embarrados altos de cable de aluminio-acero a 12,775 m de altura.

Será necesario modificar los embarrados bajos, para realizar las conexiones entre aparatos. Las características de los conductores serán las siguientes:

- Formación Simple
- Tipo GLADIOLUS
- Sección total del conductor 766,5 mm²
- Diámetro exterior 35,98 mm
- Intensidad admisible permanente a 35º C de temperatura ambiente y 85º C en conductor 1.295 A

Los tendidos altos se realizarán con cable flexible de aluminio-acero. Las características de los conductores serán las siguientes:



- Formación.....Simple
- Tipo.....RAIL
- Sección total del conductor.....516,82 mm²
- Diámetro exterior.....29,61 mm
- Intensidad admisible permanente a 35º C de temperatura ambiente y 85º C en conductor2.064 A

El amarre de las conexiones tendidas a los pórticos se realizará mediante doble cadena de aisladores de vidrio y contemplada con la piecería adecuada.

La unión entre conductores y el aparellaje se realizará mediante piezas de conexión provistas de tornillos de diseño embutido, y fabricadas según la técnica de la masa anódica.

2.3.4 Características de la aparamenta

Se relaciona a continuación el aparellaje de la instalación, con el nivel de aislamiento definido anteriormente (AIS) en el parque de 132 kV.

Equipos con aislamiento en Aire

- **Interruptores automático:**
 - Tensión más elevada145 kV
 - Intensidad nominal.....2.000 A
 - Intensidad de corte simétrica31,5 kA
 - Frecuencia nominal50 Hz
 - Tecnología cámara de corteSF6
- **Transformadores de intensidad:**
 - Tensión más elevada145 kV
 - Intensidad límite térmica40 kA.

Las relaciones de transformación, potencias y clases de precisión se adaptarán a lo preceptuado en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (Real Decreto 1110/2007) y al sistema de protección y medida.

- **Transformadores de tensión**

No será preciso modificar los transformadores de tensión del Parque de 132 kV.

- **Seccionadores de barras:**

No será preciso modificar los seccionadores de barras del Parque de 132 kV.

- **Seccionadores de línea y de aislamiento (seccionadores de posición):**

- Tensión más elevada145 kV
- Intensidad nominal.....2.000 A
- Intensidad límite térmica31,5 kA

- **Pararrayos:**



Se dispondrán autoválvulas con las siguientes características:

- Tensión nominal..... 120 kV
- Tensión operación continua >92 kV
- Intensidad nominal de descarga 10 kA

- **Reactancia con Puesta a Tierra:**

Se instalará una reactancia de las características siguientes:

- Tensión nominal..... 132 kV
- Tensión más elevada para el material 145 kV
- Potencia 17 MVA
- Conexión Estrella
- Refrigeración..... ONAN
- Estado del Neutro Rígido a Tierra
- Instalación..... Convencional exterior

La reactancia se conectará a barras, con una configuración de estrella, en la calle 2 del parque de 132 kV de la subestación de CALA MESQUIDA. En las bornas de dicha reactancia se encontrarán dispuestos transformadores de intensidad, con la relación de transformación y clase de precisión adecuada para su correcto funcionamiento de medidas de protección diferencial de reactancia y sobreintensidades.

Se dispondrá de un armario en intemperie para la centralización de los circuitos de control y protección.

2.3.5 Características del cable aislado

El cable aislado que permitirá restablecer la conexión eléctrica entre las islas de Mallorca y Menorca será del tipo RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x1000 KAl+H200: Cable aislado 76/132 kV de aluminio 1x 1000 mm² con pantalla constituida por alambres de cobre de 200 mm² de sección.

Características constructivas

- **Composición / diseño**

La composición general de los cables aislados con pantalla constituida por alambres de cobre para tensión nominal de 132 kV es la que se muestra a continuación:

- Conductor: cuerda compacta redonda de aluminio clase 2 con obturación frente al agua mediante cuerda o cinta de material hidrófilo.
- Semiconductora interna: capa interna extruida de material semiconductor.
- Aislamiento: polietileno reticulado (XLPE) super clean.
- Semiconductora externa: capa interna extruida de material semiconductor.
- Protección longitudinal al agua: cinta hinchable semiconductora.
- Pantalla: corona de alambres de cobre arrollados helicoidalmente.



- Contraespira: fleje de cobre que cortocircuita todos los alambres de cobre y garantiza su sujeción frente a esfuerzos electrodinámicos.
- Protección longitudinal al agua: cinta hinchable semiconductor.
- Protección radial al agua: cinta de aluminio solapada termopegada adherida a la cubierta.
- Cubierta exterior: Cubierta exterior de polietileno de alta densidad (HDPE) negro con capa exterior semiconductor extrusionada conjuntamente con la cubierta. Características mecánicas tipo DMZ1.

• Conductor

- Material..... hilos de aluminio
- Sección 1000 mm²
- Diámetro nominal aprox 38,4 mm
- Resistencia máxima en continua a 20 °C 29,10 μΩ/m
- Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen permanente..... 90 °C
- Temperatura máxima admisible en el conductor en cortocircuito 250 °C
- Intensidad máxima admisible en cortocircuito..... 133,6 kA
- Duración cortocircuito 0,5 s
- Temperatura inicial 90 °C
- Temperatura final 250 °C
- Resistividad eléctrica..... 2,84 E⁻⁰⁸ Ω x m
- Coeficiente de variación de la resistividad eléctrica
con la temperatura a 20°C..... 0.00403 K⁻¹
- Calor específico volumétrico..... 2,5 E⁺⁶ J/K x m³

• Semiconductor interna

- Material..... capa extruida de material semiconductor
- Espesor nominal..... 1,5 mm
- Diámetro nominal sobre semiconductor interna 43,2 mm
- Resistividad térmica 2,5 K x m / W
- Calor específico volumétrico..... 2,4 E⁺⁶ J/K x m³

• Aislamiento

- Material..... polietileno reticulado (XLPE) super clean



- Espesor nominal17 mm
- Diámetro nominal sobre aislamiento77,7 mm
- Gradiente semiconductora interna6,1 kV/mm
- Gradiente semiconductora externa.....3,4 kV/mm
- Permitividad relativa.....2,4
- Tg δ 0,0010
- Resistividad térmica.....3,5 K x m / W
- Calor específico volumétrico2,4 E⁺⁶ J/K x m³
- **Semiconductora externa**
 - Materialcapa extruida de material semiconductor
 - Espesor nominal1,5 mm
 - Diámetro nominal sobre semiconductora externa81,5 mm
 - Resistividad térmica.....2,5 K x m / W
 - Calor específico volumétrico2,4 E+6 J/Kxm3
- **Protección longitudinal al agua**
 - Material cinta hinchable semiconductora
 - Colocación hélice solapada
 - Espesor nominal0,35 mm
 - Resistividad térmica.....6,0 K x m / W
 - Calor específico volumétrico2,0 E+6 J/K x m3
- **Pantalla**
 - MaterialAlambres de cobre
 - Diámetro medio.....86 mm
 - Nº de alambres de cobre78
 - Diámetro de los alambres.....1,81 mm
 - Separación entre alambres1,2 mm
 - Sección.....200 mm2
 - Temperatura máxima admisible en régimen permanente.....90 °C
 - Temperatura máxima admisible en cortocircuito250 °C
 - Intensidad admisible en cortocircuito> 40 kA



- Duración cortocircuito 0,5 s
- Temperatura inicial 90 °C
- Temperatura final 250 °C
- Resistividad eléctrica..... 1,72 E-08 $\Omega \times m$
- Calor específico volumétrico..... 3,45 E+6 J / K x m³
- **Contraespira**
 - Material..... Cinta de cobre
 - Sección 1 mm
- **Protección longitudinal al agua**
 - Material..... Cinta hinchable semiconductora
 - Colocación Hélice solapada
 - Espesor nominal 0,35 mm
 - Resistividad térmica 6,0 K x m / W
 - Calor específico volumétrico..... 2,00 E+6 J / K x m³
- **Protección radial al agua**
 - Material..... lámina de aluminio
 - Espesor nominal 0,2 mm
 - Tipo de unión solapada termo pegada
 - Resistividad eléctrica..... 2,84 E-08 $\Omega \times m$
 - Calor específico volumétrico..... 2,5 E+6 J / K x m³
- **Cubierta exterior**
 - Material..... polietileno de alta densidad HDPE
 - Color Negro
 - Cubierta no propagadora del incendio NO
 - Características mecánicas DMZ1
 - Capa exterior semiconductora extruida con la cubierta.....SI
 - Espesor nominal 4,3 mm
 - Resistividad térmica 3,5 K x m / W
 - Calor específico volumétrico..... 2,4 E+6 J / K x m³



- **Características eléctricas**

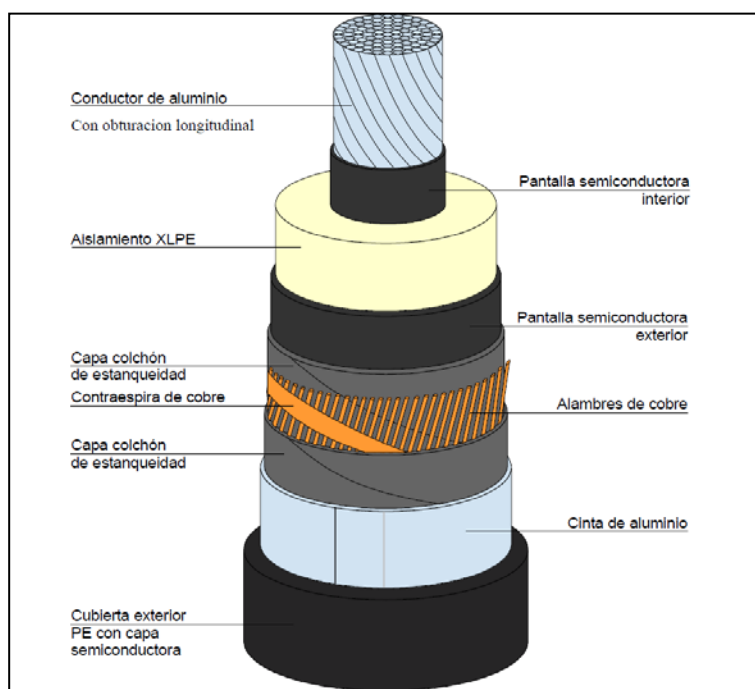
- Corriente Alterna trifásica
- Frecuencia 50 Hz
- Tensión asignada 76/132 kV
- Tensión más elevada del material 145 kV
- Categoría de la red A (Según UNE 20435)
- Tensión soportada a impulso tipo rayo 650 kV (cresta)
- Tensión soportada a frecuencia industrial (30 min) 190 kV

- **Características mecánicas**

- Radio curvatura mínimo:
 - Durante el tendido
 - Directamente enterrado o al aire 2,5 m
 - En banco de tubos 8 m
 - Cerca de accesorios con/sin guía 2 / 2,5 m
 - En instalación definitiva 2 m
 - Sobre la bobina 1,5 m
- Esfuerzo máximo de tiro 3000 daN
- Esfuerzo máximo lateral 1000 daN

- **Características de cable terminado**

- Diámetro exterior nominal 98 mm
- Peso aprox. 10,5 kg/m



TERMINALES EXTERIORES

La conexión del cable con la aparamenta de Cala Mesquida se realizará mediante una botella terminal tipo exterior unipolar por fase. Las botellas terminales tipo exterior se instalarán en soportes metálicos individuales.

Las características técnicas de las botellas terminales exteriores serán compatibles con los cables en los que se instalen, así como el sistema subterráneo global y condiciones de operación de la instalación a la que van destinados

La capacidad de transporte, así como la corriente de cortocircuito soportada deberá ser al menos igual a la del cable de la instalación a la que va destinado.

Los terminales tipo exterior deberán cumplir con los ensayos y requerimientos fijados por las siguientes normas: UNE 211632-1: "Cables de energía eléctrica con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones asignadas superiores a 36 kV ($U_m = 42$ kV) hasta 150 kV ($U_m = 170$ kV). Parte 1: métodos de ensayo y requisitos".

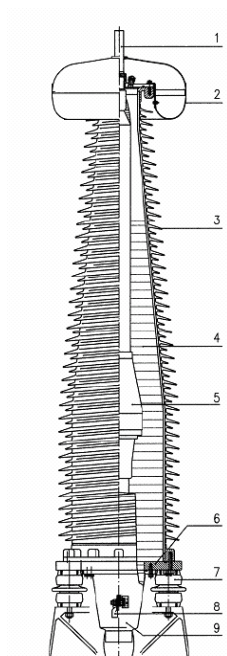
Terminal tipo exterior 76/132 kV cable XLPE 1x1000 KAI-2OL+H200

- Características eléctricas
 - Tensión asignada..... 76/132 kV
 - Tensión más elevada para el material145 kV
 - Frecuencia nominal.....50 Hz
 - Categoría de la red A



- Tensión soportada a impulso tipo rayo650 kV (cresta)
- Tensión soportada a frecuencia industrial (30 min)..... 190 kV
- Intensidad admisible en cortocircuito (0,5 s $T_0 = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $T_f = 250\text{ }^{\circ}\text{C}$):
 - En conductor 133,60 kA
 - En Pantalla 40 kA
- Gradiente máximo en interfase entre conductor y aislamiento principal .. 7,5 kV/mm
- Gradiente máximo en aislamiento principal 4,5 kV/mm

- Composición



1. Vástago de conexión aérea
2. Deflector de tensión (aluminio)
3. Aislador exterior
4. Fluido aislante de relleno
5. Cono premoldeado de control de campo
6. Base soporte (aluminio)
7. Aisladores soporte cerámicos
8. Conexión toma de tierra
9. Boca de entrada de cable

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra mediante el sistema single point.

- Cajas de puesta a tierra

Son cajas de conexión estancas con tapa atornillable de acero inoxidable para instalaciones enterradas bien sea directamente o en tubulares.

Esta envolvente proporciona un grado de protección IP68 s/ EN 60529. Dispone en uno de sus laterales de cinco prensaestopas; tres para la entrada de los cables concéntricos conectados a las pantallas de los cables en los empalmes o en los terminales, el cuarto para el cable conectado a la toma de tierra del sistema y el quinto para el cable de tierra del propio cuerpo de la caja.



Los terminales engastados en los conductores de los cables de pantalla están soportados sobre una placa aislante. Ello permite disponer de pantallas aisladas para la realización de ensayos o bien mediante pletinas efectuar los puentes para conectar las pantallas (ya sea directamente a tierra o a través de los correspondientes limitadores de tensión de pantalla (LTP) de óxido metálico conectados a tierra).

La tapa y el cuerpo de la caja se cierran mediante tornillería inoxidable y junta de estanqueidad de goma. Se instalará en cada soporte metálico de los terminales tipo exterior una caja unipolar de puesta a tierra directa o una caja de puesta a tierra a través de descargador.

Las cajas de puesta a tierra de los empalmes se instalarán en el interior de las cámaras de empalme. Por este motivo, están diseñadas para soportar las siguientes solicitudes con objeto de asegurar, cuando se produce un defecto interno o externo, que las cajas de puesta a tierra no se rompen en trozos de material en forma de proyectiles que puedan dañar el resto de elementos instalados en la propia cámara (cable, otros empalmes, etc.):

- Defecto de arco interno 40 kA 0,1 s
- Corriente de cortocircuito monofásica 63 kA 0,5 s

El cable de tierra que conecta los terminales o empalmes con las cajas de puesta tierra no podrá tener una longitud superior a 10 metros.

2.4 RED DE TIERRAS

2.4.1 Red de tierras inferiores

Con el fin de conseguir tensiones de paso y contacto seguras, la subestación está dotada de una malla de tierras inferiores formada por cable de cobre, enterrada en el terreno, formando retículas que se extienden por todas las zonas ocupadas por las instalaciones, incluidas cimentaciones, edificios y cerramiento.

Se conectarán a la red de tierras de la subestación todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pudieran estarlo como consecuencia de averías, sobretensiones por descargas atmosféricas o tensiones inductivas, como la estructura metálica, las bases del aparellaje y los neutros de transformadores de medida, etc.

Estas conexiones se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales, que aseguran la permanencia de la unión, haciendo uso de soldaduras aluminotérmicas de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.

Para la comprobación de las condiciones de seguridad de la red de tierras se consideran las intensidades de cortocircuito previstas en el horizonte 2020 (ver el apartado 2.1.2). En el desarrollo final de la instalación, la malla de tierra se dimensiona para soportar las intensidades de cortocircuito de corta duración de diseño.

No será necesario ampliar la red de tierras inferiores de la subestación.

2.4.2 Red de tierras superiores

Con el objeto de proteger los equipos de descargas atmosféricas directas, la subestación está dotada con una malla de tierras superiores, unida a la malla de tierra de la instalación a través de robustos elementos



metálicos, lo que garantiza una unión eléctrica suficiente con la malla y la protección frente a descargas atmosféricas de toda la instalación.

No será necesario modificar la red de tierras superiores de la instalación.

2.5 ESTRUCTURAS METÁLICAS

Las estructuras metálicas y soportes del aparellaje complementario a instalar, se han diseñado con perfiles de acero. Todas las estructuras y soportes serán galvanizados en caliente como protección contra la corrosión.

Para el anclaje de estas estructuras, se dispondrán cimentaciones adecuadas a los esfuerzos que han de soportar, construidas a base de hormigón y en las que quedarán embebidos los pernos de anclaje correspondientes.

2.6 SISTEMAS DE CONTROL Y PROTECCIÓN

2.6.1 Sistemas de control

El sistema de control de la instalación está formado por una unidad central, puesto de operación duplicado y unidades locales distribuidas. La unidad central es la encargada de comunicarse con el despacho eléctrico.

No será necesario ampliar el sistema de control existente en la instalación, puesto que ya existen unidades locales asociadas a las diferentes posiciones que recogen la información para el telecontrol y permiten la funcionalidad de control (mando, alarmas y señalizaciones) para la operación local de mantenimiento.

2.6.2 Sistemas de protecciones

Conforme a lo requerido en los “Criterios generales de protección del Sistema Eléctrico Peninsular” se ha previsto la instalación de los siguientes sistemas de protección:

- **Sistema de protección de interruptor:**

Se ha previsto un relé de protección equipado con las siguientes funciones:

- Discordancia de polos (2).
- Comprobación de sincronismo y acoplamiento de redes (25-25AR).
- Protección por mínima tensión (27).
- Oscilografía.
- Fallo de interruptor (50S-62).
- Vigilancia de los circuitos de disparo (3).

- **Posiciones de línea:**

En las posiciones de línea existen bastidores de relés equipados con dos sistemas de protección independientes con las siguientes funciones:

- Protección de principio diferencial (87).
- Sobreintensidad direccional de neutro (67N), para la detección de faltas altamente resistivas.
- Reenganche (79).



- Localizador de faltas y oscilografía.
- Protección de distancia (21) como respaldo.
- Protección contra sobretensiones (59).

- **Posición de reactancia:**

Se ha previsto un bastidor de relés equipado con dos sistemas de protección independientes con las siguientes funciones:

- Protección de principio diferencial (87).
- Sobreintensidad temporizada, de fase y de neutro (51-51N), que protegen la característica térmica admisible frente a sobreintensidades.
- Oscilografía.

Por otro lado, las reactancias incluyen sus propias protecciones contra cortocircuitos y defectos internos: relés Buchholz, válvulas de sobrepresión, imágenes térmicas, temperatura del aceite e indicador del nivel de aceite.

2.7 SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares de la subestación se dividen en Servicios Auxiliares de Corriente Alterna (ca) y Servicios Auxiliares de Corriente Continua (cc). Las tensiones nominales serán 400/230 V, 50 Hz de c.a. y 125 V y 48 V de c.c.

Servicios Auxiliares de Corriente Alterna.

Se contemplan las siguientes posibles fuentes de alimentación de c.a. en la subestación:

- Alimentación desde una línea de M.T. y/o centro de transformación MT/BT.
- Grupo electrógeno.

Las fuentes de alimentación, alimentan un Cuadro Principal de Corriente Alterna que dispone de dos barras unidas por un interruptor de acoplamiento. La conmutación de las fuentes de alimentación principales es automática y se realiza en el Cuadro Principal de Corriente Alterna mediante un autómata programable.

Servicios Auxiliares de Corriente Continua.

Desde el Cuadro Principal de Corriente Alterna se alimenta a los equipos rectificador-batería que constituyen las fuentes autónomas que dan seguridad funcional a la Subestación Eléctrica. Cada equipo rectificador-batería podrá alimentarse de manera conmutada desde ambas barras del Cuadro Principal de Corriente Alterna.

El Cuadro Principal de Corriente Continua de 125 Vcc, está formado por dos juegos de barras con acoplamiento. Cada uno de uno de estos juegos está alimentado, en condiciones normales, desde su correspondiente equipo rectificador-batería de 125 Vcc. Este cuadro da, entre otros, servicio a las alimentaciones necesarias de control y de maniobra.

El Cuadro Principal de Corriente Continua de 48 Vcc, estará formado por dos juegos de barras cada uno de ellos alimentado desde el correspondiente equipo rectificador-batería de 48Vcc. El diseño de este cuadro garantiza la alimentación permanente y la conmutación de las fuentes sin paso por cero, para aquellas salidas en las que esta condición es esencial.



2.8 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

Se ha previsto complementar la red de telecomunicaciones existente con los equipos precisos que permitan asegurar el correcto funcionamiento del telecontrol y del telemando, de los sistemas de protección y de las necesidades de telegestión remota de los equipos de la instalación.

Telecomunicaciones para funciones de protección

Para la comunicación que requiere las funciones de protecciones de línea se han previsto enlaces digitales y/o analógicos, facilitados por la red de equipos de transmisión SDH y PDH, que a su vez están soportados por la red de fibra óptica.

Las protecciones de distancia, interruptor y otras que requieran de la funcionalidad de teledisparo serán conectadas a teleprotecciones, equipadas con suficientes órdenes para satisfacer el servicio requerido.

Red de fibra óptica en la subestación

Se ha previsto una red de fibra óptica, en configuración de doble estrella con cables de fibra multimodo, desde el armario de fibra multimodo, hasta las dependencias, interiores o exteriores del edificio, que requieren servicios de comunicación de protecciones, servicios de telecontrol, telegestión y sincronización horaria, dando con ello servicio a las nuevas posiciones.

Telegestión de protecciones, sistemas de telecontrol y equipos de comunicaciones.

Todos los equipos de protecciones, telecontrol y comunicaciones asociados a la posición de este proyecto, van a ser telegestionados, por medio de su conexión a la red de servicios IP de la red de transporte de RED ELÉCTRICA. Esta red se distribuye por la subestación soportada por la red de fibra multimodo.

Red de Telefonía

Ya existe red de telefonía corporativa de RED ELÉCTRICA.

2.9 OBRA CIVIL Y EDIFICACIÓN

2.9.1 Movimiento de tierras

2.9.2 Drenajes

En la plataforma se han previsto los tubos drenantes necesarios para evacuar las aguas en un tiempo razonable, de forma que no se produzca acumulación de agua en la instalación y se consiga la máxima difusión posible de las aguas de lluvia realizada la ampliación de la subestación.

Los trabajos a acometer requieren la conexión a la red de pluviales existentes.

2.9.3 Cimentaciones, viales y canales de cables

Se han previsto las cimentaciones, canales de cables y viales necesarios conforme al plano incluido en el Documento nº3 Planos del presente proyecto.

Las nuevas cimentaciones a realizar serán las correspondientes al nuevo aparellaje a instalar. También se ejecutarán las modificaciones en las bancadas de las reactancias adecuadas a las nuevas máquinas a instalar y se construirá una nueva bancada para la reactancia RPT que queda como reserva.



Se ampliará la red de canales. Los canales de cables serán prefabricados, del tipo: A en acceso al aparellaje y B en principales de posición.

2.9.4 Accesos

Se mantiene el acceso existente a la instalación.

2.9.5 Edificios y casetas

- **Edificio de mando y control**

No será necesaria la construcción de nuevos edificios de mando y control. Se utilizarán los existentes en la subestación.

- **Casetas de relés**

No será necesaria la construcción de nuevas casetas de relés.

2.9.6 Cerramiento

Se mantendrá el cerramiento existente que dispone la subestación.

2.10 INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA

2.10.1 Alumbrado

No será necesario modificar el alumbrado perimetral, de viales y casetas.

Al instalar una nueva reactancia, será necesario verificar que el alumbrado normal de calle, se adecúa a las características de la nueva máquina. Este alumbrado se realizará con proyectores orientables, montados a menos de 3 m de altura. Serán de haz semi-extensivo, para que con el apuntamiento adecuado se pueden obtener 50 lux en cualquier zona del parque de intemperie.

2.10.2 Fuerza

Se instalarán tomas de fuerza combinados de 3P+T (32 A) y 2P+T (16 A) en cuadros de intemperie anclados a pilares próximos a los viales, de forma que cubran el parque considerando cada conjunto con un radio de cobertura de 25 m.

2.11 SISTEMA CONTRAINCENDIOS Y ANTIINTRUSISMO

Sistema Contraincendios

No será necesario modificar este sistema.

Sistema Anti-intrusismo

No será necesario modificar este sistema.



CAPÍTULO 3. NORMATIVA APLICADA

El presente Proyecto ha sido redactado básicamente conforme el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 y a la norma UNE-EN 62271-1:2009 Aparata de alta tensión (de la derivada de la Directiva CENELEC).

En el Documento 2: Pliego de Condiciones Técnicas se especifican en detalle las normas y reglamentos específicos aplicados para la redacción y ejecución del presente proyecto.



CAPÍTULO 4. PLAZO DE EJECUCIÓN Y FECHA PREVISTA DE PUESTA EN SERVICIO

Se estima en 10 meses el tiempo necesario para la ejecución de las obras que se detallan en el presente Proyecto de Ejecución.

Madrid, julio de 2018

El Ingeniero industrial

Luis Cabezón López

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

BYPASS SUBESTACIÓN CALA MESQUIDA 132 kV

ANEXO 1 CÁLCULOS

Dirección de **Ingeniería y Medio Ambiente**
Dpto. **Ingeniería de Subestaciones**

julio de 2018



Índice

CAPÍTULO 1. OBJETO	3
CAPÍTULO 2. SUBESTACIÓN DE CALA MESQUIDA 132kV	4
2.1 DETERMINACIÓN DE DISTANCIAS MÍNIMAS EN EMBARRADOS TENDIDOS.....	4
2.1.1 Hipótesis de diseño.....	4
2.1.2 Normativa aplicable.....	4
2.1.3 Desplazamiento del vano con viento.....	5
2.1.4 Efecto en conductores por corriente de cortocircuito	5
2.1.5 Aproximación de conductores.....	8
2.1.6 Distancia mínima	9
2.1.7 Distancias mínimas a adoptar	9
2.2 RED DE TIERRAS INFERIORES.....	10
2.3 RED DE TIERRAS SUPERIORES.....	10
CAPÍTULO 3. CONCLUSIÓN.....	11



CAPÍTULO 1. OBJETO

El objeto de este documento es justificar, desde el punto de vista técnico, las soluciones adoptadas en la subestación para los elementos más críticos.

Este documento incluye la justificación de los siguientes elementos:

- Determinación de distancias eléctricas mínimas en embarrados tendidos.
- Red de tierras inferiores.
- Red de tierras superiores.

Cada apartado contiene la normativa aplicable en cada caso, las hipótesis de diseño, los cálculos justificativos, criterios de validación y conclusiones.



CAPÍTULO 2. SUBESTACIÓN DE CALA MESQUIDA 132kV

2.1 DETERMINACIÓN DE DISTANCIAS MÍNIMAS EN EMBARRADOS TENDIDOS

2.1.1 Hipótesis de diseño

Desde el punto de vista de las aproximaciones entre fases que puedan producirse cuando se desplacen de forma simultánea dos conductores contiguos en condiciones de flecha máxima y con viento de 140 km/h, las distancias mínimas se han establecido de la forma que se indica para un vano de las siguientes características:

Parque de 132 kV

Longitud del vano	$L = 30 \text{ m}$
Flecha máxima	3% (0,90 m)
Tipo de conductor.....	Simple RAIL (ns = 1)
Diámetro del conductor.....	$\varnothing = 29,61 \text{ mm}$
Sección del conductor.....	$A_s = 516,82 \text{ mm}^2$
Peso propio del conductor.....	$m_s = 1,6 \text{ kg/m}$
Módulo de elasticidad	$E = 61.000 \text{ N/mm}^2$
Distancia entre fases.....	$a = 3.000 \text{ mm}$
Longitud media de cadenas	4 m
Rigidez de los soportes	$S = 7,5 * 10^4 \text{ N/m}$
Tiempo de despeje de defecto	$T_{k1} = 0,5 \text{ seg}$
Intensidad de cortocircuito.....	$I_{k3} = 31,5 \text{ kA}$
Relación R/X del sistema.....	$R/X = 0,07$
Tensión máxima.....	676 kg a 50 °C (6.624,8 N)

Se comprobará además, el desplazamiento máximo en cortocircuito y la pérdida de distancia que esto produce, de acuerdo con lo estipulado en la norma CEI/UNE/EN 865.

2.1.2 Normativa aplicable

Los cálculos que se realizan a continuación cumplen con la normativa vigente en España referente a este tipo de instalaciones y está basado en las siguientes normas y reglamentos:

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Instrucciones técnicas complementarias en subestaciones. Real Decreto nº 842/02 de 2 de agosto en BOE: 18-sept-02.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. R.D. 223/2008 de 15 de febrero de 2008 (RLAT).



- Norma CEI 865 de 1986, Cálculo de los efectos de las corrientes de cortocircuito.
- Norma UNE EN 60865-1, Corrientes de cortocircuito, cálculo de efectos. Parte 1: definiciones y métodos de cálculo.
- Norma CEI 909-1988, Cálculo de corrientes de cortocircuito en redes de corriente alterna trifásica.
- Norma VDE 0102.
- Norma DIN 43670.

Si al aplicar las normas y reglamentos anteriores se obtuviesen valores que discrepasen con los que pudieran obtenerse con otras normas o métodos de cálculo, se considerará siempre el resultado más desfavorable, con objeto de estar siempre del lado de la seguridad.

2.1.3 Desplazamiento del vano con viento

La presión sobre el conductor debida al efecto del viento, según RLAT, es de 68 kg/m^2 (para 140 km/h). Para este caso, y por unidad de longitud, tendremos:

$$F_v = 68 \text{ kg/m}^2 \cdot 0,02961 \text{ m} = 2,01 \text{ kg/m}$$

y el desplazamiento máximo del conductor será:

$$\theta = \text{atan} \frac{F_v}{P}$$

$$d_{\max} = f_{\max} \cdot \text{sen}(\theta)$$

$$\theta = \text{atan} \frac{2,01}{1,6} \approx 51,4^\circ$$

$$d_{\max} = 0,90 \cdot \text{sen}(51,4^\circ) = 0,703 \text{ m}$$

En estas condiciones, dada la escasa probabilidad de simultaneidad de viento y sobretensión, la distancia de aislamiento fase-fase para conductores paralelos ya establecida en $1,3 \text{ m}$ se puede reducir en un 25%, por lo que la separación mínima entre conductores en reposo para que sea respetada dicha distancia eléctrica entre fases para los conductores extremos deberá ser de:

$$D_{\min} = (0,75 \cdot 1,3) + 2 \cdot 0,703 + 0,4 = 2,078 \text{ m}$$

Distancia inferior a la adoptada que es 3 m para los conductores tendidos, superior incluso a la distancia teniendo en cuenta sobretensiones simultáneas con viento.

2.1.4 Efecto en conductores por corriente de cortocircuito

- Dimensiones y parámetros característicos.

El esfuerzo debido a un defecto bifásico viene dado por la siguiente expresión:

$$F' = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot 0,75 \cdot \frac{I_{k3}^2}{a} \cdot \frac{l_c}{l}$$

donde:

I_{k3} : corriente simétrica de cortocircuito trifásico

l_c : longitud del vano sin cadenas



l : longitud total del vano

a : separación entre fases

μ_0 : permeabilidad magnética del vacío ($4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$)

En este caso, $F' = 6,57 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ (para 132 kV)

La proporción entre el peso propio y la fuerza de cortocircuito vale:

$$r = \frac{F'}{nm_s g}$$

donde:

n : número de conductores por fase

m : peso de uno de los conductores

g : aceleración de la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$)

en este caso, $r = 6,57 / (1 \cdot 1,6 \cdot 9,81) = 0,41$

La dirección resultante de la fuerza será: $\delta_1 = \arctg r = 22,29^\circ$

La flecha estática en el conductor tendido vale:

$$b_c = \frac{nm_s g l^2}{8F_{st}}$$

donde F_{st} es la fuerza de tracción estática del conductor para el caso más desfavorable, que será la flecha máxima para 50°C.

Sustituyendo y operando, $b_c = 0,265 \text{ m}$

Para esta flecha, el periodo de oscilación vale:

$$T = 2\pi \sqrt{0,8 \frac{b_c}{g}}$$

Con lo que sustituyendo resulta: $T=0,92 \text{ s}$

El período resultante en caso de cortocircuito vale:

$$T_{res} = \frac{T}{\sqrt[4]{1+r^2} \left[1 - \frac{\pi^2}{64} \left(\frac{\delta_1}{90} \right)^2 \right]}$$

Sustituyendo y resolviendo, $T_{res} = 0,893 \text{ s}$

El módulo de Young real del conductor vale, en función de la carga límite del cable (σ_{fin}):



$$E = \begin{cases} E \left[0,3 + 0,7 \operatorname{sen} \left(90 \frac{F_{st}}{nA_s \sigma_{fin}} \right) \right] & \text{si } \frac{F_{st}}{nA_s} \leq \sigma_{fin} \\ E & \text{si } \frac{F_{st}}{nA_s} > \sigma_{fin} \end{cases}$$

donde, $\sigma_{fin} = 5 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$ (menor valor de la tensión de mecánica del conductor cuanto E llega a ser constante)

A_s : sección de un conductor

En este caso, $F_{st}/nA_s < \sigma_{fin}$, con lo que $E = 2,68 \cdot 10^{10} \text{ N/m}$

El factor de carga del conductor vale:

$$\xi = \frac{(nm_s gl)^2}{24 F_{st}^3 N}$$

donde N = rigidez del sistema mecánico compuesto, que vale:

$$N = \frac{1}{Sl} + \frac{1}{nEA_s}$$

con lo que: $N = 4,44 \cdot 10^{-7}$ y $\xi = 0,0715$

El ángulo de oscilación del vano durante el paso, o al fin del mismo, de la corriente de cortocircuito viene dado por la expresión:

$$\delta_k = \begin{cases} 1 - \cos(360 \frac{T_{k1}}{T_{res}}) & \text{si } 0 \leq \frac{T_{k1}}{T_{res}} \leq 0,5 \\ 10^\circ + \arccos \chi & \text{si } \frac{T_{k1}}{T_{res}} > 0,5 \end{cases}$$

En este caso, $T_{k1}/T_{res} = 0,55 > 0,5$, con lo que $\delta_k = 44,58^\circ$

El ángulo máximo de oscilación que se puede producir corresponde a una duración de cortocircuito inferior o igual a la duración del cortocircuito establecida T_{k1} , y se calcula como:

$$\delta_m = \begin{cases} 1,25 \arccos \chi & \text{si } 0,766 \leq \chi \leq 1 \\ 10^\circ + \arccos \chi & \text{si } -0,985 \leq \chi \leq 0,766 \\ 180^\circ & \text{si } \chi \leq -0,985 \end{cases}$$

con

$$\chi = \begin{cases} 1 - r \operatorname{sen} \delta_k & \text{si } 0 \leq \delta_k \leq 90^\circ \\ 1 - r & \text{si } \delta_k > 90^\circ \end{cases}$$

En este caso, $\delta_k = 44,58 < 90^\circ$, con lo que $\chi = 0,71$ y $\delta_m = 54,76^\circ$

- **Fuerza de tensión por oscilación durante el cortocircuito**



De acuerdo con la norma de referencia, la fuerza de tensión en cortocircuito, para conductores compuestos (haces), se calcula por:

$$F_t = 1,1 \cdot F_{st}(1 + \psi \cdot \varphi)$$

donde:

F_{st} es la fuerza estática en el conductor.

φ es el parámetro de carga, que tiene en cuenta el esfuerzo combinado de peso y cortocircuito en función del tiempo de despeje frente al período de oscilación del conductor, y vale:

$$\varphi = \begin{cases} 3(\sqrt{1+r^2}-1) & \text{si } T_{k1} \geq T_{res}/4 \\ 3(r \sin \delta_k + \cos \delta_k - 1) & \text{si } T_{k1} < T_{res}/4 \end{cases}$$

ψ es un parámetro que combina los dos factores de carga, ζ y φ , y que se calcula como una solución real de la ecuación:

$$\varphi^2 \psi^3 + \varphi(2 + \zeta)\psi^2 + (1 + 2\zeta)\psi - (2 + \varphi)\zeta = 0$$

Los resultados de las soluciones reales a esta ecuación, en función de los parámetros ζ y φ , se encuentran tabulados en la figura 7 de la norma CEI 865-1.

En este caso, como: $T_{k1} = 0,5 > T_{res}/4 = 0,223$; $\varphi = 0,42$

Y con $\varphi = 0,242$, y $\zeta = 0,0715$, ψ (de acuerdo con la figura citada) = 0,18

En estas condiciones, $F_t = 1,1 \cdot 6.624,8 \cdot (1 + 0,0715 \cdot 0,242) = 7.413,37 \text{ N}$

2.1.5 Aproximación de conductores

El valor del desplazamiento máximo por oscilación en cortocircuito:

$$b_h = \begin{cases} C_f \cdot C_d \cdot b_c \sin \delta_1 & \text{si } \delta_m \geq \delta_1 \\ C_f \cdot C_d \cdot b_c \sin \delta_m & \text{si } \delta_m < \delta_1 \end{cases}$$

en donde C_f es un factor experimental que cubre las variaciones de la curva de equilibrio del cable durante el defecto, y su valor es:

$$C_f = \begin{cases} 1,05 & \text{si } r \leq 0,8 \\ 0,97 + 0,1r & \text{si } 0,8 \leq r \leq 1,8 \\ 1,15 & \text{si } r \geq 1,8 \end{cases}$$

En este caso, con $r = 0,41$, $C_f = 1,05$

El factor C_d considera los aumentos de la flecha debidos a la elongación elástica y térmica y puede obtenerse por la expresión:

$$C_d = \sqrt{1 + \frac{3}{8} \left(\frac{1}{b_c} \right)^2 (\varepsilon_{ela} + \varepsilon_{th})}$$

La deformación elástica viene dada por:

$$\varepsilon_{ela} = (F_t - F_{st})N$$

y la deformación térmica:



$$\varepsilon_{th} = \begin{cases} C_{th} \left(\frac{I_{k3}''}{nA_s} \right)^2 \frac{T_{res}}{4} & \text{si } T_{k1} \geq T_{res}/4 \\ C_{th} \left(\frac{I_{k3}''}{nA_s} \right)^2 \frac{T_{k1}}{4} & \text{si } T_{k1} < T_{res}/4 \end{cases}$$

Donde c_{th} = factor de dilatación térmica, que para el cable RAIL vale $0,27 \cdot 10^{-18} \text{ m}^4/\text{A}^2\text{s}$, debido a que: sección Al / sección acero > 6.

Resolviendo en las expresiones anteriores se obtiene, dado que $T_{k1} > T_{res}/4$:

$$\varepsilon_{ela} = 3,501 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$\varepsilon_{th} = 27,29 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$\text{y así, } C_d = 1,001$$

$$\text{como } \delta_m = 54,76 > 22,29$$

$$b_h = 1,05 \cdot 1,001 \cdot 0,265 \cdot \text{sen}(22,29^\circ) = 0,1056 \text{ m}$$

2.1.6 Distancia mínima

Distancia mínima entre conductores en cortocircuito:

$$D = a - 2b_h - 0,4 = 3 - 2 \cdot 0,1056 - 0,4 = 2,38 \text{ m}$$

Es por lo tanto apropiada la dimensión de 12 m de anchura de calle y la de separación entre conductores, 3 m, para cumplir los requisitos de aislamiento permanente y temporal, en los casos más desfavorables y para la configuración propuesta, dado que estamos muy por encima de los 2,78 m de distancia de aislamiento temporal recomendada por la CIGRE.

2.1.7 Distancias mínimas a adoptar

En base a lo anteriormente expuesto y teniendo en cuenta lo que al respecto se indica en la ITC-RAT 12 e IEC-71 se proponen las siguientes distancias mínimas que deberán ser respetadas en la presente subestación:

- Distancias fase-tierra:
 - Conductor – estructura..... 1,3 m
 - Punta – estructura 1,3 m
- Distancias fase-fase:
 - Conductores paralelos..... 1,3 m
 - Punta conductor 1,3 m



2.2 RED DE TIERRAS INFERIORES

Dado que no se incrementa la corriente a difundir por la instalación de la nueva posición, y el conductor tendido es sobradamente capaz de conducir la corriente de defecto, no se tenderá malla nuevamente en esta ampliación.

Únicamente se realizarán las conexiones de tierra necesarias para dar tierra a los elementos metálicos.

2.3 RED DE TIERRAS SUPERIORES

El cometido del sistema de tierras superiores es la captación de las descargas atmosféricas y su conducción a la malla enterrada para que sean disipadas a tierra sin que se ponga en peligro la seguridad del personal y de los equipos de la subestación.

El sistema de tierras superiores consiste en un conjunto de hilos de guarda y/o de puntas Franklin sobre columnas. Estos elementos están unidos a la malla de tierra de la instalación a través de la estructura metálica que los soporta, que garantiza una unión eléctrica suficiente con la malla.

La subestación de CALA MESQUIDA ya dispone de red de tierras superiores y no será necesario modificar la misma. Se considera que se produce un apantallamiento total de los embarrados y de los equipos que componen el aparellaje, siendo este criterio el que establece que todas las descargas atmosféricas que puedan originar tensiones peligrosas y que sean superiores al nivel del aislamiento de la instalación, deben ser captadas por los hilos de guarda.

Este apantallamiento se consigue mediante una disposición que asegura que la zona de captación de descargas peligrosas de los hilos de guarda y de las puntas Franklin contiene totalmente a las correspondientes partes bajo tensión.



CAPÍTULO 3. CONCLUSIÓN

A la vista de los resultados obtenidos los valores de las tensiones de paso y contacto están por debajo de los permitidos por el ITC-RAT 13, y del IEEE-80-2000, por lo que el diseño de la malla sería válido.

De cualquier modo, se medirán de forma práctica los valores de las tensiones de paso y contacto, una vez finalizadas las obras en la subestación, para asegurarse de que no hay peligro en ningún punto de la instalación.

Madrid, julio de 2018

El Ingeniero industrial

Luis Cabezón López

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 201803253. Fecha Visado: 28/09/2018. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <http://www.colim.es/Verificacion>. Cod. Ver.: 23630377. No Colegiado: 12864. Colegiado: LUIS CABEZON LOPEZ



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

BYPASS SUBESTACIÓN CALA MESQUIDA 132 kV

DOCUMENTO 2

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Dirección de **Ingeniería y Medio Ambiente**
Dpto. **Ingeniería de Subestaciones**

julio de 2018



Índice

CAPÍTULO 1. OBJETO	3
CAPÍTULO 2. NORMATIVA APLICABLE.....	4
2.1 EQUIPAMIENTO Y MONTAJE.....	4
2.2 OBRA CIVIL.....	5
2.2.1 Estructuras	5
2.2.2 Instalaciones.....	5
2.2.3 Varios.....	5
CAPÍTULO 3. GESTIÓN DE CALIDAD.....	7
CAPÍTULO 4. GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL.....	8
CAPÍTULO 5. SEGURIDAD EN EL TRABAJO	9
CAPÍTULO 6. VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN.....	10



CAPÍTULO 1. OBJETO

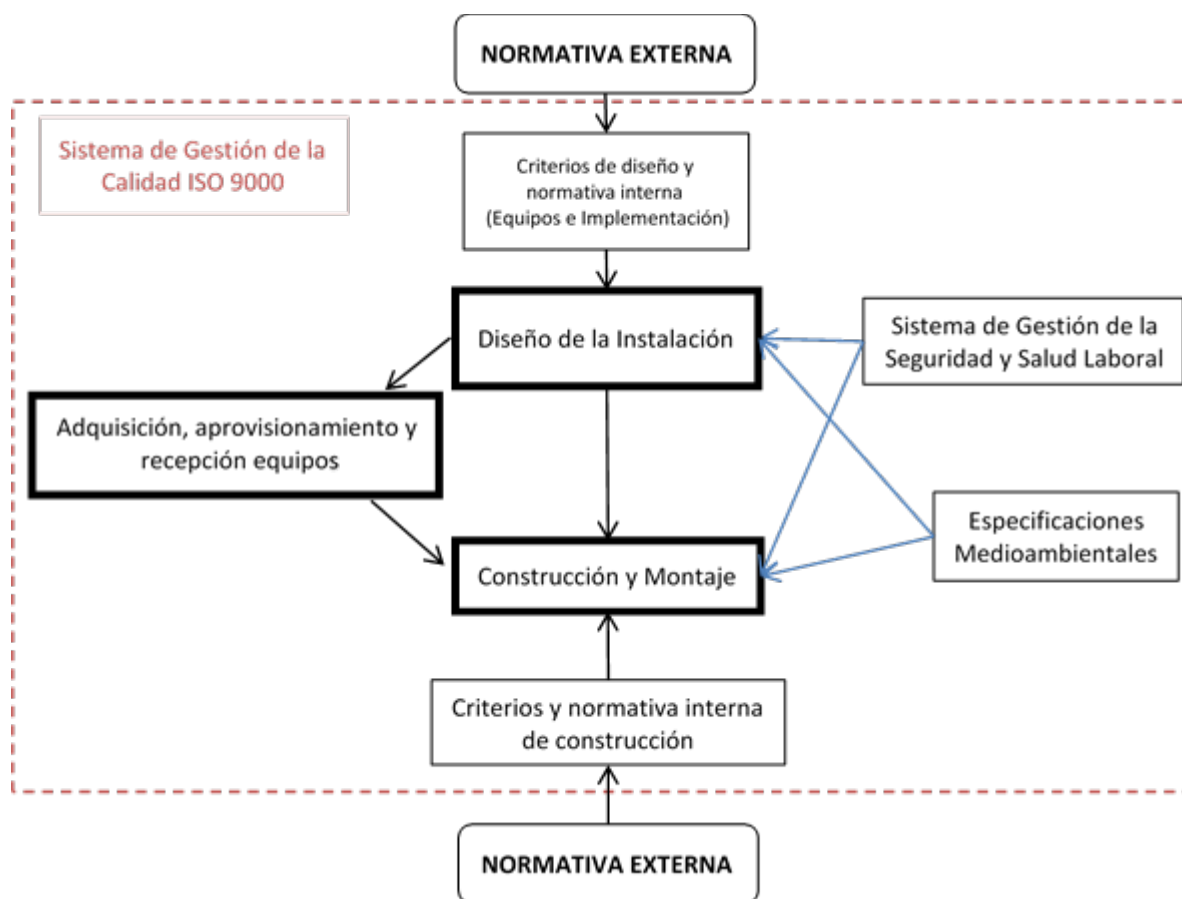
El objeto del presente Pliego de Condiciones es aportar la información necesaria para definir los materiales y equipos y su correcto montaje para lo que se han considerado los siguientes aspectos.

1º Normativa: Los equipos y su montaje será conforme a la normativa legal y de referencia.

2º Gestión de Calidad: El Plan de Calidad recoge las características técnicas de los equipos y su montaje. Además, la certificación ISO-9000 asegura la calidad de la instalación construida.

3º Gestión medioambiental: Con el objeto de minimizar los impactos que puedan acarrear la construcción y funcionamiento de la instalación.

4º Seguridad Laboral: Para asegurar que tanto el montaje como la explotación de los equipos de esta instalación cumplen con las medidas de seguridad requeridas.





CAPÍTULO 2. NORMATIVA APLICABLE

Se aplicarán por el orden en que se relacionan, cuando no existan contradicciones legales, las siguientes normas:

- Normativa de RED ELÉCTRICA (DYES; Procedimientos Técnicos; y Procedimientos de Dirección).
- Normativa Europea EN.
- Normativa CENELEC.
- Normativa CEI.
- Normativa UNE.
- Otras normas y recomendaciones (IEEE, MF, ACI, CIGRE, ANSI, AISC, etc).

2.1 EQUIPAMIENTO Y MONTAJE

El presente Proyecto ha sido redactado basándose en los anteriores reglamentos y normas, y más concretamente, en los siguientes, que serán de obligado cumplimiento:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT). Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología. BOE 18 de septiembre de 2002, e Instrucciones Técnicas Complementarias y sus modificaciones posteriores.
- Recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T) que le afecten.
- Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 614/01 de 8 de junio sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 1215/97 de 18 de julio sobre Equipos de trabajo.
- R.D. 486/97 de 14 de abril sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/97 de 14 de abril sobre Manipulación manual de cargas.
- R.D. 773/97 de 30 de mayo sobre Utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Ley 32/2006 de 18 de octubre Reguladora de la Subcontratación en el Sector de la Construcción.
- 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.
- R.D. 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.

En el caso de discrepancias entre las diversas normas se seguirá siempre el criterio más restrictivo.



2.2 OBRA CIVIL

2.2.1 Estructuras

- **Acciones en la edificación**
 - Documento básico de seguridad estructural DB-SE-AE “Acciones en la Edificación” del Código técnico de la edificación. R.D. 314/2006 de 17 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.
 - Norma de construcción sismo-resistente: parte general y edificación (NCSR-02). R.D. 997/2002, de 27 de septiembre, del Ministerio de Fomento. BOE 11 de octubre de 2002.
- **Acero**
 - Documento básico de seguridad estructural DB-SE-A “Acero” del Código técnico de la edificación. R.D. 314/2006 de 17 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.
- **Hormigón**
 - Instrucción de hormigón estructural EHE-08. R.D. 1247/2008 de 18 de julio, del Ministerio de Fomento. BOE 22 de agosto de 2008.
- **Forjados**
 - R.D 1247/2008 de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

2.2.2 Instalaciones

- **Electricidad**
 - Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT) e Instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT01 a BT51. R.D 842/2002, de 2 de agosto del Ministerio de Industria y Energía. BOE 18 de septiembre de 2002.
 - Autorización para el empleo de sistemas de instalaciones con conductores aislados bajo canales de cables protectores de material plástico. Resolución de 18-ene-88, de la Dirección General de Innovación Industrial. BOE 19 de febrero de 1988.
- **Instalaciones de Protección Contra Incendios**
 - R.D 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
 - Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, BOE 17-dic-04.

2.2.3 Varios

- Normas tecnológicas de la edificación. Decreto del Ministerio de la Vivienda nº 3565/72, de 23 de diciembre. BOE del 15 de enero de 1973.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Instrucciones técnicas complementarias en subestaciones. Real Decreto nº 842/02 de 2 de agosto, en BOE 18 de septiembre de 2002.



- Recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T) que le afecten.
- Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 614/01 de 8 de junio sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 1215/97 de 18 de julio sobre Equipos de trabajo.
- R.D. 486/97 de 14 de abril sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/97 de 14 de abril sobre Manipulación manual de cargas.
- R.D. 773/97 de 30 de mayo sobre Utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Ley 32/2006 de 18 de octubre Reguladora de la Subcontratación en el Sector de la Construcción.
- 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.

En el caso de discrepancias entre las diversas normas se seguirá siempre el criterio más restrictivo.



CAPÍTULO 3. GESTIÓN DE CALIDAD

Afecta a los procesos: ingeniería, construcción, calificación de proveedores, compras, transferencia de instalaciones y gestión de proyectos y también a los recursos: cualificación de las personas, equipos de inspección, medida y ensayo y homologación de equipos. Sistema de calidad certificado que cumple con la normativa ISO 9000.



CAPÍTULO 4. GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL

Las obras del proyecto se ejecutan garantizando el cumplimiento de la legislación y reglamentación aplicable. En el *Anexo 2.1 Especificaciones técnicas de carácter ambiental* de este documento se detallan los aspectos medioambientales que rigen la ejecución de este proyecto.



CAPÍTULO 5. SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción, al amparo de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, se incluye en el presente proyecto, el *Estudio de Seguridad y Salud* correspondiente para su ejecución.



CAPÍTULO 6. VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN

De acuerdo con los sistemas de gestión certificados, se garantiza el correcto montaje verificado y validando la instalación y equipos mediante:

- **Pruebas en vacío**

Una vez finalizados los trabajos de obra civil y montaje electromecánico se procederá a la realización de las pruebas en vacío de la Instalación de acuerdo con las instrucciones técnicas correspondientes recogida en la normativa interna.

- **Pruebas en tensión**

Las pruebas en tensión tendrán por objeto comprobar la adecuación al uso de la instalación conforme a los criterios funcionales establecidos en el Proyecto.

Los protocolos de las pruebas a realizar así como los criterios para su ejecución serán redactados conforme a lo especificado en la documentación técnica aplicable.

Madrid, julio de 2018

El Ingeniero industrial

Luis Cabezón López

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

BYPASS SUBESTACIÓN CALA MESQUIDA 132 kV

DOCUMENTO 2

ANEXO 1

REQUISITOS AMBIENTALES

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Dirección de **Ingeniería y Medio Ambiente**
Dpto. **Ingeniería de Subestaciones**

julio de 2018



Índice

CAPÍTULO 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN	3
CAPÍTULO 2. REQUISITOS AMBIENTALES	4
2.1 REQUISITOS DE CARÁCTER GENERAL.....	4
2.1.1 Condicionados de los organismos de la Administración	4
2.1.2 Áreas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible	4
2.1.3 Cambios de aceites y grasas	4
2.1.4 Campamento de obra	4
2.1.5 Gestión de residuos	4
2.1.6 Incidentes con consecuencias ambientales.....	5
2.2 REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA OBRA CIVIL	5
2.3 REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL MONTAJE ELECTROMECÁNICO	5
2.3.1 Llenado de equipos con aceite	5
2.3.2 Llenado de equipos con SF ₆	5
2.4 ACONDICIONAMIENTO FINAL DE LA OBRA.....	5
CAPÍTULO 3. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DE DEMOLICIÓN 7	
3.1 ANTECEDENTES	7
3.1.1 Objeto.....	7
3.1.2 Situación y descripción general del proyecto	7
3.1.3 Descripción general de los trabajos	7
3.2 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR	7
3.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS.....	9
3.4 MEDIDAS DE SEPARACIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN OBRA 10	
3.5 DESTINOS FINALES DE LOS RESIDUOS GENERADOS	12
3.6 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN	14



CAPÍTULO 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este documento tiene por objeto establecer los requisitos de carácter ambiental que se deben cumplir en los trabajos de obra civil y montaje electromecánico que se van a realizar en la ampliación de la subestación CALA MESQUIDA 132 kV para minimizar los posibles impactos ambientales que puede conllevar el desarrollo de los trabajos de construcción.

El alcance de esta especificación comprende todos los trabajos de obra civil y montaje electromecánico de la subestación.



CAPÍTULO 2. REQUISITOS AMBIENTALES

2.1 REQUISITOS DE CARÁCTER GENERAL

Se contemplará un estricto cumplimiento de los requisitos medioambientales legales que en cada momento establecidos en los distintos ámbitos: europeo, estatal, autonómico y municipal. Las *Especificaciones ambientales de construcción de subestaciones* que regirán la ejecución de la obra indicarán todos los requisitos a cumplir en relación a los trabajos.

2.1.1 Condicionados de los organismos de la Administración

Durante el proceso de Autorización Administrativa los organismos públicos y entidades que puedan ser afectadas por el desarrollo del proyecto emitirán los condicionados correspondientes que serán aplicados en el desarrollo de la ejecución de la obra.

2.1.2 Áreas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible

Para evitar que las zonas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible se dispongan sobre suelo desnudo o sin mecanismos de retención de posibles derrames, se contará con una bandeja metálica sobre la que se colocaran los recipientes que contengan combustible.

La bandeja será estanca, con un bordillo mínimo de 10 cm y con capacidad igual o mayor que la del mayor de los recipientes que se ubiquen en ella. Será necesario disponer de una lona para tapar la bandeja con el fin de evitar que en caso de lluvia se llene de agua, a no ser que el almacenamiento se realice bajo cubierta.

En el caso de que sea necesario disponer de grupos electrógenos, su tanque de almacenamiento principal deberá tener doble pared y todas las tuberías irán encamisadas. Si no es así se colocarán sobre bandeja estanca de las características anteriormente descritas.

2.1.3 Cambios de aceites y grasas

No se verterán aceites y grasas al suelo, por lo que se tomarán todas las medidas preventivas necesarias.

El cambio de aceites de la maquinaria se realizará en un taller autorizado. Si ello no fuera posible se efectuará sobre el terreno utilizando siempre los accesorios necesarios (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable) para evitar posibles vertidos al suelo.

2.1.4 Campamento de obra

El campamento de obra dispondrá de los contenedores necesarios para los residuos sólidos urbanos que generen las personas que trabajan en la obra.

No serán utilizadas fosas sépticas/pozos filtrantes en la instalación sin autorización de la Confederación Hidrográfica correspondiente. Preferentemente se usarán depósitos estancos de acumulación o de wáter químico, que serán desmontados una vez hayan finalizados los trabajos. El mantenimiento de estos sistemas será el adecuado para evitar olores y molestias en el entorno de los trabajos.

2.1.5 Gestión de residuos

La gestión de los residuos se realizará conforme a la legislación específica vigente. Será según lo establecido en los siguientes documentos:

- **Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.** Incluido como anexo al presente documento.



- **Plan de gestión de residuos de construcción y demolición.** Entregado por el contratista, aprobado por la dirección facultativa y aceptado por el Departamento de Medio Ambiente de RED ELÉCTRICA.

2.1.6 Incidentes con consecuencias ambientales

Se consideran incidencias medioambientales aquellas situaciones que por su posible afección al medio requieren actuaciones de emergencia.

Los principales incidentes que pueden tener lugar son incendios y fugas/derrames de material contaminante.

El riesgo de incendios viene asociado principalmente al almacenamiento y manipulación de productos inflamables. Se establecerán todas las medidas de prevención de incendios y se prestará especial atención para que los productos inflamables no entren en contacto con fuentes de calor: trabajo de soldaduras, recalentamiento de máquinas, cigarrillos etc. En el lugar de trabajo se contará con los extintores adecuados.

Además de las medidas de prevención de fugas y derrames (descritas en apartados anteriores) se contará en obra con los materiales necesarios para la actuación frente a derrames de sustancias potencialmente contaminantes.

2.2 REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA OBRA CIVIL

Limpieza de cubas de hormigonado

Se delimitará y señalizará de forma clara una zona para la limpieza de las cubas de hormigonado para evitar vertidos de este tipo en las proximidades de la subestación. La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.

2.3 REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL MONTAJE ELECTROMECÁNICO

2.3.1 Llenado de equipos con aceite

Quando se llenan de aceite las máquinas de potencia se tomarán las máximas precauciones para evitar posibles accidentes con consecuencias medioambientales.

No se comenzará el llenado de equipos hasta que no estén operativos los fosos de recogida de aceite.

Como complemento y para evitar un accidente, debajo de todos los empalmes de tubos utilizados en la maniobra se deberán situar recipientes preparados para la recogida de posibles pérdidas, con el tamaño suficiente para evitar vertidos al suelo.

2.3.2 Llenado de equipos con SF₆

El llenado de equipos con SF₆ se llevará a cabo por personal especializado, evitándose así fugas de gas a la atmósfera. Las botellas de SF₆ (vacías y con SF₆ que no se ha utilizado en el llenado) serán retiradas por el proveedor para garantizar la adecuada gestión de las mismas.

2.4 ACONDICIONAMIENTO FINAL DE LA OBRA

Una vez finalizados todos los trabajos se realizará una revisión del estado de limpieza y conservación del entorno de la subestación, con el fin de proceder a la recogida de restos de todo tipo que pudieran haber quedado acumulados y gestionarlos adecuadamente.



Se procederá a la rehabilitación de todos los daños ocasionados sobre las propiedades derivados de la ejecución de los trabajos.

Se revisará la situación de todas las servidumbres previamente existentes y el cumplimiento de los acuerdos adoptados con particulares y administración, acometiendo las medidas correctoras que fueran precisas si se detectan carencias o incumplimientos.

Donde sea viable, se restituirá la forma y aspecto originales del terreno.

De forma inmediata a la finalización de la obra y en el caso que sea necesario, se revegetarán las superficies desprovistas de vegetación que pudieran estar expuestas a procesos erosivos y si así se ha definido, se realizarán los trabajos de integración paisajística de la instalación.



CAPÍTULO 3. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DE DEMOLICIÓN

3.1 ANTECEDENTES

3.1.1 Objeto

El presente *Estudio de residuos* se realiza para minimizar los impactos derivados de la generación de residuos en la construcción del presente proyecto, estableciendo las medidas y criterios a seguir para minimizar la generación de residuos, segregar y almacenar correctamente los residuos generados y proceder a la gestión más adecuada para cada uno de ellos. El *Estudio* se lleva a cabo en cumplimiento del R.D. 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la *Producción y gestión de los residuos de construcción y demolición* y se ha redactado según los criterios contemplados en el artículo 4 de dicho R.D.

3.1.2 Situación y descripción general del proyecto

La situación y descripción general del proyecto está reflejado en el capítulo 2 del documento 1: *Memoria* del presente Proyecto de Ejecución.

3.1.3 Descripción general de los trabajos

Las actividades a llevar a cabo y que van a dar lugar a la generación de residuos van a ser las siguientes:

- Realización de acopios, campamento de obra e instalación de medios auxiliares.
- Obra civil: cimentaciones, hormigonados, drenajes etc.
- Montaje electromecánico: apartamentas eléctrica, servicios auxiliares etc.
- Limpieza de obra y restauración.
- Actividades auxiliares (oficina).

3.2 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR

Durante los trabajos descritos se prevé generar los siguientes residuos, codificados de acuerdo a lo establecido en la Orden MAM/304/2002 (Lista europea de residuos):

Tipo residuo	Código LER
RESIDUOS NO PELIGROSOS	
Excedentes de excavación	170101
Restos de hormigón	170101
Papel y cartón	200101
Maderas	170201
Plásticos (envases y embalajes)	170203
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402
Restos asimilables a urbanos	200301
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (si se segregan)	150102/150104/150105/150106



Tipo residuo	Código LER
Residuos vegetales (podas y talas)	200201
RESIDUOS PELIGROSOS	
Trapos impregnados	150202*
Tierras contaminadas	170503*
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*/150111*

Es necesario aclarar que, en el *Plan de gestión residuos* (que se elabora en una etapa de proyecto posterior al presente estudio por los contratistas responsables de acometer los trabajos, poseedores de los residuos) e incluso durante la propia obra se podrá identificar algún otro residuo. Asimismo la estimación de cantidades, que se incluye en la tabla siguiente, es aproximada, teniendo en cuenta la información de la que se dispone en la etapa en la cual se elabora el proyecto de ejecución. Las cantidades, por tanto, también deberán ser ajustadas en los correspondientes Planes de gestión de residuos.

Tipo de residuo	Código	Unidad	PARQUE 132 kV		TOTAL
			O.C.	MONTAJE	
Excedentes de excavación(*)	170101	m ³	3.268	0	3.268
Restos de hormigón	170101	m ³	15	0	15
Lodos fosas sépticas	200304	kg	708	354	1.062
Papel y cartón	200101	kg	36	50	86
Maderas	170201	kg	1.452	800	2.252
Plásticos (envases y embalajes)	170203	kg	51	50	101
Chatarras metálicas	170405	kg	254	800	1.054
	170407				
	170401				
	170402				
Restos asimilables a urbanos	200301	kg	58	45	103
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (Si se gregan)	150102	kg	14	45	60
	150104				
	150105				
	150106				
Trapos impregnados	150202*	kg	11	3	14
Tierras contaminadas	170503*	m ³	9	0	9
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*	kg	16	10	26
	150111*				
Aceites usados	13020__*	l	0	0	0
Residuos vegetales (podas y talas)	200201	kg	0	0	0

(*) La cantidad estimada se corresponde con los excedentes de excavación que no está previsto reutilizar en la propia obra.



3.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

Trabajos de construcción:

Como norma general es importante separar aquellos productos sobrantes que pudieran ser reutilizables de modo que en ningún caso puedan enviarse a vertederos.

Además es importante separar los residuos desde el origen, para evitar contaminaciones, facilitar su reciclado y evitar generar residuos derivados de la mezcla de otros.

Se exponen a continuación algunas buenas prácticas para evitar/minimizar la generación de algunos residuos:

- **Cerámicas mortero y hormigón:**
 - Reutilización, en la medida de lo posible en la propia obra: rellenos.
- **Medios auxiliares (palets de madera), envases y embalajes:**
 - Utilizar materiales cuyos envases/embalajes procedan de material reciclado.
 - No separar el embalaje hasta que no vayan a ser utilizados los materiales.
 - Guardar los embalajes que puedan ser reutilizados inmediatamente después de separarlos del producto. Gestionar la devolución al proveedor en el caso de ser este el procedimiento establecido (ej. Botellas de SF₆ vacías o medio llenas).
 - Los palets de madera se han de reutilizar cuantas veces sea posible.
- **Residuos metálicos:**
 - Separarlos y almacenarlos adecuadamente para facilitar su reciclado
- **Aceites y grasas:**
 - Realizar el mantenimiento de la maquinaria y cambios de aceites en talleres autorizados.
 - Si es imprescindible llevar a cabo alguna operación de cambio de aceites y grasas en la obra, utilizar los accesorios necesarios para evitar posibles vertidos al suelo (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable).
 - Controlar al máximo las operaciones de llenado de equipos con aceites para evitar que se produzca cualquier vertido.
- **Tierras contaminadas**

Establecer las medidas preventivas para evitar derrames de sustancias peligrosas:

- Disponer de bandeja metálica para almacenamiento de combustibles.
- Resguardar de la lluvia las zonas de almacenamiento (mediante techado o uso de lona impermeable), para evitar que las bandejas se llenen de agua.
- Disponer de grupos electrógenos cuyo tanque de almacenamiento principal tenga doble pared y cuyas tuberías vayan encamisadas. Si no es así colocar en una bandeja estanca o losa de hormigón impermeabilizada y con bordillo.
- Controlar al máximo las operaciones de llenado de equipos con aceites para evitar que se produzca cualquier vertido. No realizar llenados de máquinas de potencia sin estar operativos los fosos de recogida de aceite. Colocar recipientes o material absorbente debajo de todos los empalmes de tubos utilizados durante la maniobra, para la recogida de posibles pérdidas.
- Buenas prácticas en los trasiegos.



3.4 MEDIDAS DE SEPARACIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN OBRA

Los requisitos en cuanto a la segregación, almacenamiento, manejo y gestión de los residuos en obra están incluidos en las especificaciones ambientales, formando así parte de las prescripciones técnicas del proyecto.

Para que se pueda desarrollar una correcta segregación y almacenamiento de residuos en la obra, todo el personal implicado deberá estar adecuadamente formado sobre cómo separar y almacenar cualquier tipo de residuos que pueda derivarse de los trabajos.

- **Segregación**

Para una correcta valorización o eliminación se realizará una segregación previa de los residuos, separando aquellos que por su no peligrosidad (residuos urbanos y asimilables a urbanos) y por su cantidad puedan ser depositados en los contenedores específicos colocados por el correspondiente ayuntamiento, de los que deban ser llevados a vertedero controlado y de los que deban ser entregados a un gestor autorizado (residuos peligrosos). Para la segregación se utilizarán bolsas o contenedores que impidan o dificulten la alteración de las características de cada tipo de residuo.

La segregación de residuos en obra ha de ser la máxima posible, para facilitar la reutilización de los materiales y que el tratamiento final sea el más adecuado según el tipo de residuo.

En ningún caso se mezclaran residuos peligrosos y no peligrosos.

Si en algún caso no resultara técnicamente viable la segregación en origen, el poseedor (contratista) podrá encomendar la separación de fracciones de los distintos residuos no peligrosos a un gestor de residuos externo a la obra, teniendo que presentar en este caso, la correspondiente documentación acreditativa conforme el gestor ha realizado los trabajos.

En el campamento de obra, se procurará además segregar los RSU en las distintas fracciones (envases y embalajes, papel, vidrio y resto).

- **Almacenamiento:**

Desde la generación de los residuos hasta su eliminación o valorización final, éstos serán almacenados de forma separada en el lugar de trabajo, según vaya a ser su gestión final, como se ha indicado en el punto anterior.

Para las zonas de almacenamiento se cumplirán los siguientes criterios:

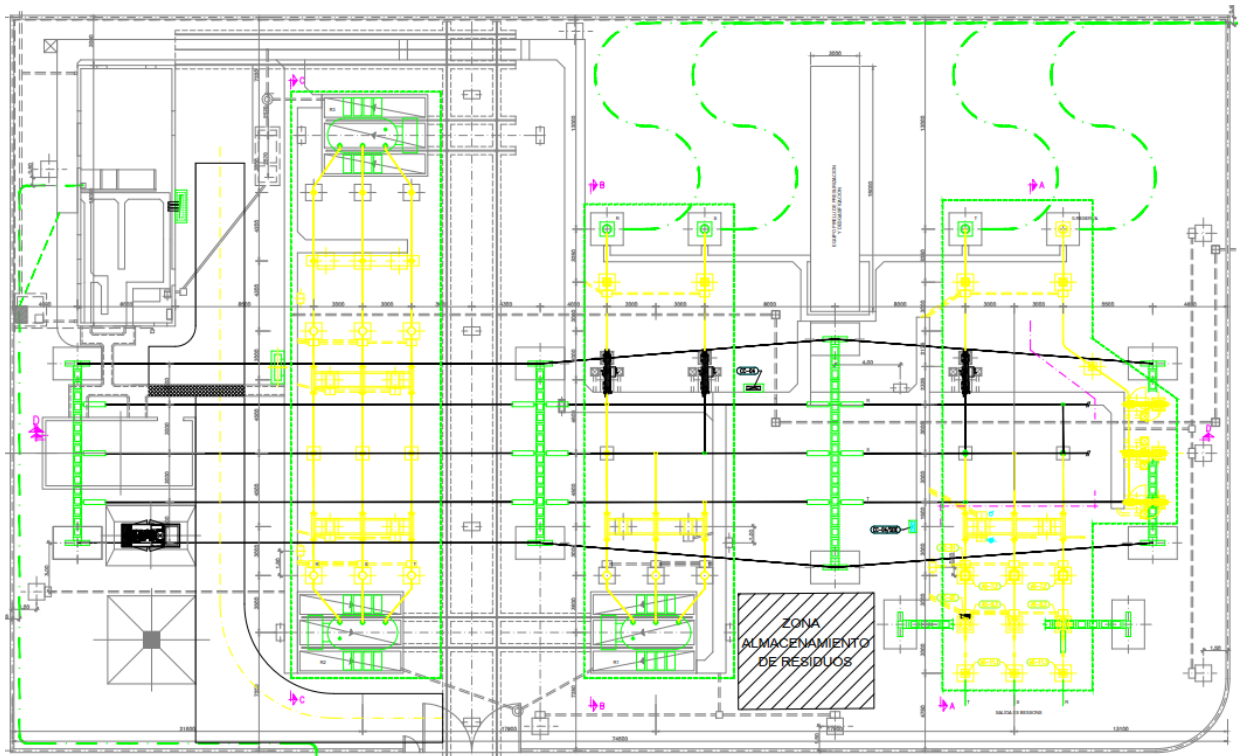
- Serán seleccionadas, siempre que sea posible, de forma que no sean visibles desde carreteras o lugares de tránsito de personas pero con facilidad de acceso para poder proceder a la recogida de los mismos.
- Estarán debidamente señalizadas mediante marcas en el suelo, carteles, etc. para que cualquier persona que trabaje en la obra sepa su ubicación.
- Los contenedores de residuos peligrosos estarán identificados según se indica en la legislación aplicable (RD 833/1988 y Ley 22/2011, de 28 de julio), con etiquetas o carteles resistentes a las distintas condiciones meteorológicas, colocados en un lugar visible y que proporcionen la siguiente información: descripción del residuo, icono de riesgos, código del residuo, datos del productor y fecha de almacenamiento
- Las zonas de almacenamiento de residuos peligrosos estarán protegidas de la lluvia y contarán con suelo impermeabilizado o bandejas de recogida de derrames accidentales.



- Los residuos que por sus características puedan ser arrastrados por el viento, como plásticos (embalajes, bolsas...), papeles (sacos de mortero...) etc. deberán ser almacenados en contenedores cerrados, a fin de evitar su diseminación por la zona de obra y el exterior del recinto.
- Se delimitará e identificará de forma clara una zona para la limpieza de las cubas de hormigonado para evitar vertidos de este tipo en las proximidades de la subestación. La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.
- Se evitará el almacenamiento de excedentes de excavación en cauces y sus zonas de policía.

Además de las zonas definidas, el campamento de obra deberá disponer de uno o más contenedores, con su correspondiente tapadera (para evitar la entrada del agua de lluvia) para los residuos sólidos urbanos (restos de comidas, envases de bebidas, etc.) que generen las personas que trabajan en la obra. Estos contenedores deberán estar claramente identificados, de forma que todo el personal de la obra sepa donde se almacena cada tipo de residuo.

En el croquis siguiente se muestran las zonas destinadas al almacenamiento de residuos. Estas zonas podrán ser redefinidas por el contratista que reflejará los cambios en el correspondiente Plan de residuos. Además, en dicho plan se incluirá la descripción de los distintos contenedores que se prevé utilizar para los distintos residuos.





3.5 DESTINOS FINALES DE LOS RESIDUOS GENERADOS

La gestión de los residuos se realizará según lo establecido en la legislación específica vigente.

Siempre se favorecerá el reciclado y valoración de los residuos frente a la eliminación en vertedero controlado de los mismos.

- **Residuos no peligrosos**

- **RSU:** Los residuos sólidos urbanos y asimilables (papel, cartón, vidrio, envases de plástico) separados en sus distintas fracciones serán llevados a un vertedero autorizado o recogidos por gestores autorizados. En el caso de no ser posible la recogida por gestor autorizado y de tratarse de pequeñas cantidades, se podrán depositar en los distintos contenedores que existan en el Ayuntamiento más próximo.
- **Excedentes de excavación, escombros, y excedentes de hormigón:** como ya se ha comentado se tratarán de reutilizarse en la obra, si no es posible y existe permiso de los Ayuntamientos afectados y de la autoridad ambiental competente, (y siempre con la aprobación de los responsables de Medio Ambiente y de Permisos de RED ELÉCTRICA), podrán gestionarse mediante su reutilización en firmes de caminos, rellenos etc. Si no son posibles las opciones anteriores se gestionarán en vertedero autorizado.
- **Chatarra:** se entregará a gestor autorizado para que proceda al reciclado de las distintas fracciones.

- **Residuos peligrosos**

Los residuos peligrosos se gestionarán mediante gestor autorizado. Se dará preferencia a aquellos gestores que ofrezcan la posibilidad de reciclaje y valorización como destinos finales frente a la eliminación.

Antes del inicio de las obras los contratistas están obligados a programar la gestión de los residuos que prevé generar. En el *Plan de gestión de residuos de construcción* se reflejará la gestión prevista para cada tipo de residuo: planes para la reutilización de excedentes de excavación u hormigón, retirada a vertedero y gestiones a través de gestor autorizado (determinando los gestores autorizados), indicando el tratamiento final que se llevará a cabo en cada caso.

Como anexo a dicho plan el contratista deberá presentar la documentación legal necesaria para llevar a cabo las actividades de gestión de residuos:

- Acreditación como productor de residuos en la Comunidad Autónoma en la que se llevan a cabo los trabajos.
- Autorizaciones de los transportistas y gestores de residuos (las correspondientes según se trate de residuos peligrosos o no peligrosos).
- Autorizaciones de vertederos y depósitos.
- Documentos de aceptación de los residuos que se prevé generar (residuos peligrosos).

Al final de los trabajos las gestiones de residuos realizadas quedaran registradas en una ficha de “Gestión de residuos generados en las obras de construcción” (Modelo A012, que se reproduce seguidamente). Además de cumplimentar la ficha el contratista proporcionará la documentación acreditativa de las gestiones realizadas:

- o Documentos de control y seguimiento (residuos peligrosos).



- o Notificaciones de traslado (residuos peligrosos).
- o Albaranes de retirada o documentos de entrega de residuos no peligrosos.
- o Permisos de vertido/reutilización de excedentes de excavación.


A012 ☐ **Gestión de residuos generados en las obras de construcción**

ed.02

Fecha:

05.10.05

Año:	Proyecto:	Instalación:	Actividad:	Hoja de
------	-----------	--------------	------------	---------

Tipo de Residuo	Fecha (o periodo) de Generación	Cantidad Generada ⁽¹⁾	Tipo de Gestión ⁽²⁾	Fecha de Gestión	Observaciones
NO PELIGROSOS:					
- ESCOMBROS			VERTEDERO AUTORIZADO		
- EXCEDENTES DE EXCAVACIÓN					
- RSU: restos de comida, plásticos...			CONTENEDOR MUNICIPAL		
- PAPEL Y CARTÓN					
- MADERAS					
- PLÁSTICOS					
- CHATARRAS					
- OTROS					
PELIGROSOS:					
- ACEITES USADOS					
- TRAPOS IMPREGNADOS CON GRASAS, DISOLVENTES, ETC.					
- ENVASES QUE HAN CONTENIDO SUSTANCIAS PELIGROSAS (Ver pictograma)					
- TIERRAS CONTAMINADAS					
OTROS					

Responsable del registro:

Firma:

Fecha:

/ /

(1) Para que la cuantificación en todo Red Eléctrica resulte más sencilla, se proponen las siguientes unidades a utilizar:

Restos vegetales	kg	Excedentes de excavación	m ³	Escombros	kg	Maderas	kg
Papel y cartón	kg	Chatarras	kg	Vidrio	kg	Envases de sust. peligrosas	Kg
Trapos impregnados	kg	Aceite usado	litros	Suelos contaminados con hidrocarburos	m ³		

(2) especificar:

- Entrega a vertedero autorizado
- Entrega a particular
- Entrega a gestor autorizado
- Otro tipo de gestión (indicar cual)



3.6 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN

En la tabla siguiente se incluye una estimación de los costes de la gestión de los residuos. Se resalta que el coste es muy aproximado pues los precios están sometidos a bastante variación en función de los transportistas y gestores utilizados y las cantidades estimadas en este estado del proyecto también se irán ajustando con el desarrollo del mismo.

TIPO DE RESIDUO	CÓDIGO	UNIDAD	COSTE (EUROS)
Excedentes de excavación	170101	m ³	5.588
Restos de hormigón	170101	m ³	293
Lodos fosas sépticas	200304	m ³	38
Papel y cartón	200101	kg	3
Maderas	170201	kg	82
Plásticos (envases y embalajes)	170203	kg	6
Chatarras metálicas	170405 170407 170401 170402	kg	18
Restos asimilables a urbanos	200301	kg	0
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (Si segregan)	150102 150104 150105 150106	kg	0
Trapos impregnados	150202*	kg	35
Tierras contaminadas	170503*	m ³	54
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110* 150111*	kg	98
Aceites usados (hidráulicos)	1302__*	kg	0
Residuos vegetales (podas y talas)	200201	kg	0

Nota: los costes reflejados son costes estimados, dado que para su cálculo se han tomado precios de referencia. Los costes serán actualizados en el correspondiente plan de residuos, a entregar por el contratista.

Madrid, julio de 2018

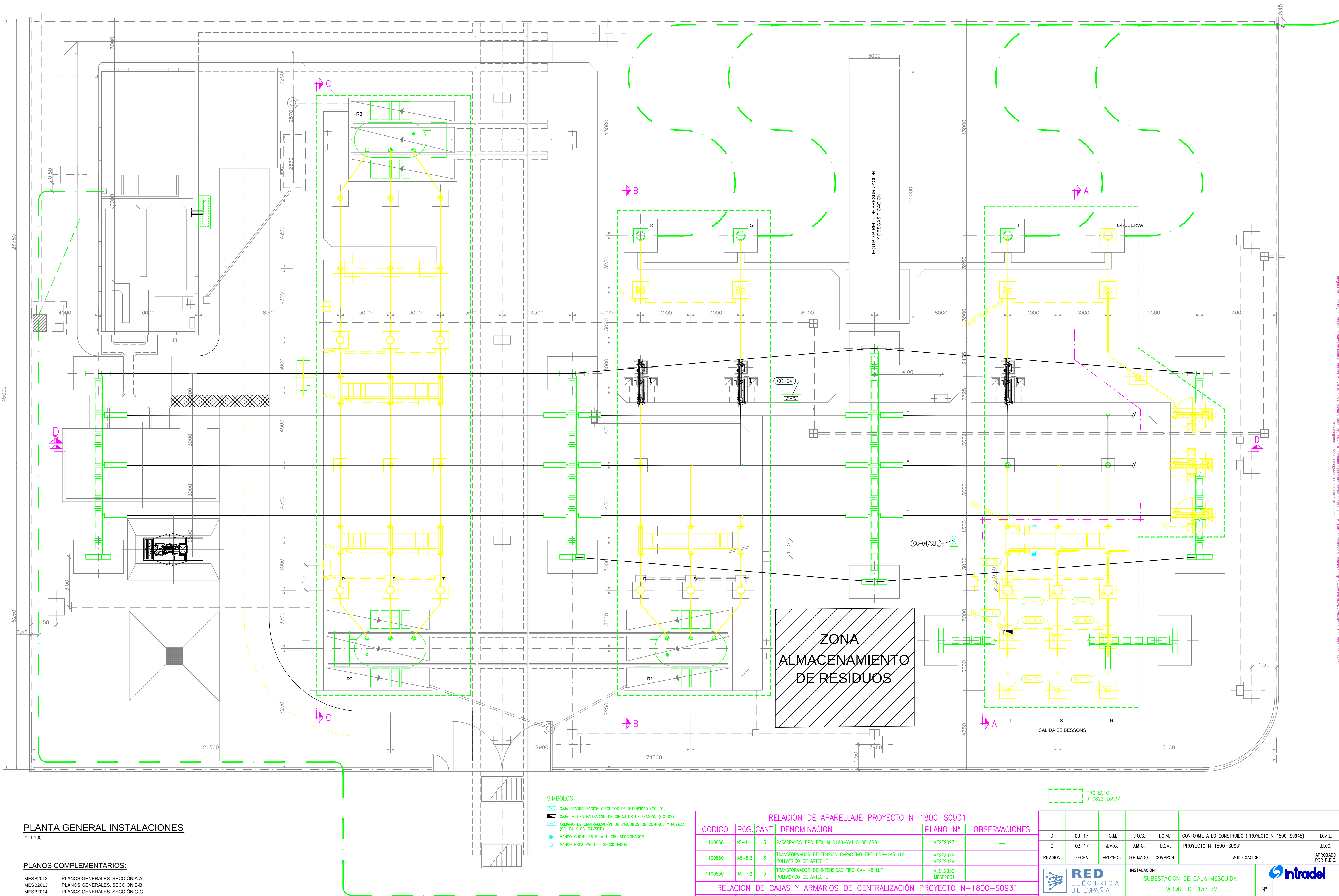
El Ingeniero industrial

Luis Cabezon López

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido permanece íntegro y excluyente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda expresamente prohibida la impresión, copia o cualquier otro uso no autorizado. Toda infracción será perseguida legalmente.



PLANTA GENERAL INSTALACIONES

E: 1:100

PLANOS COMPLEMENTARIOS:

- MESB2012 PLANOS GENERALES. SECCIÓN A-A
- MESB2013 PLANOS GENERALES. SECCIÓN B-B
- MESB2014 PLANOS GENERALES. SECCIÓN C-C
- MESB2015 PLANOS GENERALES. SECCIÓN D-D
- RRVF-A3050 ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES: APARELLAJE Y ESTRUCTURA

- SÍMBOLOS:
- CAJA CENTRALIZACIÓN CIRCUITOS DE INTENSIDAD (CC-01)
 - CAJA DE CENTRALIZACIÓN DE CIRCUITOS DE TENSIÓN (CC-02)
 - ARMARIO DE CENTRALIZACIÓN DE CIRCUITOS DE CONTROL Y FUERZA (CC-04 Y CC-04/SEIE)
 - MANDO CHILLAS P. o T. DEL SECCIONADOR
 - MANDO PRINCIPAL DEL SECCIONADOR

RELACION DE APARELLAJE PROYECTO N-1800-S0931					
CODIGO	POS.	CANT.	DENOMINACION	PLANO N°	OBSERVACIONES
1100850	A5-11.1	3	PARARRAYOS TIPO PEXLUM Q120-YV145 DE ABB	MESE2027	--
1100850	A5-8.3	3	TRANSFORMADOR DE TENSION CAPACITIVO TIPO DOB-145 LLF POLIMERICO DE ARTECHE	MESE2028 MESE2029	--
1100850	A5-7.2	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD TIPO CA-145 LLF POLIMERICO DE ARTECHE	MESE2030 MESE2031	--
RELACION DE CAJAS Y ARMARIOS DE CENTRALIZACIÓN PROYECTO N-1800-S0931					
	POS.	CANT.	DENOMINACION	PLANO N°	OBSERVACIONES
3010712	CC-01	1	CAJA DE CENTRALIZACIÓN DE CIRCUITOS DE INTENSIDAD	MESM63051	--
3010714	CC-02	1	CAJA DE CENTRALIZACIÓN DE CIRCUITOS DE TENSIÓN (TRES FASES)	MESM63050	--
3010711	CC-04	1	CAJA DE CENTRALIZACION CIRCUITOS DE CONTROL Y FUERZA	MESM63053	--
3109531	CC-04 /SEIE	1	CAJA DE CENTRALIZACION CIRCUITOS DE CONTROL Y FUERZA	MESM63052	--

PROYECTO
J-0822-L6937

REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
D	09-17	I.G.M.	J.O.S.	I.G.M.	CONFORME A LO CONSTRUÍDO (PROYECTO N-1800-S0948)	D.M.L.
C	03-17	J.M.G.	J.M.G.	I.G.M.	PROYECTO N-1800-S0931	J.D.C.
INSTALACION						
SUBESTACION DE CALA MESQUIDA						
PARQUE DE 132 kV						
PLANTA GENERAL INSTALACIONES						
FORMATO: A1						
ESCALA: 1:100						
N° P-MESB2011						
HOJA 1 SIGUE -						

Copyright © 2017. Todos los derechos reservados. Prohibida la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda expresamente prohibida la impresión, copia o cualquier otro uso no autorizado. Toda infracción será perseguida legalmente.



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

BYPASS SUBESTACIÓN CALA MESQUIDA 132 kV

DOCUMENTO 2

ANEXO 2

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

Dirección de **Ingeniería y Medio Ambiente**
Dpto. **Ingeniería de Subestaciones**

julio de 2018



Índice

CAPÍTULO 1. OBJETO DE ESTE ESTUDIO	4
CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.....	5
2.1 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.....	5
2.2 PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA.....	6
2.3 CONTROL DE ACCESOS.....	7
2.4 TRABAJOS PREVIOS, INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.....	7
2.5 UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA.....	7
2.5.1 Movimiento de tierras	7
2.5.2 Obra civil	7
2.5.3 Montaje de estructuras y equipos.....	8
2.6 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	8
2.6.1 Organización de la seguridad	10
2.6.2 Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra	10
2.6.3 Formación	10
2.6.4 Medicina preventiva	11
2.6.5 Medios de protección	11
2.7 LOCALES DE DESCANSO Y SERVICIOS HIGIÉNICOS.....	11
2.8 DISPOSICIONES DE EMERGENCIA	11
2.8.1 Vías de evacuación	11
2.8.2 Iluminación.....	12
2.8.3 Ventilación	12
2.8.4 Ambientes nocivos y factores atmosféricos.....	12
2.8.5 Detección y lucha contra incendios	13
2.8.6 Primeros auxilios	13
2.9 PLAN DE SEGURIDAD	13
CAPÍTULO 3. PLIEGO DE CONDICIONES	14



3.1 NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN 14

3.2 NORMATIVA INTERNA DE RED ELÉCTRICA..... 14

CAPÍTULO 4. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD..... 15



CAPÍTULO 1. OBJETO DE ESTE ESTUDIO

Este Estudio de Seguridad y Salud establece las medidas de Seguridad que deben adoptarse en los trabajos de obra civil y montaje electromecánico a realizar en la ampliación de la subestación CALA MESQUIDA 132 kV. Facilitando la aplicación que la Dirección Facultativa debe realizar de tales medidas, conforme establece el R.D. 1627/97 por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad en las Obras de Construcción.

El presente Estudio tiene carácter obligatorio y contractual para todas las empresas que participan en el desarrollo de la obra.

Este Estudio se incluye como anexo a todos los contratos firmados entre Red Eléctrica de España, S. A. (en adelante, RED ELÉCTRICA) y las empresas contratistas que intervengan en la obra.

La empresa contratista quedará obligada a elaborar un Plan de seguridad y salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, las previsiones contenidas en este Estudio.

RED ELÉCTRICA se reserva el derecho de la interpretación última del Plan de seguridad que se apruebe.



CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

2.1 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La subestación de CALA MESQUIDA 132 kV está situada en el término municipal de Capdepera, provincia de Islas Baleares, Islas Baleares.

La ubicación queda reflejada en el plano de situación geográfica del documento Planos del presente proyecto.

Atendiendo las características ambientales del emplazamiento seleccionado esta instalación se realiza con tecnología convencional con aislamiento en aire.

Las condiciones ambientales del emplazamiento son las siguientes:

- Altura media sobre el nivel del mar..... 20 m
- Temperaturas extremas..... + 40º C/-20º C
- Contaminación ambiental..... Bajo
- Nivel de niebla Bajo

Para el cálculo de la sobrecarga del viento, se ha considerado viento horizontal con velocidad de 140 km/h.

La modificación de las posiciones del parque de 132 kV se realizará quedando este parque con la siguiente distribución:

Calle	Existente		Con la ampliación		
	Posición	Nº de interruptores	Posición	Nº de interruptores	Nº de interruptores nuevos
2	Reactancia REA3	0	2	1	1
3	Reactancia REA2	0	3	1	1
4	Reactancia REA1	0	4	0	0
5	ES BESSONS	0	5	1	1
6	CALA BOSCH	0	6	0	0

Para ello se procederá a realizar las siguientes actividades:

- Las cimentaciones de las estructuras metálicas de soporte de la aparamenta.
- Se construirán canales cables de reducida profundidad que unirán el parque con el edificio de control y las casetas de relés.
- Montaje de las estructuras metálicas de soportes de aparamenta.
- Montaje de la aparamenta correspondientes a las calles equipadas y a sus embarrados de conexión.



- Montaje de embarrados principales.
- Se modificarán los Sistemas de Control, Telecomunicaciones, Protección y Medida, instalando los BR's en sus casetas de relés.
- Se adecuarán los servicios de c.a y c.c. de Servicios Auxiliares.
- Será modificada la red de tierras así como a la instalación de fuerza y alumbrado.
- Se construirán canales de cable para proteger los cables de potencia.

La disposición física de los elementos del parque responde a lo normalizado por RED ELÉCTRICA para instalaciones de 132 kV, cuyas características principales son:

- Entre ejes de aparellaje.....3.000 mm
- Entre ejes de conductores tendidos.....3.500 mm
- Anchura de calle.....12.000 mm
- Altura de embarrados de interconexión entre aparatos4.500 mm
- Altura de salida de línea10.950 mm

2.2 PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA

La obra adjudicada a contratistas se estima en los siguientes valores

Actividad contratada	Presupuesto (K€)	Jornadas - hombre Previstas	Plazo ejecución (meses)
Obra civil del parque	210	150	5,0
Montaje de la estructura	70	15	0,5
Montaje de la aparamenta	80	105	3,5
Montaje en b.t.	50	30	1,0
Presupuesto adjudicado	410	Kilo Euros	
Volumen mano de obra estimada	300	Jornadas - hombre	
Punta de trabajadores	8	Trabajadores	

En virtud de estos valores y conforme a lo establecido en el art. 4 del R.D. 1627/1997 para *Obras de construcción o ingeniería civil*, donde se expone que hay obligatoriedad de elaborar un Estudio de Seguridad en los casos en que se superen alguna de las de las circunstancias siguientes:

- Cuando el presupuesto total adjudicado de obra supere 450 k€.
- Cuando el volumen de mano de obra supere 500 jornadas – hombre.
- Cuando la duración sea superior a 30 días y haya 20 o más trabajadores.

Se procede a elaborar este Estudio de Seguridad y Salud.



2.3 CONTROL DE ACCESOS

Dado que la situación de la subestación, está alejada de núcleos urbanos o zonas de paso, la presencia de personal ajeno a la obra es improbable. A pesar de ello, la parcela se encuentra vallada, por lo que no procede ninguna actuación en este campo.

En el portón de acceso se dispondrán señales informativas de riesgo.

2.4 TRABAJOS PREVIOS, INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS

No se prevé interferencias con las tareas de explotación del parque, pues será necesario pedir descargo de los elementos que se encuentren en servicio para realizar las modificaciones en el parque de 132 kV.

Los trabajos de obra civil no estarán interferidos en su mayor parte con ningún otro, si bien en la fase final interferirán con el inicio de los trabajos de montaje.

Los desplazamientos y las maniobras de trabajadores y maquinaria prevista en obra estarán condicionados por la existencia de elementos en tensión. La actuación en cuanto a las vías de paso autorizado se planificará de forma que no afecte a la instalación en servicio y siempre conforme a las normas indicadas en este documento en los apartados que les afecten.

2.5 UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA

2.5.1 Movimiento de tierras

No se requieren trabajos de movimiento de tierras para las obras objeto de este proyecto.

2.5.2 Obra civil

Consiste en la modificación de viales de rodadura de la reactancia, cimentaciones, canales de cables y drenajes.

Se dispondrá de zona de almacenaje de materiales de construcción en zona que no interfiera a los restantes trabajos y a las vías de circulación de vehículos.

La preparación de armaduras de encofrados se ubicará fuera las zonas de paso.

- **Cimentaciones de soportes**

Las cimentaciones para la reactancia y estructuras soportantes de la nueva aparamenta se realizarán en dados de hormigón armado.

- **Canales de cables**

Se diseñan para proteger los cables de control y fuerza en su recorrido desde los mandos de cada equipo a las casetas de relés y desde estas últimas hasta el edificio de control. Los canales de cables serán prefabricados de hormigón.



- **Edificio de control**

No será necesario realizar modificaciones en el edificio de control.

2.5.3 Montaje de estructuras y equipos

En esta fase se instalarán los embarrados, las estructuras soportantes de los equipos, los propios equipos y las conexiones entre apartamentas.

Se planificarán las actividades de montaje de forma que no interfieran entre sí y especialmente se cuidará que no afecten a las de obra civil que aún persistan.

Las estructuras metálicas y soportes de la apartamentas se construirán con perfiles normalizados de alma llena.

- **Trabajos de cableado y trabajos en baja tensión (b.t.)**

El tendido de cables de fuerza y control desde los equipos del parque a las casetas de relés se realizará manualmente siguiendo el trazado marcado por los canales.

El montaje de los equipos de control, protecciones, comunicaciones y medidas se realizará simultáneamente a los trabajos de cableado.

- **Puesta en servicio**

Se prevé que la puesta en servicio se realice por fases terminadas conectando eléctricamente la nueva posición / instalación a la red de transporte de electricidad.

Las calles y equipos puestos en servicio se delimitarán y se aislarán, de forma que permitan la ejecución de las posteriores fases de trabajo.

2.6 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Las empresas adjudicatarias de las obras han de considerar que la evaluación de los riesgos asociados a cada una de las actividades de construcción de subestaciones supone el análisis previo de:

- Las condiciones generales del trabajo, a las máquinas y equipos que se manejen, a las instalaciones próximas existentes y a los agentes físicos, químicos y biológicos que puedan existir.
- Las características de organización y control del trabajo que cada empresa tiene establecidas, lo que influye en la magnitud de los riesgos.
- La inadecuación de los puestos de trabajo a las características de los trabajadores especialmente sensibles a ciertos riesgos.

Por ello las empresas contratistas adjudicatarias de los trabajos deben disponer de una evaluación de riesgos genérica concerniente a sus trabajos.

No obstante se prevé que los riesgos que se pueden presentar son:

Situaciones pormenorizadas de riesgo

Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el suelo, por pisar o tropezar con objetos, por existencia de vertidos o líquidos, por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.).
-----------------------------------	---



Situaciones pormenorizadas de riesgo	
Caídas de personas a distinto nivel	Caída desde escaleras portátiles, desde andamios y plataformas temporales, desniveles, huecos, zanjas, taludes, desde estructuras pórticos.
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas o de elementos manipulados con aparatos elevadores.
Desprendimientos desplomes y derrumbes	Desprendimientos de elementos de montaje fijos, desplome de muros o hundimiento de zanjas o galerías
Choques y golpes	Choques contra objetos fijos, contra objetos móviles, golpes por herramientas manuales y eléctricas.
Maquinaria automotriz y vehículos	Atropello a peatones, choques y golpes entre vehículos, vuelco de vehículos y caída de cargas
Atrapamientos por mecanismos en movimiento	Atrapamientos por herramientas manuales, portátiles eléctricas. Atrapamientos por mecanismos en movimiento.
Cortes	Cortes por herramientas portátiles eléctricas o manuales y cortes por objetos superficiales o punzantes.
Proyecciones	Impacto por fragmentos, partículas sólidas o líquidas.
Contactos térmicos	Contactos con fluidos o sustancias calientes / fríos. Contacto con proyecciones.
Contactos químicos	Contacto con sustancias corrosivas, irritantes/ alergizantes u otras.
Contactos eléctricos	Contactos directos, indirectos o descargas eléctricas
Arcos eléctricos	Calor, proyecciones o radiaciones no ionizantes.
Sobreesfuerzos	Esfuerzos al empujar, tirar de objetos. Esfuerzos al levantar, sostener o manipular cargas.
Explosiones	Máquinas, equipos y botellas de gases.
Incendios	Acumulación de material combustible. Almacenamiento y trasvase de productos inflamables. Focos de ignición, proyecciones de chispas o partículas calientes.
Confinamiento	Golpes, choques, cortes o atrapamientos por espacio reducido. Dificultades para rescate.
Tráfico	Choques entre vehículos o contra objetos fijos Atropello de peatones o en situaciones de trabajo Vuelco de vehículos por accidente de tráfico.
Agresión de animales	Picadura de insectos, ataque de perros o agresión por otros animales.
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor o al frío Cambios bruscos de temperatura.
Radiaciones no ionizantes	Exposición a radiación ultravioleta, infrarroja o visible.
Carga física	Movimientos repetitivos. Carga estática o postural (espacios de trabajo) o dinámica (actividad física). Condiciones climáticas exteriores.
Carga mental	Distribución de tiempos. Horario de trabajo



2.6.1 Organización de la seguridad

- **Coordinador en materia de seguridad y salud**

Las tareas de obra civil y montaje electromecánico si bien estarán programadas en su mayor parte en periodos distintos, pueden que en algún momento interfieran entre sí, por lo que si así fuera sobre la base del Art. 3 del R.D. 1627, RED ELÉCTRICA en su calidad de promotor procederá a nombrar coordinador en materia de seguridad.

- **Jefes de trabajo de las empresas contratistas**

Las personas que ejerzan in situ las funciones de jefe de trabajo, dirigiendo y planificando las actividades de los operarios, garantizarán que los trabajadores conocen los principios de acción preventiva y velarán por su aplicación.

- **Vigilante de seguridad de la empresa contratista**

La empresa contratista reflejará en el Plan de seguridad el nombre de una persona de su organización que actuará como su vigilante de seguridad para los trabajos, bien a tiempo total o compartido, con formación en temas de seguridad (cursillo, prueba, etc.) o con suficiente experiencia para desarrollar este cometido.

Quien actúe como jefe de obra organizará la labor del vigilante y pondrá a su disposición los medios precisos para que pueda desarrollar las funciones preventivas.

2.6.2 Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra

De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios de la acción preventiva que se recogen en su artículo 15 se aplicarán durante la ejecución de la obra y en particular:

- a) Garantizar que solo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave o específico.
- b) Dar las debidas instrucciones a los empleados.
- c) El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- d) La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- e) El mantenimiento de los medios y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra.
- f) La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de trabajo.
- g) La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- h) La adaptación, en función de la evolución de obra, del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- i) La cooperación entre RED ELÉCTRICA y el contratista.

2.6.3 Formación



El personal de la empresa contratista que sea habitual en estos trabajos debe estar instruido en seguridad. No obstante en las fechas inmediatas a la incorporación recibirá información específica acorde al trabajo que va a realizar

La empresa contratista garantizará que el personal de sus empresas subcontratadas será informado del contenido del Plan de seguridad.

Los operarios que realicen trabajos con riesgo eléctrico tendrán la categoría de “personal autorizado o cualificado” para las funciones que le asigna el R.D. 614/2001.

2.6.4 Medicina preventiva

La empresa contratista queda obligada a aportar a la obra trabajadores con reconocimiento médico realizado. Si como consecuencia de este reconocimiento fuera aconsejable el cambio de puesto de trabajo, la empresa contratista queda obligada a realizarlo.

En cualquier momento RED ELÉCTRICA podrá solicitar certificados de estos reconocimientos.

2.6.5 Medios de protección

Antes del inicio de los trabajos todo el material de seguridad estará disponible en la obra, tanto el de asignación personal como el de utilización colectiva.

Así mismo, todos los equipos de protección individual se ajustarán a lo indicado en el R.D. 773/1997 sobre *Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual*.

2.7 LOCALES DE DESCANSO Y SERVICIOS HIGIÉNICOS

A tenor de lo establecido en el R.D. 486/1997 sobre *Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo* y particularmente en su Anexo V, el contratista dispondrá de los locales y servicios higiénicos necesarios

Si se utilizasen instalaciones permanentes existentes en la instalación, no será preciso dotar a la obra de instalaciones temporales. Esta circunstancia será reflejada en el Plan de Seguridad.

2.8 DISPOSICIONES DE EMERGENCIA

2.8.1 Vías de evacuación

Dadas las características de la obra, trabajos en exterior, casetas y edificios de pequeñas dimensiones no es necesario la definición de vías o salidas de emergencia para una posible evacuación.

Si en la construcción del edificio de control estima la presencia de más de 20 trabajadores, se realizará un plano con las distintas vías de evacuación que serán definidas teniendo en cuenta el número de los posibles usuarios, que deberá instalarse en un lugar visible a la entrada del edificio. Además, se instalará señalización indicando las diferentes vías de emergencia con la mayor prontitud posible.



Cuando sea necesario, la decisión de la evacuación del lugar trabajo será tomada por el coordinador de seguridad, y en el caso de que no esté presente, del supervisor de RED ELÉCTRICA. Siendo el punto de reunión el portón principal de entrada a la subestación.

Dado el limitado número de personas que se prevén van a coincidir en la obra y la no existencia de recintos cerrados no se considera necesario establecer equipos de evacuación ni realizar simulacros al respecto.

2.8.2 Iluminación

Al tratarse de trabajos que se realizarán a la intemperie y en horario diurno, no será necesaria la instalación de alumbrado.

En el caso, que se realicen trabajos en horario nocturno, se instalará un sistema de alumbrado adecuado al trabajo que se va a realizar y que incluirá las vías de acceso los puntos de trabajo. Complementando al sistema de alumbrado se dispondrá de una alternativa de emergencia de suficiente intensidad (linternas o cualquier otro sistema portátil o fijo).

- **Instalaciones de suministro y reparto de energía**

Se instalará un grupo electrógeno para el suministro de la energía eléctrica.

El suministro eléctrico se tomará de la red existente

Las instalaciones de suministro y reparto de energía en la obra deberán instalarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

Cuando se trate de instalaciones eléctricas el acceso a las partes activas de las mismas quedará limitado a trabajadores autorizados o cualificados.

2.8.3 Ventilación

No se prevé la necesidad de realizar controles de ventilación dado el tipo de obra.

En los trabajos en galerías, centros subterráneos, etc. Previo al acceso al recinto y durante su permanencia en el mismo, se procederá a las determinaciones higiénicas oportunas de la atmósfera confinada que posibiliten conocer si los valores de oxígeno son suficientes o si los niveles de contaminantes tóxicos o inflamables están por encima de los niveles máximos permitidos.

Los trabajos a realizar en este tipo de recintos deberán en todo momento tener vigilancia desde el exterior, con una comunicación continua entre los trabajadores que permanezcan en el interior y exterior del recinto confinado. Tomándose todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

Dado que será necesario utilizar herramientas o máquinas que producen gases o vapores que reducen de forma peligrosa la concentración de oxígeno (<18%), y no está asegurada una buena renovación del aire existente en el lugar de trabajo, se instalará un sistema de ventilación de aire limpio.

Al preverse la existencia de contaminantes inflamables, las herramientas a utilizar serán compatibles con el riesgo detectado (herramientas antideflagrantes).

2.8.4 Ambientes nocivos y factores atmosféricos

Dado que se trata de un trabajo a la intemperie, la planificación de tareas que requieran un consumo metabólico alto se planificarán para que no coincidan con los periodos de temperatura extremos.



En caso de tormenta eléctrica se suspenderán los trabajos.

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (gases, vapores, polvo,...), sin la protección adecuada.

2.8.5 Detección y lucha contra incendios

No se prevé en la obra la existencia de carga térmica elevada, para facilitarlo se mantendrán adecuadas condiciones de orden y limpieza.

La obra dispondrá de extintores la cantidad suficiente. Los extintores deberán situarse en lugares de fácil acceso.

No existirán bocas de extinción de incendios al no disponer el recinto de acometida de aguas.

El sistema de detección de incendios en casetas y edificio se instalará en cuanto el avance de la obra lo permita.

2.8.6 Primeros auxilios

Todo el personal debe conocer que el número de solicitud de ayuda de primeros auxilios es el **112**. La Administración dispondrá ayuda técnica o sanitaria que se solicite en dicho número.

La empresa contratista dispondrá de un botiquín de obra para prestar primeros auxilios. Se podrá hacer uso de los medios de primeros auxilios (camilla, elementos de cura, etc.) que exista en la subestación. Asimismo deberá estar disponible en la obra un vehículo, para evacuar a un posible accidentado.

El contratista expondrá, para conocimiento de todos sus trabajadores la dirección de los centros de asistencia más próximos.

2.9 PLAN DE SEGURIDAD

El Plan de Seguridad que elabore la empresa adjudicataria de los trabajos debe establecer su forma particular de ejecutarlos, debe ser un documento ajustado a las situaciones de riesgos previsibles en la obra.

El Plan de Seguridad una vez aprobado debe ser el documento aplicable en obra, para lo cual debe permanecer en poder del jefe de trabajo y del coordinador de seguridad.



CAPÍTULO 3. PLIEGO DE CONDICIONES

3.1 NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN

La ejecución de la obra, objeto del Estudio de Seguridad, estará regulada por la normativa que a continuación se cita, siendo de obligado cumplimiento para las partes implicadas.

- Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales
- Ley 54/03 de 12 de diciembre de Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 1627/97 de 24 de octubre sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. 171/04 de 30 enero, por el que desarrolla el Art. 24 de la Ley 31/95, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 614/2001 de 8 de junio sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 486/97 de 14 de abril sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/97 de 14 de abril sobre Manipulación manual de cargas.
- R.D. 773/97 de 30 de mayo sobre Utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- R.D. 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

3.2 NORMATIVA INTERNA DE RED ELÉCTRICA

La ejecución de la Obra queda igualmente condicionada por la normativa de RED ELÉCTRICA que se referencia, a efectos de aspectos más generales que aplican a la obra.

- TM-001. Organización de la seguridad en los trabajos en instalaciones de AT.
- IM-002. Medidas de seguridad en instalaciones de AT. para trabajos sin tensión.
- IM-013. Medidas de seguridad en trabajos en instalaciones de BT.
- AM-004. Aplicación de la línea de seguridad para trabajos en alturas.
- AM-005. Trabajos de manutención manual y mecánica.
- IC-003. Subcontratación por proveedores de RED ELÉCTRICA a terceros.



CAPÍTULO 4. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD

Sub CALA MESQUIDA

Duración del trabajo: (meses) 10

Operarios previstos: 8

Material de asignación personal

Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Unidades equiv.	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)
1	Casco de protección	2	13	5,11	66
2	Botas de seguridad	4	27	46,58	1.258
3	Botas de agua.	2	13	38,43	500
4	Guantes de trabajo.	36	240	4,38	1.051
5	Arnés de cintura o completo	0,5	3	146,12	438
6	Dispositivos anticaída y compl.	0,5	3	90,29	271
7	Trajes impermeables.	2	13	28,33	368
8	Gafas antiimpactos.	6	40	4,78	191
9	Pantalla de protección facial	2	13	9,44	123
10	Pantallas y gafas para soldadura	1	7	7,81	55
11	Mandiles, polaina, guantes soldadura	1	7	26,38	185
12	Ropa de trabajo	2	13	69,20	900
				Coste Parcial	5.406

Material de asignación colectiva

Nº de orden	Concepto	Dotación anual	Unidades equivalentes	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)
1	Cuerda 100m Línea de Seguridad	4	3	107,94	324
2	Complementos uso Lín. Seg.	10	8	120,05	960
3	Malla perforada de delimitación	1.000	833	0,49	408
4	Cinta o cadena de delimitación	1000	833	0,04	33
5	Señales de obligación e informativas	60	50	3,01	150
6	Botiquín primeros auxilios	2	2	18,06	36
7	Tablero o camilla evac. accidentados	1	1	253,80	254
8	Extintores	4	3	30,80	92
				Coste Parcial	2.257

Formación + Medicina preventiva

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios	8	34,00	272
2	Reconocimientos médicos	8	30,50	244
			Coste Parcial	516

Total 8.179

Asciende este Presupuesto de Seguridad a la cantidad de: 8.179 EUROS.



Madrid, julio de 2018

El Ingeniero industrial

Luis Cabezón López

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

BYPASS SUBESTACIÓN CALA MESQUIDA 132 kV

DOCUMENTO 3

PLANOS

Dirección de **Ingeniería y Medio Ambiente**
Dpto. **Ingeniería de Subestaciones**

julio de 2018



ÍNDICE DE PLANOS

	Nº DE PLANO
1. Esquema unifilar simplificado. Parque de 132	P-MESA3005
2. Situación y emplazamiento	P-MESB1003
3. Implantación general. By-pass	P-MESB1002
4. Planta general de instalaciones	P-MESB2011
5. Secciones generales. Parque de 132. Posición de línea	P-MESB2012
6. Secciones generales. Parque de 132. Posiciones de línea y enlace sub-marino	P-MESB2013
7. Secciones generales. Parque de 132. Posiciones de reactancia	P-MESB2014
8. Drenajes. Planta general	P-MESC4003
9. Planta fundaciones y canales	P-MESC5021
10. Planta general de red de tierras	P-MESF1000

Madrid, julio de 2018

El Ingeniero industrial

Luis Cabezón López

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidos salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



LOCALIZACIÓN SE CALA MESQUIDA, PARQUE DE 132kV (ETRS89):
COORDENADAS: 3° 25' 37.20" E, 39° 44' 19.50" N.

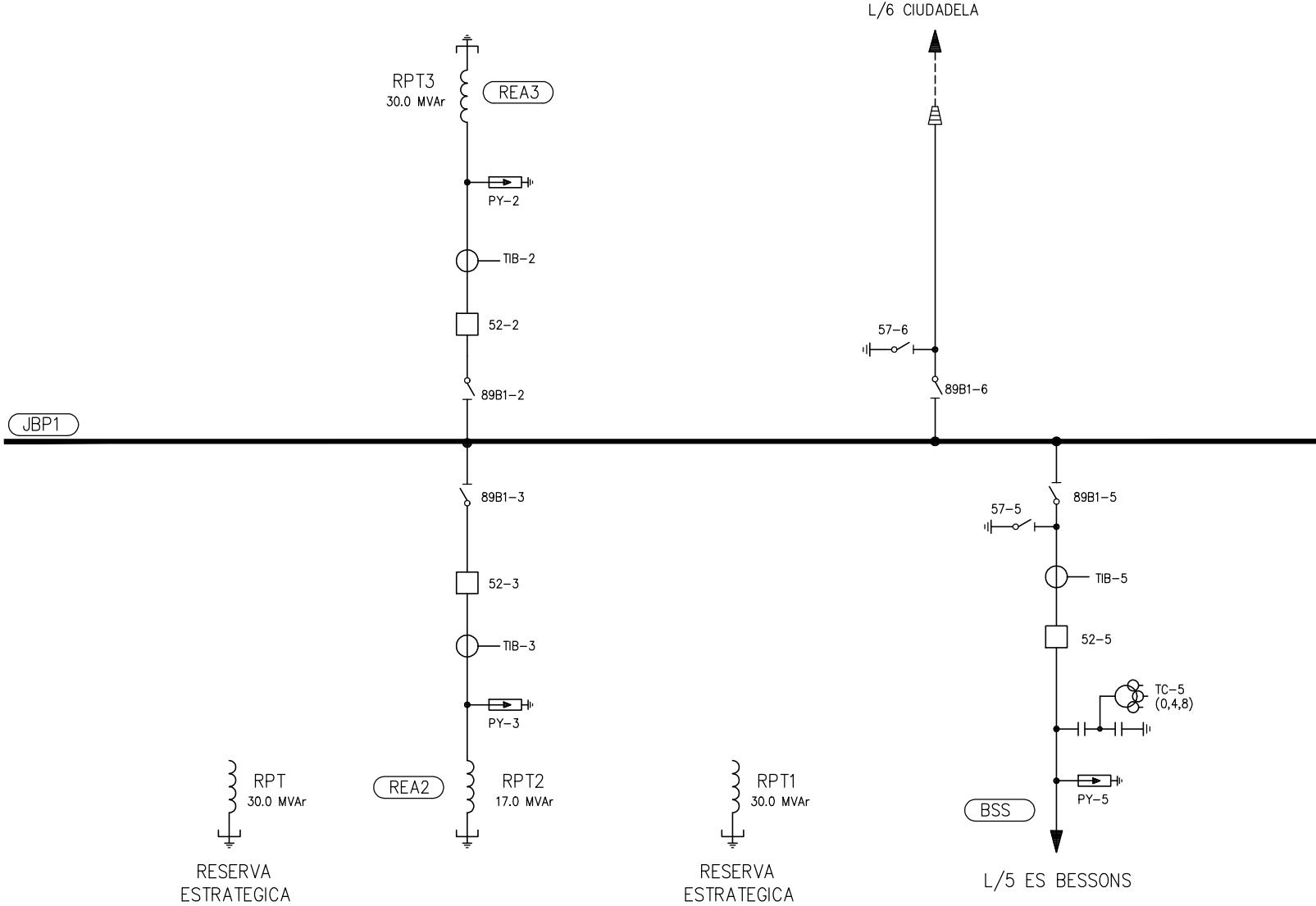
					PTA BY-PASS PROVIS. Y RESERVA FRIA (J-0822-L6937)	
REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA			INSTALACION SUBESTACION DE CALA MESQUIDA PARQUE DE 132 kV			Nº
PROYECTADO	07-18	J.D.C.E.	TITULO SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO			FORMATO: DIN A3
DIBUJADO	07-18	S.P.O.				ESCALA: S/E
COMPROBADO	07-18	J.D.C.E.				Nº
APROBADO POR R.E.E.	07-18	J.D.C.E.				P-MESB1003
						Rev.
						HOJA 1 SIGUE -

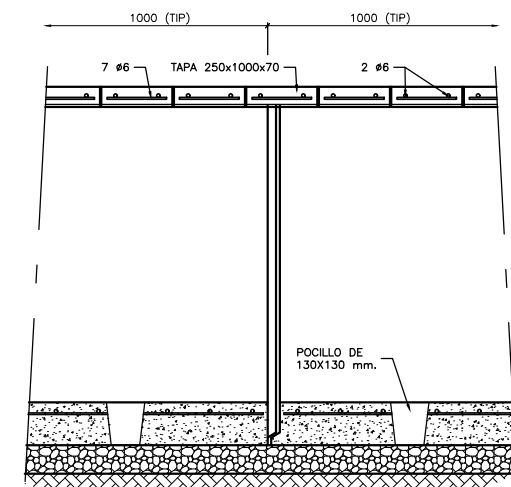
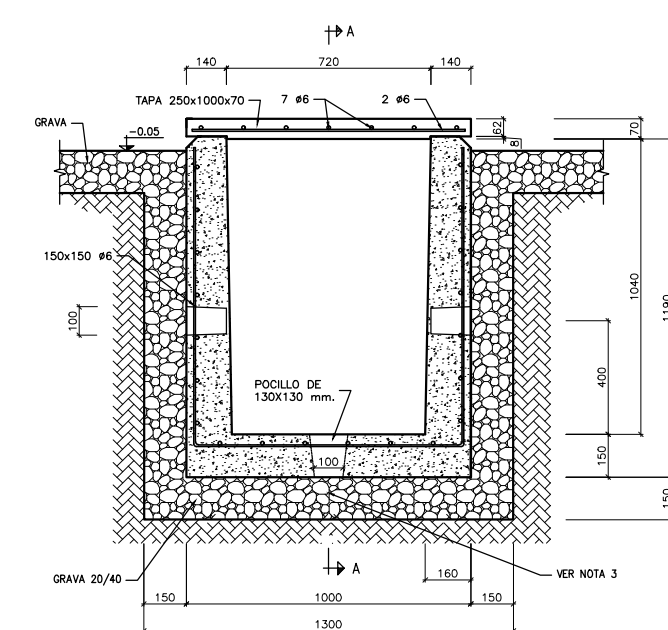
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso o este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidos salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

REV.	FECHA	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.	REV.	FECHA	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
B	SEP-18	J.D.C.E.	RESERVA FRIA REACTANCIA (J-0822-L6937)	J.D.C.E.					
A	02-18	J.D.C.E.	NUOVO PTA BY-PASS PROVISIONAL (J-0822-L6937)	J.D.C.E.					

FECHA	NOMBRE
PROYECTADO JUL-18	J.D.C.E.
DIBUJADO JUL-18	J.S.S.
COMPROBADO JUL-18	J.D.C.E.
APROBADO POR R.E.E. JUL-18	J.D.C.E.
ESCALA	

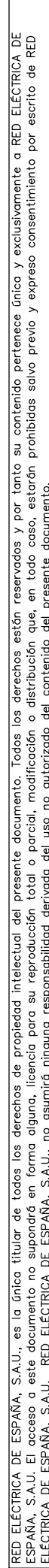
 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA		INSTALACION SUBSTACION DE CALA MESQUIDA PARQUE DE 132 kV		FORMATO: DIN A3	
TITULO		ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO		Nº	P-MESA3005
				HOJA	SIGUE
				Rev.	B





SECCIÓN CANAL DE CABLES

B	SEP-18	J.D.C.E.	J.S.S.	J.D.C.E.	RESERVA FRIA REACTANCIAS (J=0822-16937)	J.D.C.E.
A	O7-18	J.D.C.E.	J.S.S.	J.D.C.E.	NUEVO PTA BY-PASS PROVISIONAL (J=0822-16937)	J.D.C.E.
REVISIÓN	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
		INSTALACIÓN SUBESTACION DE CALA MESQUIDA PARQUE DE 132 kv				
					Nº	
					FORMATO:	
					ESCALA:	
					Nº	
					P-MESB1002	
					HQJA	1 SIGUIE
					Rev	

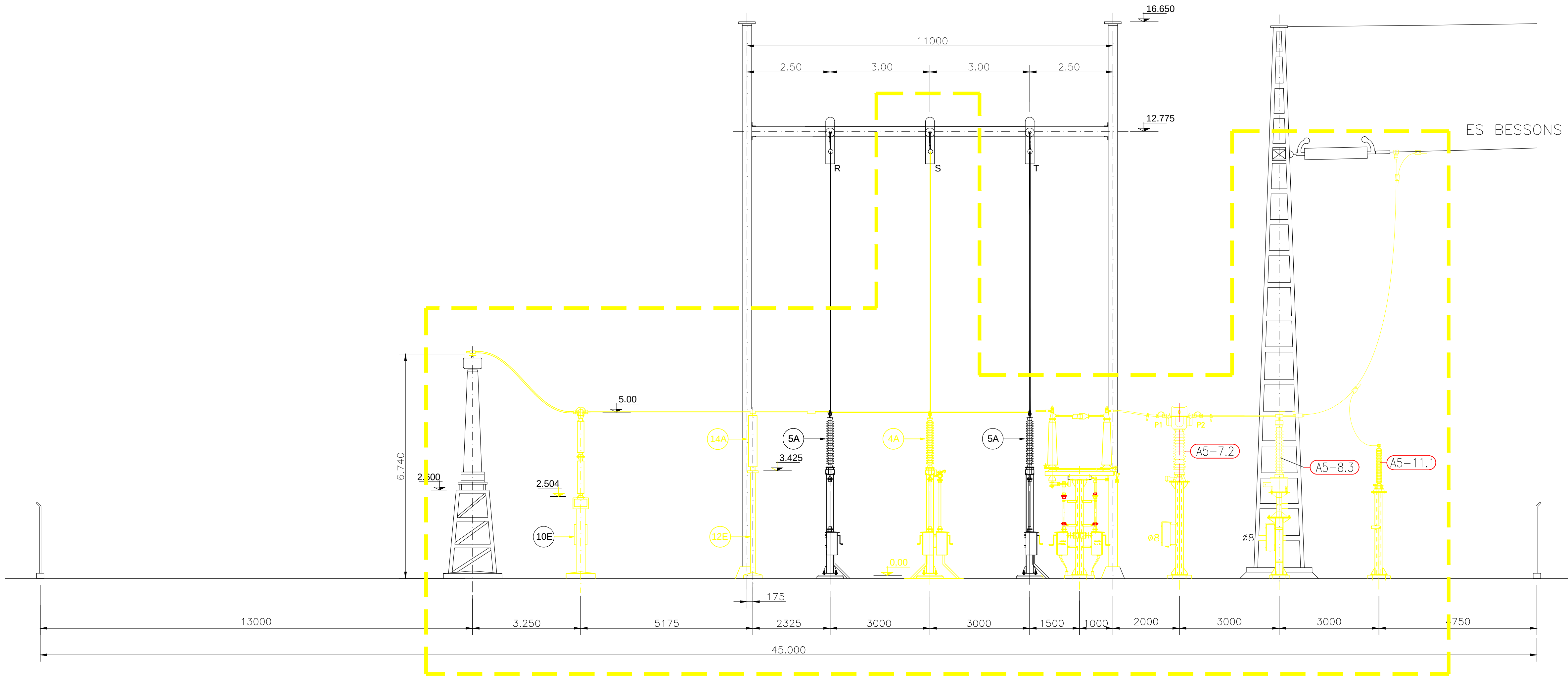
[illegible]



E. 1:100

MESB2012	PLANOS GENERALES. SECCIÓN A-A
MESB2013	PLANOS GENERALES. SECCIÓN B-B
MESB2014	PLANOS GENERALES. SECCIÓN C-C
MESB2015	PLANOS GENERALES. SECCIÓN D-D
RRVF A3050	ESPECIFICACION DE MATERIALES: APARELLAJE Y ESTRUCTURA

RELACION DE APARELLAJE PROYECTO N-1800-S0931					F	SEP-18	J.D.C.E.	J.S.S.	J.D.C.E.	RESERVA FRIA REACTANCIA (J-0822-16937)	J.D.C.E.	
CODIGO	POS.	CANT.	DENOMINACION	PLANO N°	OBSERVACIONES	E	07-18	J.D.C.E.	S.P.O.	J.D.C.E.	NUEVO PTA BY-PASS PROVISIONAL (J-0822-16937)	J.D.C.E.
1100850	A5-11.1	3	PARARRAYOS TIPO PEXIUM Q120-YY145 DE ABB	MESE2027	--	D	09-17	I.G.M.	J.O.S.	I.G.M.	CONFORME A LO CONSTRUIDO (PROYECTO N-1800-S0948)	D.M.I.
1100850	A5-8.3	3	TRANSFORMADOR DE TENSION CAPACITIVO TIPO DDB-145 LLF POLIMERICO DE ARTECHE	MESE2028 MESE2029	--	C	03-17	J.M.G.	J.M.G.	I.G.M.	PROYECTO N-1800-S0931	J.D.C.
1100850	A5-7.2	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD TIPO CA-145 LLF POLIMERICO DE ARTECHE	MESE2030 MESE2031	--	REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJAO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
RELACION DE Cajas Y ARMARIOS DE CENTRALIZACION PROYECTO N-1800-S0931						RED ELECTRICA DE ESPAÑA		INSTALACION SUBESTACION DE CALA MESQUIDA PARQUE DE 132 kV				
POS.	CANT.	DENOMINACION	PLANO N°	OBSERVACIONES				N°				
3010712	CC-01	1	CAJA DE CENTRALIZACION DE CIRCUITOS DE INTENSIDAD	MESM63051	--	FECHA	NOMBRE	TITULO		FORMATO:	A1	
3010714	CC-02	1	CAJA DE CENTRALIZACION DE CIRCUITOS DE TENSION (RES FASES)	MESM63050	--	PROYECTADO	03-17	J.M.G.	ESCALA:		1:100	
3010711	CC-04	1	CAJA DE CENTRALIZACION CIRCUITOS DE CONTROL Y FUERZA	MESM63053	--	DIBUJADO	03-17	J.M.G.	PLANTA GENERAL INSTALACIONES			
3109531	CC-04/SE	1	CAJA DE CENTRALIZACION CIRCUITOS DE CONTROL Y FUERZA	MESM63052	--	COMPROBADO	03-17	I.G.M.	SITUACION FUTURA			
						APROBADO POR R.E.E.	03-17	J.D.C.				

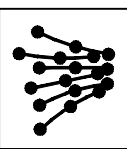


SECCIÓN A-A. MONTAJE
E. 1:100

- LOS EQUIPOS REPRESENTADOS  ESTAN INCLUIDOS EN EL PROYECTO N-1800-S0931.

- NOTAS:
- 1.- DIMENSIONES EN MILÍMETROS Y ELEVACIONES EN METROS.
 - 2.- PARA SIMBOLOGÍA Y CUADROS DE POSICIONES, VER PLANO MESB2011 PLANTA GENERAL DE INSTALACIONES.

PLANOS DE REFERENCIA:  PROYECTO J-0822-L6937 RRVF A3010
MESB2011 PLANTA GENERAL DE INSTALACIONES.

F	09-17	I.G.M.	J.O.S.	I.G.M.	CONFORME A LO CONSTRUÍDO (PROYECTO N-1800-S0948)	D.M.L.
E	03-17	J.M.G.	J.M.G.	I.G.M.	PROYECTO N-1800-S0931	J.D.C.
REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
		RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA			INSTALACION SUBSTACION DE CALA MESQUIDA PARQUE DE 132 kV	
					Nº	.
PROYECTADO		FECHA	NOMBRE	TITULO PLANTAS Y ALZADOS DE 132 kV MONTAJE DE APARELLAJE Y ESTRUCTURA SECCIÓN A-A SITUACION ACTUAL		FORMATO: A2
DIBUJADO		03-17	J.M.G.			ESCALA: 1:100
COMPROBADO		03-17	I.G.M.			Nº P-MESB2012
APROBADO POR R.E.E.		03-17	J.D.C.			F Rev.
HOJA		01	SIGUE			-

[illegible]

SECTION A-A

FAUX 4

SECTION A-A
FASE 0

PROYECTO
J-0822-L6937

- LOS EQUIPOS REPRESENTADOS () ESTAN INCLUIDOS EN EL PROYECTO N-1800-S0931.

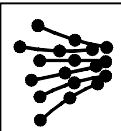
NOTAS:

- 1.- DIMENSIONES Y ELEVACIONES EN METROS.
- 2.- PARA SIMBOLOGÍA Y CUADROS DE POSICIONES, VER PLANO MESB2011 PLANTA GENERAL DE INSTALACIONES.

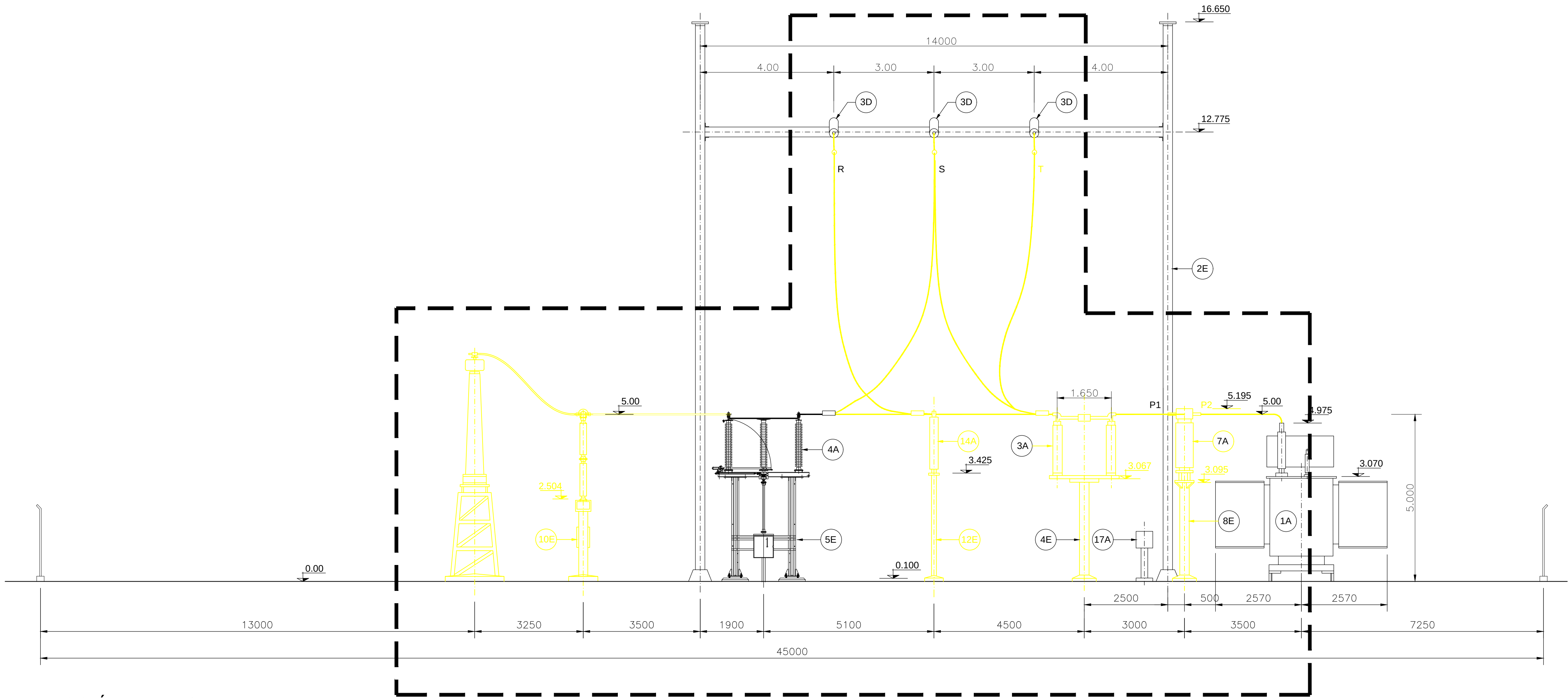
PLANOS DE REFERENCIA:

RRVF A3010

MESB2011 PLANTA GENERAL DE INSTALACIONES.

H	SEP-18	J.D.C.E.	J.S.S.	J.D.C.E.	RESERVA FRIA REACTANCIA (J-0822-L6937)	J.D.C.E.
G	02-18	J.D.C.E.	S.P.O.	J.D.C.E.	NUEVO PTA BY-PASS PROVISIONAL (J-0822-L6937)	J.D.C.E.
F	09-17	I.G.M.	J.O.S.	I.G.M.	CONFORME A LO CONSTRUIDO (PROYECTO N-1800-S0948)	D.M.L.
E	03-17	J.M.G.	J.M.G.	I.G.M.	PROYECTO N-1800-S0931	J.D.C.
REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA			INSTALACION SUBSTACION DE CALA MESQUIDA PARQUE DE 132 kv			
						Nº
	FECHA	NOMBRE	TITULO PLANTAS Y ALZADOS DE 132 kv MONTAJE DE APARELLAJE Y ESTRUCTURA SECCION A-A - SITUACION FUTURA			FORMATO: A2
PROYECTADO	03-17	J.M.G.				ESCALA: 1:200
DIBUJADO	03-17	J.M.G.				
COMPROBADO	03-17	I.G.M.				
APROBADO POR R.E.E.	03-17	J.D.C.				
			Nº	P-MESB2012		H Rev
			HOJA	01	SIGUE	-

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece íntegramente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supone en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



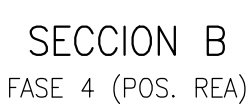
SECCIÓN B-B. MONTAJE
E. 1:100

NOTAS:
1.- DIMENSIONES EN MILÍMETROS Y ELEVACIONES EN METROS.

PROYECTO
J-0822-L6937

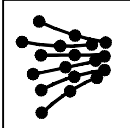
PLANOS DE REFERENCIA:
MESB2011 PLANTA GENERAL DE INSTALACIONES. RRVF A3020

F	09-17	I.G.M.	J.O.S.	I.G.M.	CONFORME A LO CONSTRUIDO (PROYECTO N-1800-S0948)	D.M.L.
E	03-17	J.M.G.	J.M.G.	I.G.M.	PROYECTO N-1800-S0931	J.D.C.
REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
		INSTALACION SUBESTACION DE CALA MESQUIDA PARQUE DE 132 kV				
		Nº			.	
	FECHA	NOMBRE	TITULO PLANTAS Y ALZADOS DE 132 kV MONTAJE DE APARELLAJE Y ESTRUCTURA SECCIÓN B-B - SITUACION ACTUAL			FORMATO: A2
PROYECTADO	03-17	J.M.G.				ESCALA: 1:100
DIBUJADO	03-17	J.M.G.				Nº P-MESB2013
COMPROBADO	03-17	I.G.M.				F
APROBADO POR R.E.E.	03-17	J.D.C.				HOJA 01 SIGUE -

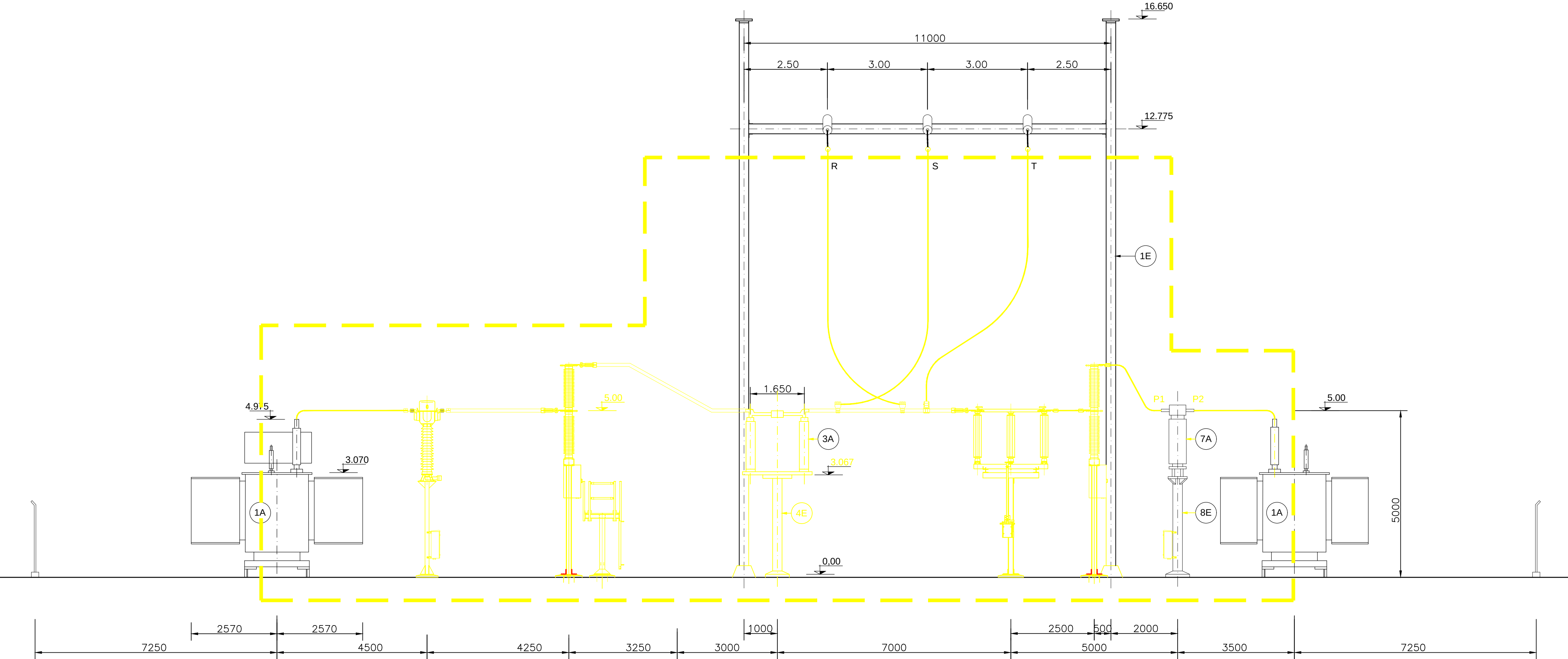


1.- DIMENSIONES Y ELEVACIONES EN METROS.

MESB2011 PLANTA GENERAL DE INSTALACIONES.

H	SEP-18	J.D.C.E.	J.S.S.	J.D.C.E.	RESERVA FRIA REACTANCIAS (J=0822-L6937)	J.D.C.E.
G	07-18	J.D.C.E.	S.P.O.	J.D.C.E.	NUEVO PTA BY-PASS PROVISIONAL (J=0822-L6937)	J.D.C.E.
F	09-17	I.G.M.	J.O.S.	I.G.M.	CONFORME A LO CONSTRUIDO (PROYECTO N-1800-S0948)	D.M.L.
E	03-17	J.M.G.	J.M.G.	I.G.M.	PROYECTO N-1800-S0931	J.D.C.
REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
		INSTALACION SUBESTACION DE CALA MESQUIDA PARQUE DE 132 kV				
					Nº	RRVF A3020
FECHA	NOMBRE	TITULO	FORMATO: A2			
PROYECTADO	05-13	L.I.M.	PLANTAS Y ALZADOS DE 132 kV			
DIBUJADO	05-13	L.I.M.	SECCION B-B			
COMPROBADO	05-13	L.I.M.	SITUACION FUTURA			
APROBADO POR R.E.F.	05-13	D.M.L.	HOJA 1 SIGUE -			
			H Rev.			

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece íntegramente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supone en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

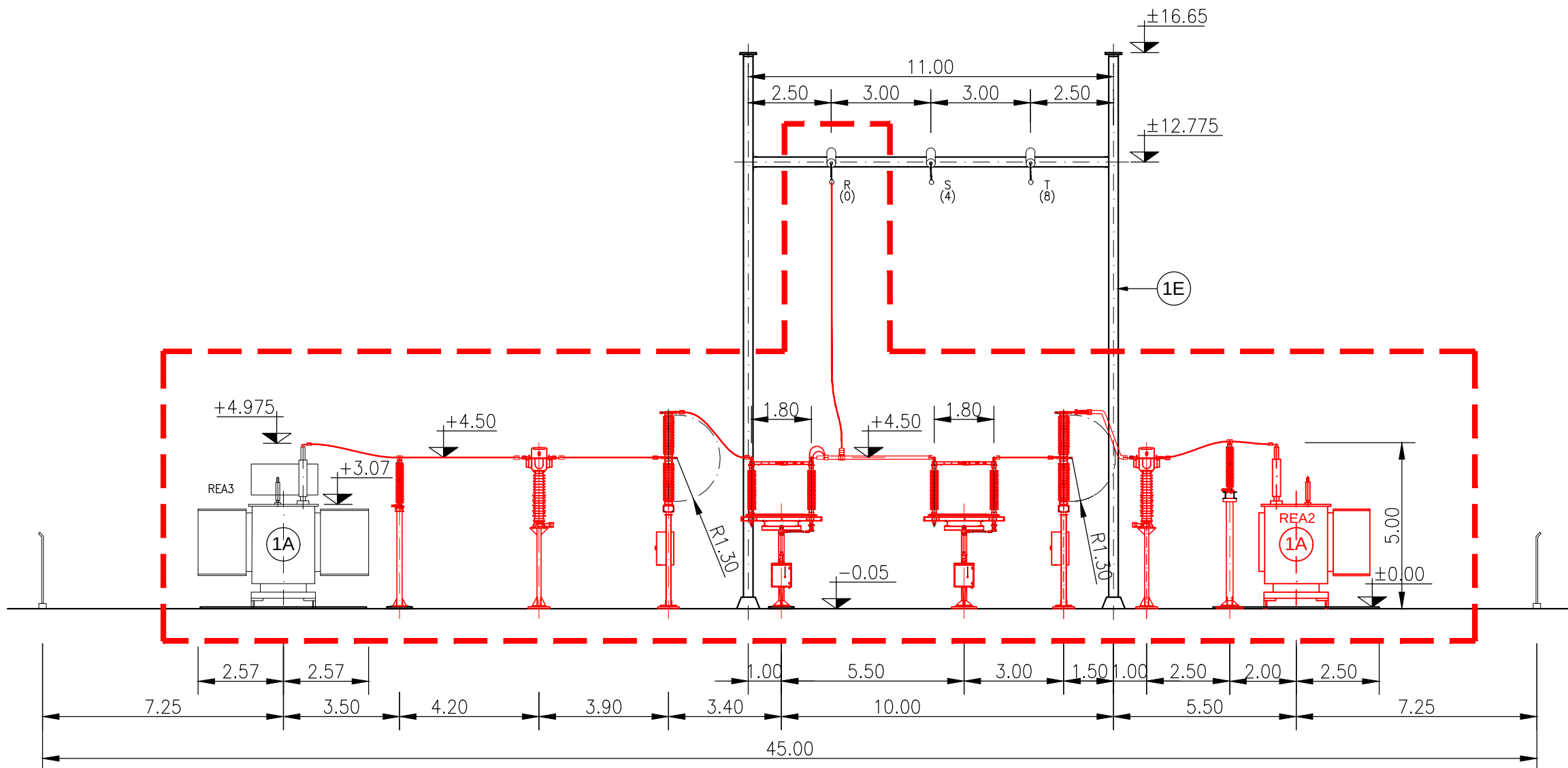


SECCION C-C

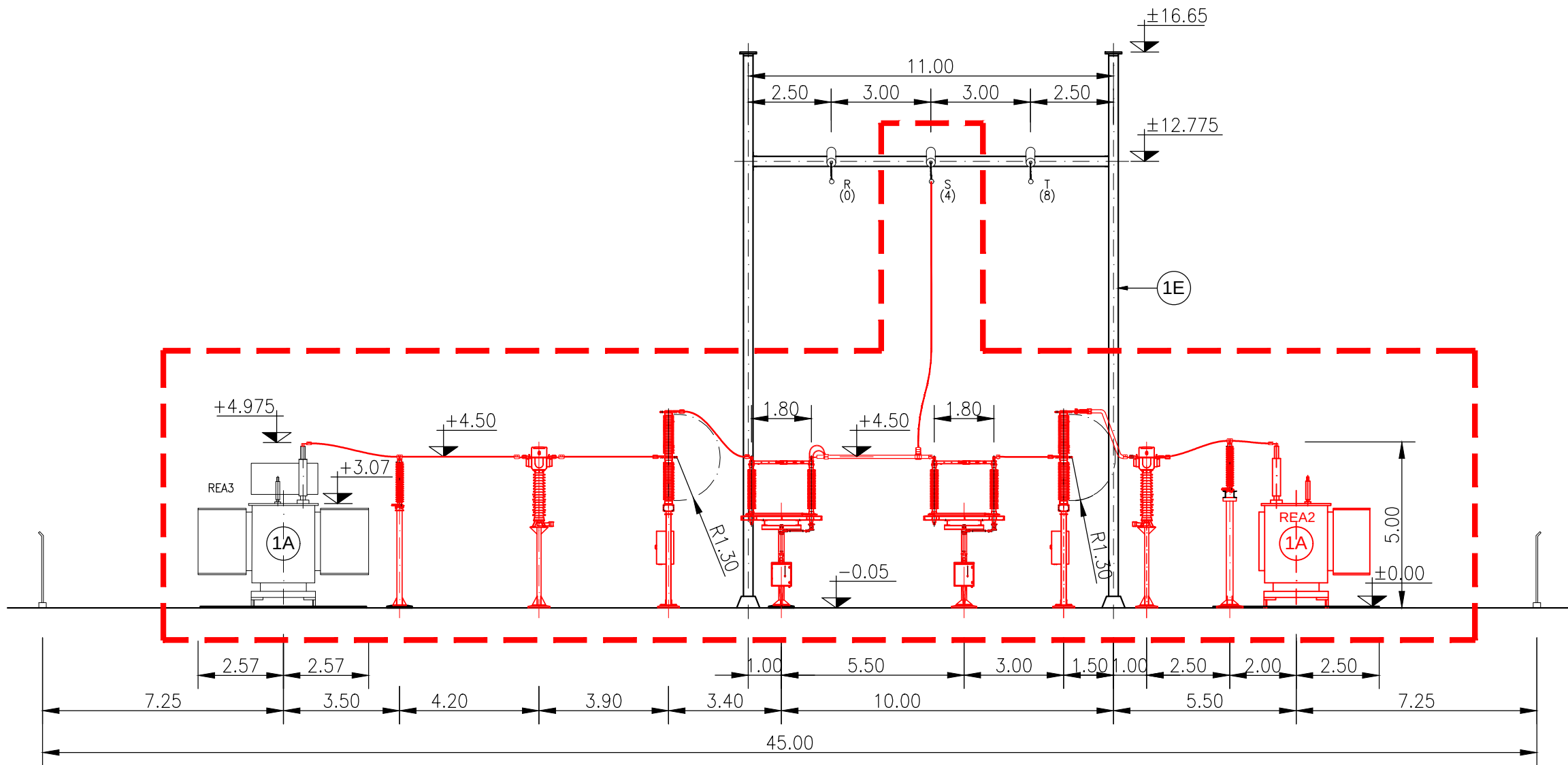
PROYECTO
J-0822-L6937

E	05-13	L.L.M.	L.L.M.	I.G.M.	PROYECTO N-1800-	D.M.L.
REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
		INSTALACION SUBSTACION DE CALA MESQUIDA PARQUE DE 132 kV				
					Nº	RRVF A3030
					FORMATO: A2	
					ESCALA: 1:100	
					Nº	P-MESB2014
					HOJA	1 SIGUE -
					E Rev.	

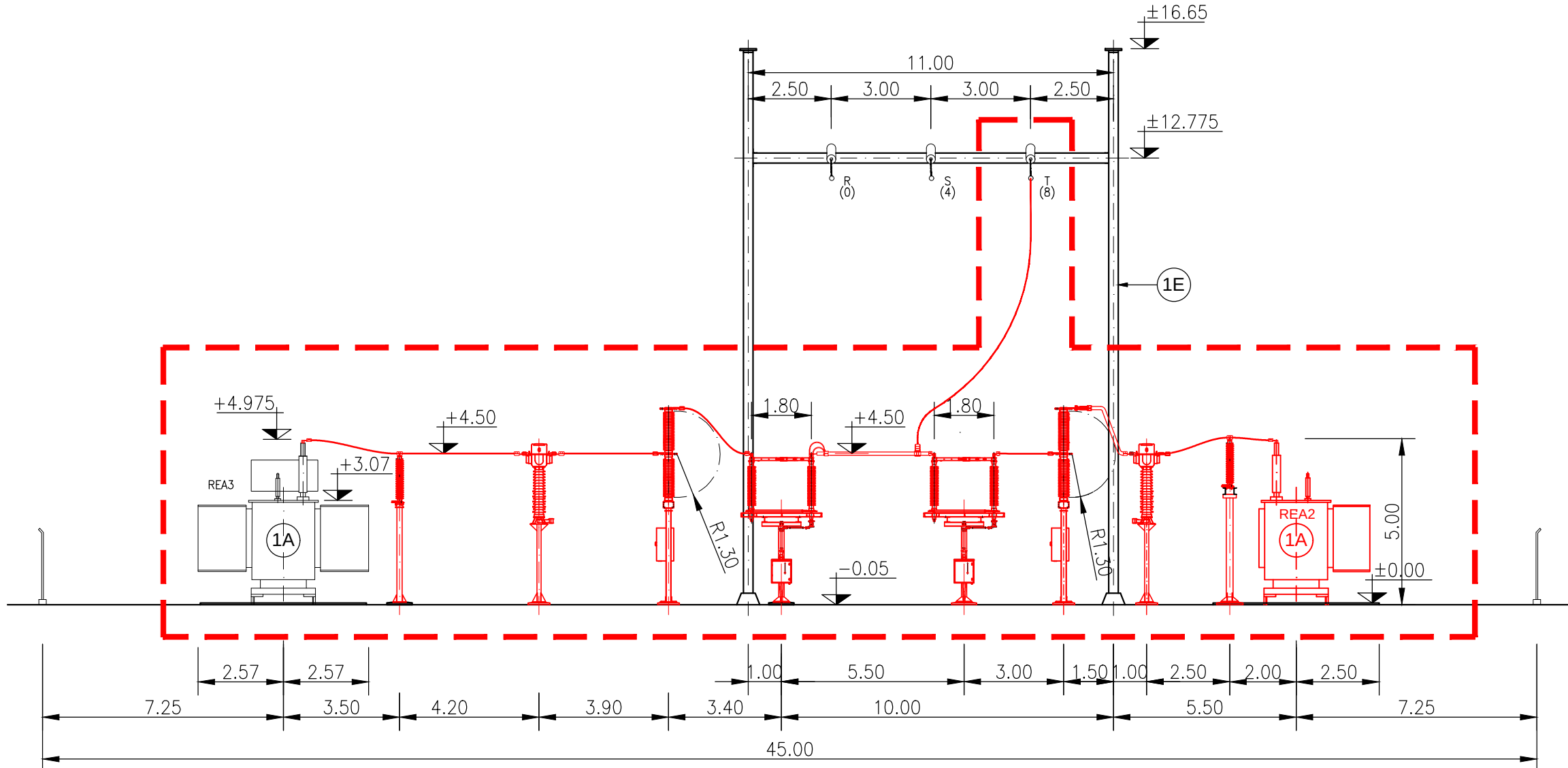
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supone en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidos salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



SECCION C-C
FASE 0

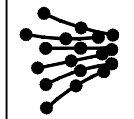


SECCION C-C
FASE 4



SECCION C-C
FASE 8

PROYECTO
J-0822-L6937

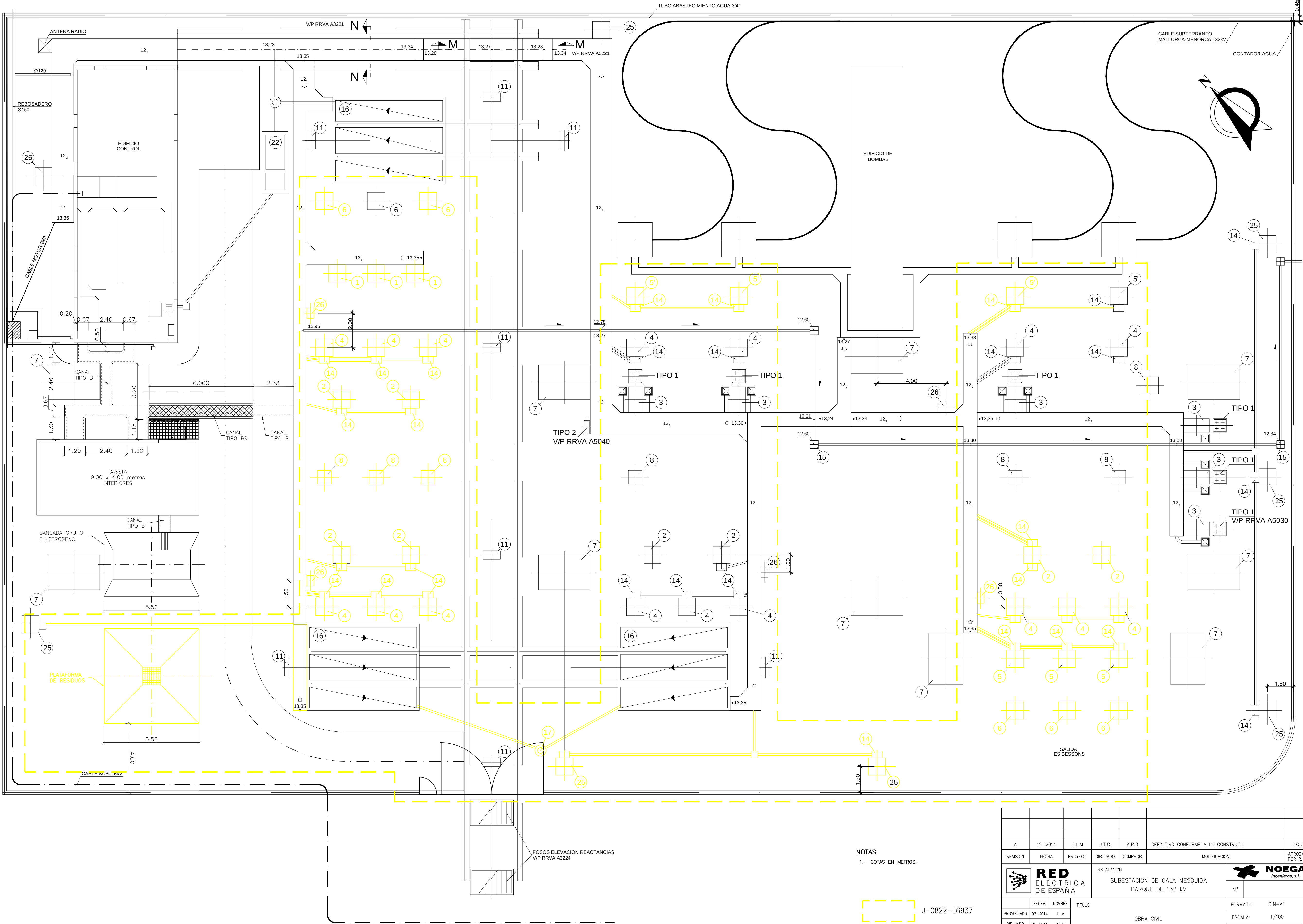
G	SEP-18	J.D.C.E.	J.S.S.	J.D.C.E.	RESERVA FRIA REACTANCIA (J-0822-L6937)		J.D.C.E.			
F	02-18	J.D.C.E.	S.P.O.	J.D.C.E.	NUEVO PTA BY-PASS PROVISIONAL (J-0822-L6937)		J.D.C.E.			
E	05-13	L.L.M.	L.L.M.	I.G.M.	PROYECTO N-1800-		D.M.L.			
REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION		APROBADO POR R.E.E.			
 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA			INSTALACION SUBESTACION DE CALA MESQUIDA PARQUE DE 132 kV							
						Nº	RRVF A3030			
	FECHA	NOMBRE	TITULO PLANTAS Y ALZADOS DE 132 kV SECCION C-C SITUACION FUTURA				FORMATO:	A2		
PROYECTADO	05-13	L.L.M.					ESCALA:	1:200		
DIBUJADO	05-13	L.L.M.					Nº	P-MESB2014	G Rev.	
COMPROBADO	05-13	L.L.M.					HOJA	1	SIGUE	-
APROBADO POR R.E.E.	05-13	D.M.L.								

J-0822-L6937

RED ELÉCTRICA ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y/o exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, reproducción o explotación económica de su contenido por parte de terceros. Queda expresamente prohibida cualquier explotación económica o uso no autorizado del contenido del presente documento.

RED ELÉCTRICA ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



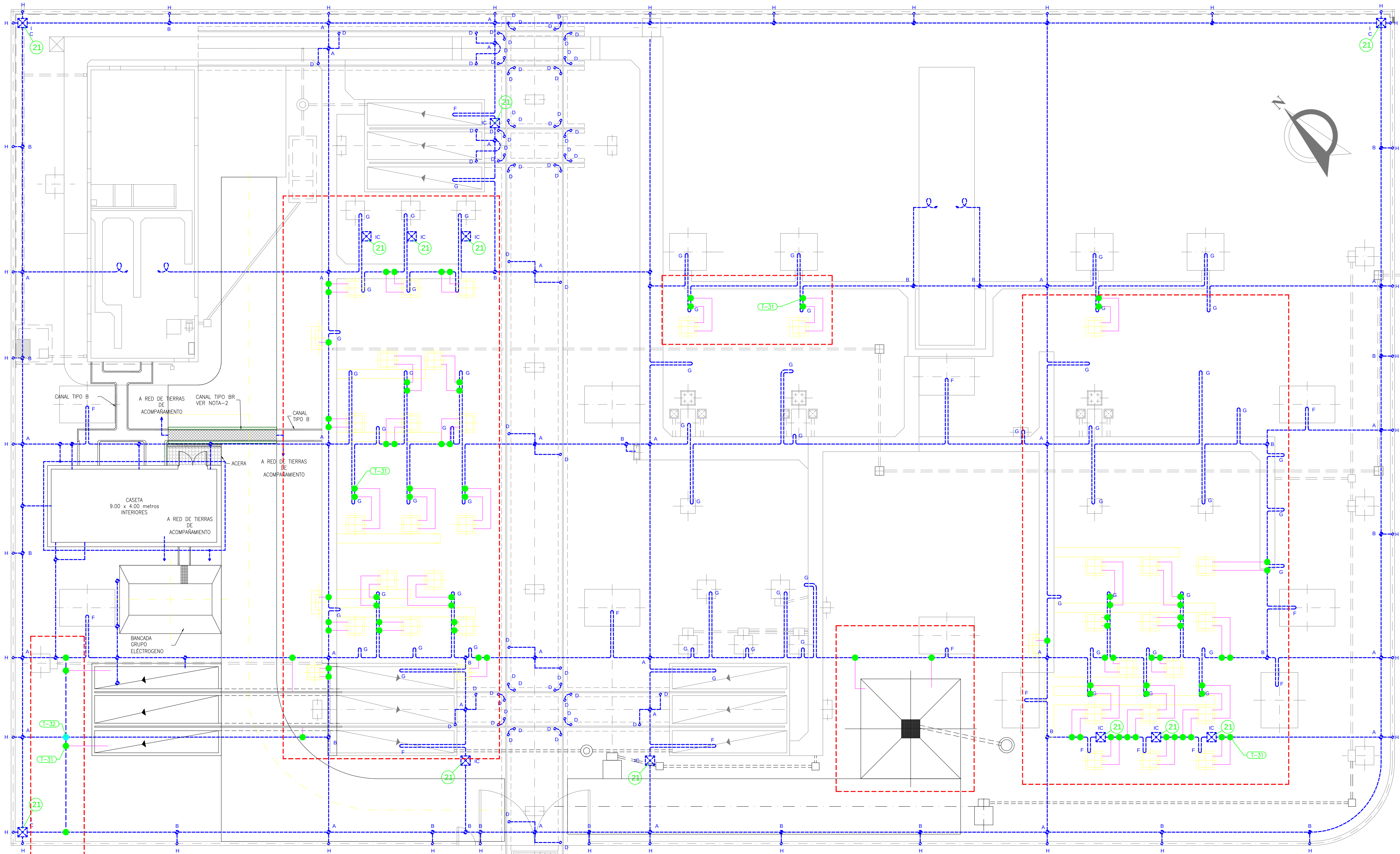


NOTAS
1.- COTAS EN METROS.

J-0822-L6937

A		12-2014	J.L.M.	J.T.C.	M.P.D.	DEFINITIVO CONFORME A LO CONSTRUÍDO	J.G.O.
REVISIÓN	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION		APROBADO POR R.E.
		FECHA		NOMBRE		TÍTULO	
PROYECTADO		02-2014		J.L.M.		OBRAS CIVIL	
DIBUJADO		02-2014		P.L.R.		CIMENTACIONES Y CANALES DE CABLES - PLANTA GENERAL	
COMPROBADO		02-2014		M.G.A.		SITUACION ACTUAL	
APROBADO POR R.E.		04-2014		A.M.G.			
INSTALACION		SUBESTACION DE CALA MESQUIDA		PARQUE DE 132 kV		Nº	
		FORMATO:		DIN-A1		ESCALA:	
						1/100	
		Nº		P-MESC5021		A	
		HOJA		SIGUE			

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido, patentes, marcas y exclusividad a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no permite ni autoriza la explotación económica de este documento. Toda reproducción o uso no autorizado sin el consentimiento expreso de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. quedará sujeta a las acciones legales correspondientes.



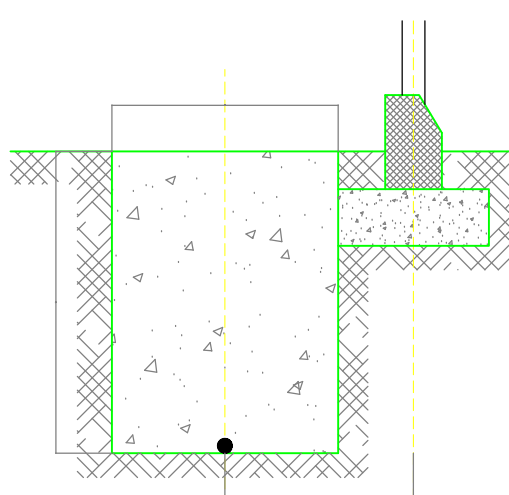
PLANTA GENERAL RED DE TIERRAS INFERIORES
E: 1:100

RELACION DE MATERIALES DEL PROYECTO DEL BY-PASS PROVISIONAL					
CODIGO/LOTE	POS.	CANT.	DENOMINACIÓN	OBSERVACIONES	SUMINISTRO
3050033	C-5	9.400	CABLE DE Cu DESNUDO DE 120mm² #14,2mm	--	--
--	T-31	85	SOLDADURA EXOTERMICA EN "T" PARA CABLES DE Cu DESNUDOS 120mm² (#14,2mm)	--	--
--	T-32	1	SOLDADURA EXOTERMICA EN CRUZ PARA CABLES DE Cu DESNUDOS 120mm² (#14,2mm)	--	--
--	--	--	LATIGUILLO DE CONEXION A LA RED GENERAL DE TIERRAS	COMPUTADO POR UNIDAD	--

NOTAS:
1. LA SITUACIÓN DE LAS CONEXIONES CON LA ESTRUCTURA EN CADA CIMENTACIÓN ES ORIENTATIVA. EN CADA PROYECTO SE HARÁN COINCIDIR CON EL LADO INDICADO EN LOS PLANOS DE MONTAJE DE CADA EQUIPO

PLANOS COMPLEMENTARIOS:

RRVF D1020 RED DE TIERRAS, DETALLE RED DE TIERRAS INFERIORES
RRVF D1030 ESPECIF. MAT.: TIERRAS INFERIORES



VER DETALLES DE ZANJA EN PLANO RRVV A3219
SECCIÓN A-A
E: 1:20

NOTAS:

- 1.- TODA LA RED DE TIERRAS SERÁ EJECUTADA CON CABLE DE Cu ELECTROLITICO DE 120 mm² Y ENTERRADA A 0,8 m
- 2.- LAS TAPAS DE LOS CANALES TIPO "BR" Y LAS ARQUETAS SE CONECTARÁN A LA RED DE TIERRA DE ACOMPAÑAMIENTO

(21) ARQUETA PIQUETA TIERRAS. V/P RRVV A3222

SÍMBOLOS

- SOLDADURA EXOTERMICA EN CRUZ O EN "T"
- CONEXION A ESTRUCTURA (LOS LATIGUILLOS IRÁN PROTEGIDOS CON TUBO CORRUGADO SENCILLO DE DIAMETRO MAYOR DE 20 mm)
- CONEXIONES CON LA MALLA PRINCIPAL CON CABLE DE Cu DE 120 mm² (SE REALIZARÁN DURANTE LOS TRABAJOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS):
 - DEBAJO DE CADA CIMENTACIÓN SE DEJARÁ UNA COCA POR CADA LATIGUILLO CON LONGITUD DE CABLE SUFICIENTE PARA CONECTAR A LA ESTRUCTURA CUANDO SE INSTALE LA MISMA
 - PARA LOS SOPORTES DE APARAMENTA SE DEJARÁN LATIGUILLOS DE 1.50 m DE LONGITUD EN LA CIMENTACIÓN.

PROYECTO J-0822-L6937					
D	12-2014	J.L.M.	J.T.C.	M.P.D.	DEFINITIVO CONFORME A LO CONSTRUIDO
C	02-2014	J.L.M.	P.L.R.	M.G.A.	OBRA CIVIL CASETA
F	SEP-18	J.D.C.E.	J.S.S.	J.D.C.E.	RESERVA FRIA REACTANCIA (J-0822-L6937)
E	07-18	J.D.C.E.	S.P.O.	J.D.C.E.	NUOVO PTA BY-PASS PROVISIONAL (J-0822-L6937)
REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION
APROBADO POR R.E.E.					
INSTALACION SUBESTACION DE CALA MESQUIDA PARQUE DE 132 kv					
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA					
NOEGA Ingenieros, S.L.					
FORMATO: DIN-A1					
ESCALA: 1/100					
Nº P-MESF1000 F Rev					
HOJA SIGUE					
TITULO TIERRAS PLANTA GENERAL DE TIERRAS INFERIORES SITUACION FUTURA					
FECHA PROYECTADO 02-2014 J.L.M. DIBUJADO 02-2014 P.L.R. COMPROBADO 02-2014 M.G.A. APROBADO POR R.E.E. 04-2014 A.M.G.					



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

BYPASS SUBESTACIÓN CALA MESQUIDA 132 kV

DOCUMENTO 4

PRESUPUESTO

Dirección de **Ingeniería y Medio Ambiente**
Dpto. **Ingeniería de Subestaciones**

julio de 2018



El presupuesto del presente proyecto incluye las partidas necesarias para el diseño y ejecución del proyecto. En este presupuesto no se incluyen otros costes incurridos para la final realización de la instalación, como son los costes de terrenos, licencias y tasas, costes financieros y costes de gestión y administración

1. PRESUPUESTO DESGLOSADO SUBESTACIÓN DE CALA MESQUIDA 132 kV (en euros)

1.1. Ingeniería de proyecto.....	105.000
1.1.1. Ingeniería	90.000
1.1.2. Tramitaciones	15.000
1.2. Materiales.....	1.953.873
1.2.1. Aparamenta y materiales de alta tensión.....	1.309.873
Interruptores.....	310.000
Seccionadores	134.000
Transformadores de medida.....	100.000
Embarrados y aisladores	15.000
Reactancia.....	750.873
1.2.2. Protecciones, control y comunicaciones	594.000
Bastidores, cuadros y convertidores.....	145.000
Sistemas de control.....	40.000
Sistemas de comunicación.....	30.000
Protecciones	235.000
Servicios auxiliares, baterías y alumbrado.....	40.000
Cables.....	34.000
1.2.3. Estructura metálica	120.000
1.3. Construcción.....	571.325
1.3.1. Obra civil de parque.....	210.000
1.3.2. Montaje electromecánico.....	200.000
1.3.3. Prueba y puesta en servicio	60.000
1.3.4. Servicios diversos.....	101.325
Servicios auxiliares de obra	2.200
Supervisión construcción	58.000
Almacenamiento y transporte	13.125
Seguridad/vigilancia	28.000

TOTAL PRESUPUESTO 1 2.630.198 euros



2. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL (en euros)

2.1 .Seguridad y salud laboral..... 8.179

TOTAL PRESUPUESTO 2.....8.179 euros

3. PRESUPUESTO TOTAL

3.1 .SUBESTACIÓN 2.630.198

3.2 SEGURIDAD Y SALUD LABORAL..... 8.179

TOTAL2.638.377 EUROS

El presupuesto total de la ampliación de la subestación CALA MESQUIDA 132 kV asciende a **2.638.377 EUROS**.

Madrid, julio de 2018

El Ingeniero industrial

Luis Cabezón López

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

BYPASS SUBESTACIÓN CALA MESQUIDA 132 kV

DOCUMENTO 5

ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS

Dirección de **Ingeniería y Medio Ambiente**
Dpto. **Ingeniería de Subestaciones**

julio de 2018



Índice

1.	OBJETO	3
2.	NORMATIVA VIGENTE	3
3.	METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS	4
4.	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN Y DATOS DE CÁLCULO	4
5.	RESULTADOS	9
6.	EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS	10
7.	CONCLUSIONES	10
8.	REFERENCIAS	11



1. OBJETO

El objeto de este estudio es estimar las emisiones de campo magnético en el exterior accesible por el público del parque de 132 kV AIS del proyecto tipo, con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

El estudio comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que por razón del funcionamiento de la subestación pueden alcanzarse en su entorno, y su evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente.

El cálculo se circunscribe al parque de 132 kV AIS del proyecto tipo según se observa en la figura 4.

2. NORMATIVA VIGENTE

El R.D. 337/2014 de 9 de mayo, recoge el “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión” (RAT). Este nuevo Reglamento limita los campos electromagnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión, remitiendo al R.D. 1066/2001.

El R.D. 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 las emisiones radioeléctricas”, adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas. Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100 μ T).

En el RAT, las limitaciones y justificaciones necesarias aparecen indicadas en las instrucciones técnicas complementarias siguientes:

1. ITC-RAT-14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR. 4.7: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
2. ITC-RAT-15. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR. 3.15: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
3. ITC-RAT-20. ANTEPROYECTOS Y PROYECTOS. 3.2.1: Memoria.

En relación al campo magnético generado por los transformadores de potencia, se aplica la norma UNE-CLC/TR 50453 IN de noviembre de 2008, “Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia”.

Aunque la medida de campos magnéticos no es objeto del presente documento, a continuación se indican las normas aplicables a la misma:

1. Norma UNE 20833 de abril de 1997: “Medida de los campos eléctricos a frecuencia industrial”.
2. Norma UNE-EN 62110 de mayo de 2013. “Campos eléctricos y magnéticos generados por sistemas de alimentación en corriente alterna. Procedimientos de medida de los niveles de exposición del público en general”.
3. Norma UNE-EN 61786-1 de octubre de 2014. “Medición de campos magnéticos en corriente continua, campos eléctricos y magnéticos en corriente alterna de 1 Hz a 100 kHz. Parte 1: Requisitos para los instrumentos de medida”.
4. Norma IEC 61786-2 de diciembre de 2014. “Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings. Part 2: Basic standard for measurements”.



3. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS

Para la elaboración del análisis del campo magnético, se ha desarrollado una aplicación que realiza la simulación y cálculo del campo magnético en los puntos deseados de la instalación y su entorno.

La aplicación desarrollada está realizada sobre Matlab/Octave. El cálculo está basado en un cálculo analítico (Biot y Savart de un segmento) realizado sobre el conjunto de conductores 3D de una subestación, discretizados a segmentos rectilíneos, y sobre un periodo de onda completo para obtener valores eficaces. Se tienen en cuenta los diferentes desfases entre fases o motivados por la presencia de un transformador. La misma metodología ha sido empleada con buenos resultados en otros estudios publicados [1],[2],[3].

A modo de validación de la aplicación se han calculado los ejemplos descritos en la Norma UNE-EN 62110, obteniéndose los mismos resultados que en dicha norma. El desarrollo de estos cálculos se recoge en el anexo a este documento.

El cálculo no tiene en cuenta el campo generado por los transformadores, sólo por los conductores. Esta simplificación no afecta de forma significativa a los resultados obtenidos según se indica en UNE-CLC/TR-50453. De igual forma, no se consideran los posibles apantallamientos debidos a pantallas de cables o envolventes de la aparamenta eléctrica, quedando el cálculo por el lado de la seguridad.

La entrada de datos de la aplicación es la topología en 3D del conjunto de conductores de la subestación, así como las corrientes que circulan por cada conductor. Las corrientes consideradas para el cálculo son las máximas previstas para cada posición (en especial de los transformadores) o tramo de ella, de forma que se obtiene el máximo campo magnético. El estado de carga máximo planteado es técnicamente posible de alcanzar, pero difícil que se produzca en realidad, y en todo caso durante un breve espacio de tiempo.

En ocasiones, debido a la topología de la instalación, no es posible determinar las corrientes por todos los tramos de las diferentes posiciones. Para estos casos se estiman las corrientes por dichos tramos que den lugar a los campos más desfavorables.

Los resultados obtenidos se presentan en los límites exteriores de la subestación accesibles por el público, considerándose para el cálculo una distancia de 0,2 m del vallado y a una altura de 1 m, según UNE-EN 62110. De igual forma, se facilita el cálculo del campo B en toda la superficie de la subestación a una altura de 1 m a efectos informativos.

4. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN Y DATOS DE CÁLCULO

El parque de 132 kV AIS del proyecto tipo tiene las siguientes características:

Nivel de 132 kV.

- Tipo Intemperie convencional
- Topología Doble barra
- Posiciones de línea 4
- Posiciones de barras 2
- Posiciones de acoplo 1
- Superficie aprox. del parque 6505 m²

En el estado de carga considerado, las líneas 1 y 2 se conectan a la barra 1 y aportan su máxima potencia. El acoplamiento está cerrado. Las líneas 3 y 4 se conectan a la barra 2 y evacuan su potencia máxima.

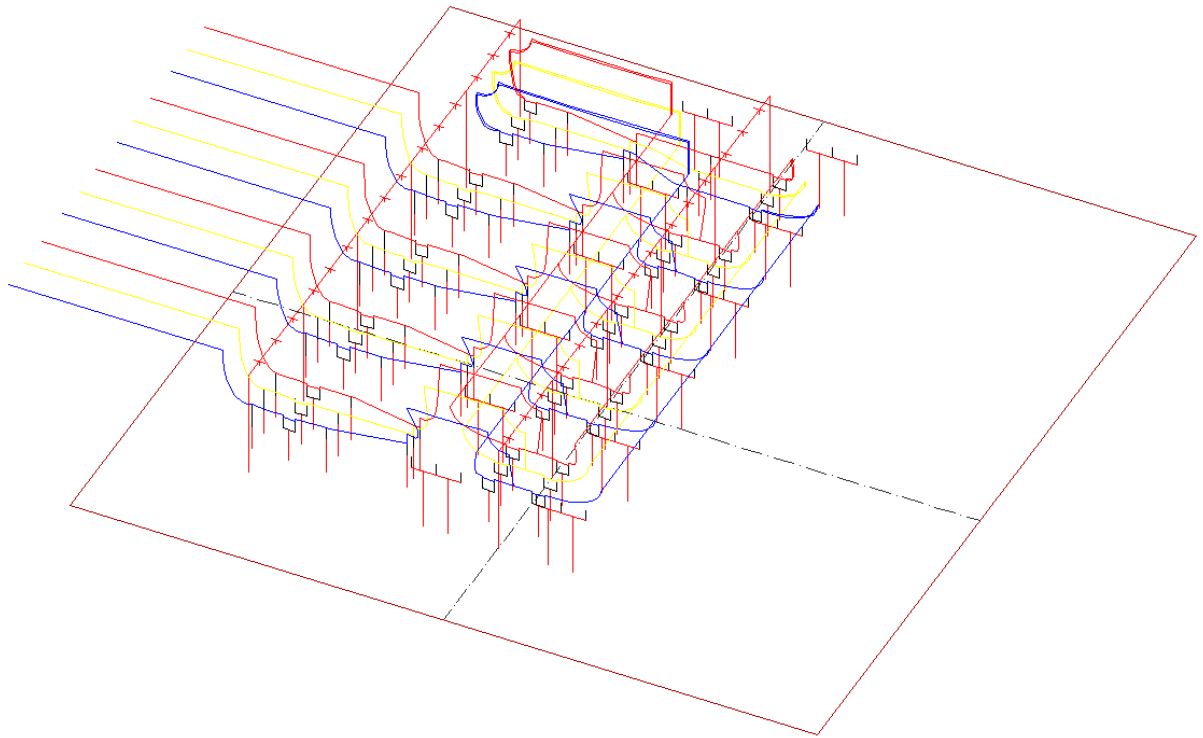


Fig 1: Modelo 3D de los cables de la instalación.

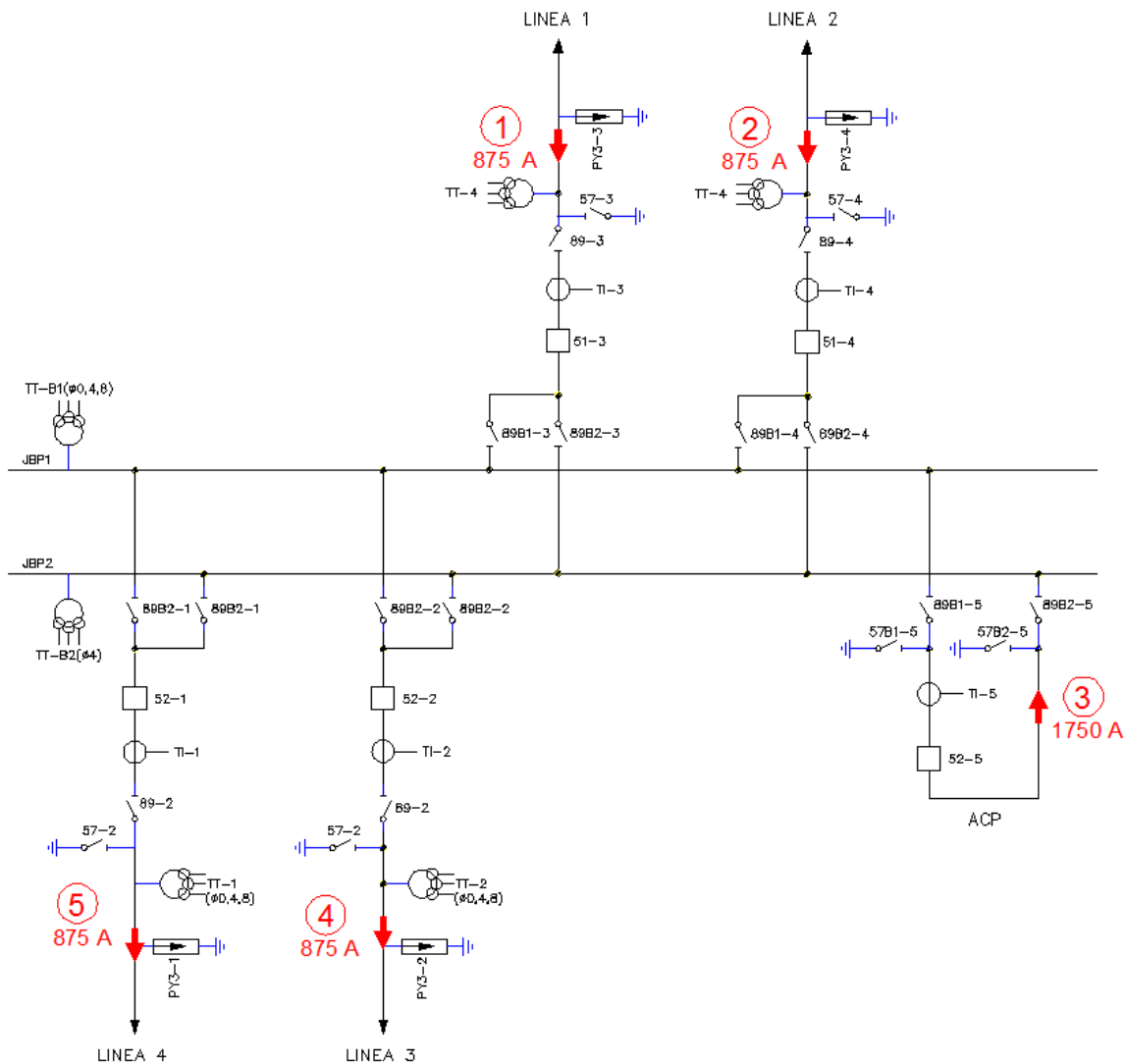


Fig 2: Unifilar con intensidades consideradas

Las intensidades consideradas para el cálculo del campo magnético son las siguientes:

POSICIÓN O TRAMO	REF.	INTENSIDAD (A)	FASE (°)	TIPO
LÍNEA 1	1	875 ₍₁₎	0	Trifásica equilibrada
LÍNEA 2	2	875 ₍₁₎	0	Trifásica equilibrada
UNIÓN DE BARRAS	3	1750	0	Trifásica equilibrada
LÍNEA 4	4	875 ₍₁₎	0	Trifásica equilibrada
LÍNEA 3	5	875 ₍₁₎	0	Trifásica equilibrada

(1) Intensidad correspondiente a la capacidad de transporte máxima de la línea, 200 MVA.

El Real Decreto 1066/2001 aconseja tomar medidas que limiten las radiaciones de campo eléctrico y magnético. En el caso que nos ocupa, las distancias existentes entre los equipos eléctricos y el cierre de la



instalación, permiten reducir los niveles de exposición al público en general por debajo de los límites establecidos en el Real Decreto.

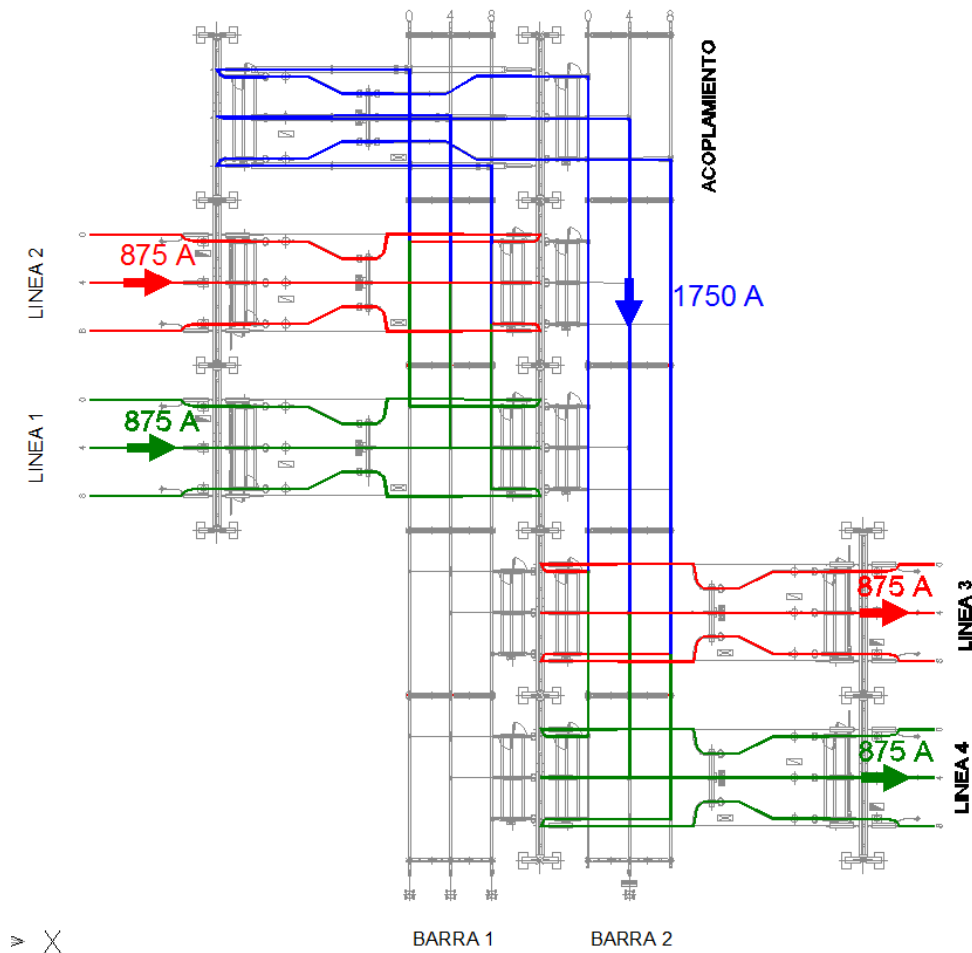


Fig 3: Intensidades estimadas para cálculo de campo magnético

Para la introducción de la topología del parque se ha partido de los planos de planta general del parque y cortes de las calles, así como la potencia de los transformadores y potencia máxima de las líneas.

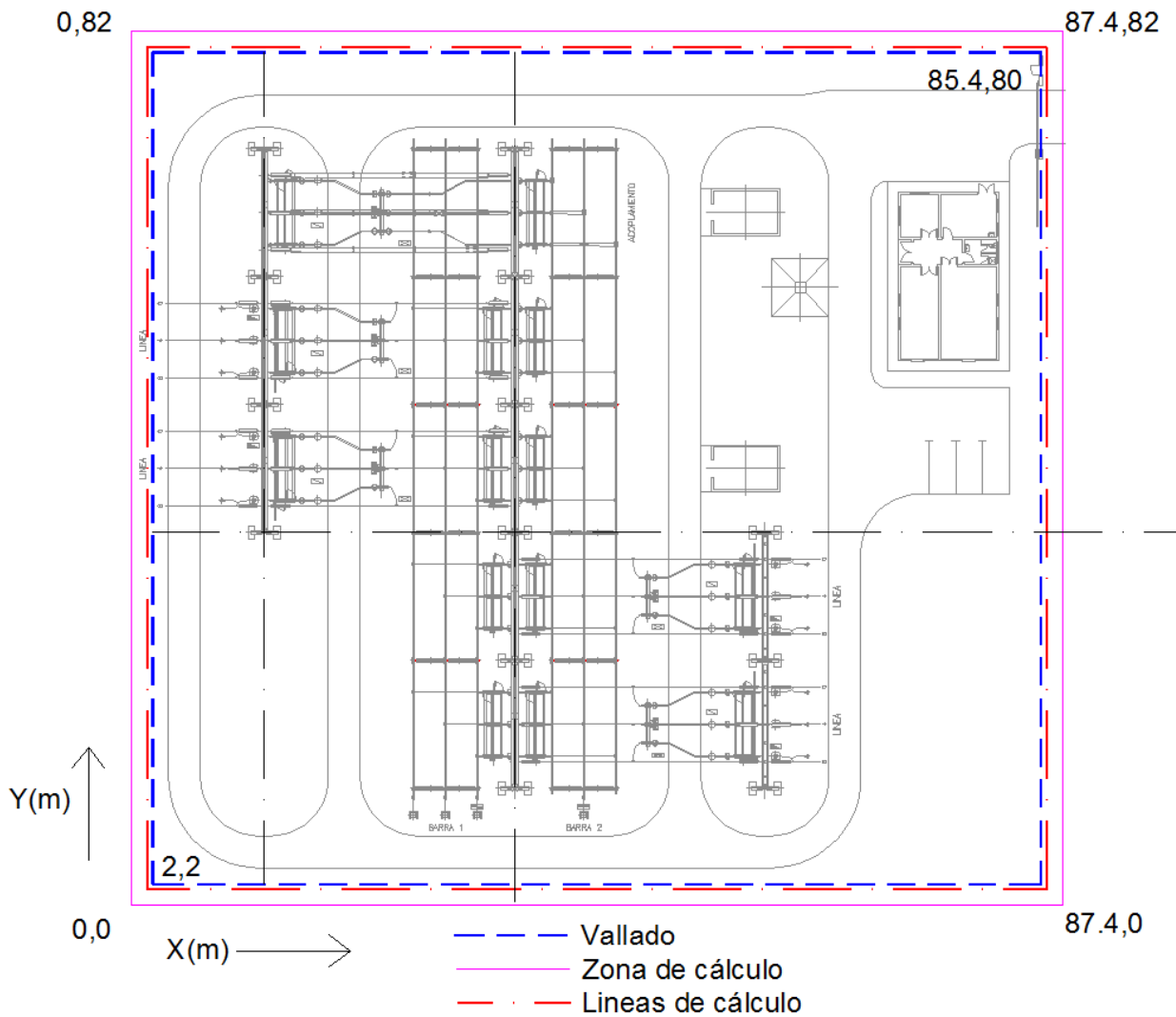


Fig 4: Vallado y zonas límite del cálculo



5. RESULTADOS

La simulación del campo magnético ha sido realizada con el estado de carga indicado anteriormente, estado de carga máximo realizable. Por tanto, los valores de campo magnético calculados y representados serán superiores a los que se producirán durante el funcionamiento habitual de la subestación.

Se ha obtenido el campo magnético en el parque de 132 kV, a 1 metro de altura del suelo. Los resultados obtenidos se representan tanto en el límite exterior del parque de 132 kV. (requerimiento reglamentario) como en el interior del mismo.

Se han presentado los resultados del campo magnético en el exterior del vallado del parque a una distancia de **0.2 m** del mismo, según las líneas de cálculo de la figura 4.

Los valores más elevados de campo en el exterior se producen en la zona de entrada de las líneas de 132 kV, siendo de **12.21 μ T**.

Los resultados se incluyen en el plano "CAMPO MAGNÉTICO A 1 m. SOBRE EL SUELO".

En las figuras siguientes se representa, como resumen, el campo magnético en los puntos de intersección de una cuadrícula de 21 x 21, correspondiendo a un separación de 4.37 x 4.1m. La resolución utilizada para el cálculo es de 0.2 m.

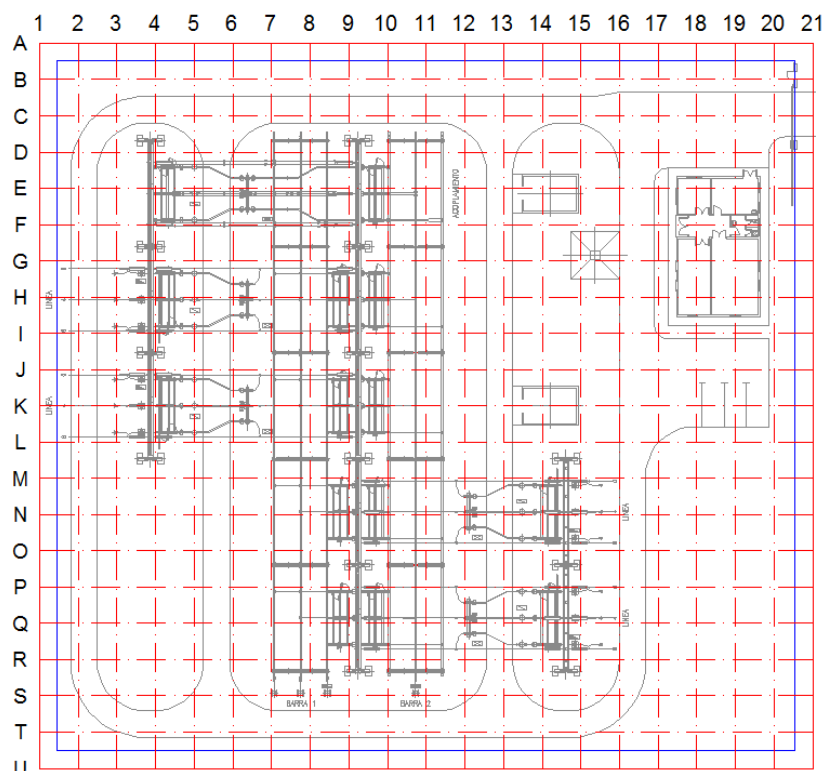


Fig 5: Cuadrícula para resumen de los resultados



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
A	1,91	2,11	2,52	3,14	3,65	3,71	3,43	3,08	2,70	2,23	1,74	1,30	0,96	0,73	0,60	0,54	0,52	0,52	0,53	0,54	0,55
B	2,23	2,54	3,23	4,35	5,25	5,33	4,84	4,32	3,77	3,02	2,24	1,57	1,08	0,77	0,61	0,55	0,54	0,55	0,56	0,58	0,59
C	3,03	3,70	5,50	8,96	11,58	11,59	10,39	9,66	8,58	6,30	4,10	2,47	1,41	0,85	0,62	0,56	0,57	0,61	0,64	0,66	0,68
D	4,04	5,22	9,38	20,03	27,39	26,36	25,31	28,80	28,00	18,06	9,30	4,34	1,96	0,96	0,60	0,56	0,62	0,68	0,73	0,78	0,80
E	5,18	6,11	12,94	38,75	55,96	46,31	55,85	85,06	86,05	56,71	22,60	8,08	3,08	1,32	0,69	0,61	0,69	0,79	0,87	0,93	0,97
F	6,78	5,78	7,14	34,13	51,56	37,89	48,07	84,56	94,35	79,63	43,47	15,68	5,56	2,25	1,07	0,78	0,85	0,97	1,07	1,14	1,19
G	9,37	9,40	10,54	23,97	31,48	28,40	26,72	36,61	48,97	61,10	51,90	23,81	8,66	3,48	1,65	1,13	1,14	1,26	1,37	1,45	1,51
H	10,95	12,82	21,05	33,14	34,54	24,24	20,96	32,95	42,81	50,36	46,88	25,47	10,47	4,51	2,31	1,65	1,61	1,71	1,83	1,91	1,97
I	9,80	10,65	16,22	26,59	27,61	17,57	21,15	31,68	37,55	45,22	43,59	25,24	11,20	5,25	3,04	2,40	2,35	2,44	2,53	2,61	2,66
J	8,83	8,44	8,71	16,42	17,34	10,24	20,94	38,64	39,76	43,29	41,99	24,99	11,54	5,93	4,09	3,62	3,56	3,59	3,64	3,68	3,70
K	10,75	12,51	21,35	34,96	37,46	26,54	18,92	28,88	33,87	41,51	41,74	25,01	11,93	7,16	6,05	5,77	5,58	5,44	5,35	5,31	5,29
L	11,47	13,87	21,60	31,83	33,52	23,76	15,06	14,82	23,47	36,62	40,13	25,33	14,03	11,06	10,41	9,64	8,72	8,10	7,78	7,61	7,53
M	9,38	10,47	12,04	13,46	13,06	9,85	7,67	10,47	18,19	30,12	37,21	29,21	27,56	26,90	21,71	15,28	12,00	10,75	10,21	9,94	9,79
N	6,49	6,69	6,75	6,65	6,11	4,94	4,37	8,11	22,00	38,07	37,22	34,69	43,22	42,30	31,02	17,02	12,57	11,33	10,78	10,47	10,30
O	4,37	4,33	4,21	4,00	3,65	3,13	2,80	4,06	12,76	24,47	23,02	16,38	22,49	23,27	16,44	11,06	10,33	9,67	9,20	8,90	8,73
P	3,04	2,96	2,85	2,70	2,51	2,30	2,23	2,24	5,71	8,69	12,88	17,60	24,25	23,78	16,31	10,81	10,15	9,53	9,08	8,80	8,64
Q	2,22	2,15	2,06	1,96	1,86	1,81	2,13	4,19	13,51	22,36	18,64	26,42	40,65	41,27	30,46	16,55	12,22	11,10	10,62	10,36	10,21
R	1,69	1,63	1,57	1,50	1,43	1,43	1,71	3,35	9,66	16,66	10,78	8,54	21,79	25,72	21,18	14,79	11,70	10,60	10,16	9,93	9,82
S	1,33	1,29	1,24	1,19	1,14	1,13	1,27	2,13	4,80	7,35	5,92	3,87	7,12	9,18	9,46	9,18	8,56	8,08	7,82	7,69	7,62
T	1,08	1,05	1,02	0,98	0,95	0,94	1,03	1,45	2,42	3,26	3,04	2,65	3,48	4,43	5,03	5,42	5,54	5,51	5,45	5,41	5,39
U	0,89	0,88	0,86	0,84	0,82	0,82	0,88	1,08	1,43	1,73	1,79	1,86	2,22	2,69	3,11	3,43	3,63	3,73	3,77	3,79	3,80

Fig 6: Valores de campo magnético en microteslas en los puntos de intersección de la cuadrícula de la figura 5. Los valores recuadrados son los más cercanos al vallado del parque.

6. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

De acuerdo con el Resumen informativo elaborado por el Ministerio de Sanidad y Consumo con fecha 11 de Mayo de 2001, a partir del informe técnico realizado por un Comité pluridisciplinar de Expertos Independientes en el que se evaluó el riesgo de los campos electromagnéticos sobre la salud humana, se puede concretar que para los niveles de campo magnético que se generan en el parque de 132 kV AIS del proyecto tipo, no se ocasionan efectos adversos para la salud, ya que son unos niveles de radiación muy inferiores a las 100 μ T., límite preventivo para el cual, se puede asegurar que no se ha identificado ningún mecanismo biológico que muestre una posible relación causal entre la exposición a estos niveles de campo electromagnético y el riesgo de padecer alguna enfermedad, en concordancia así mismo, con las conclusiones de la Recomendación del Consejo de Ministros de Salud de la Unión Europea (1999/519/CE), relativa a la exposición del público a campos electromagnéticos de 0 Hz a 300 GHz, cuya transcripción al ámbito nacional queda recogido en el Real Decreto 1066/2001 28 de Septiembre de 2001.

Estos niveles de campo magnético no son, por otra parte, exclusivos de subestaciones eléctricas, siendo habituales en otros ambientes, como oficinas, medios de locomoción o incluso en ambientes residenciales fruto de la evolución tecnológica de la sociedad.

7. CONCLUSIONES

Como conclusión de la simulación y cálculo realizado del campo magnético generado por la actividad del parque de 132 kV AIS del proyecto tipo, en las condiciones más desfavorables de funcionamiento (hipótesis de carga máxima realizable), se obtiene que los valores de radiación emitidos están muy por debajo



de los valores límite recomendados, esto es, 100 μ T para el campo magnético a la frecuencia de la red, 50Hz.

8. REFERENCIAS

- [1] C. Munteanu, Ioan T. Pop, V. Topa, C. Hangea, T. Gutiu, S. Lup “Study of the Magnetic Field Distribution inside Very High Voltage Substations” 2012 International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPE 2012) IEEE.
- [2] C. Munteanu, C. Diaconu, I. T. Pop, and V. Topa “Electric and Magnetic Field Distribution Inside High Voltage Power Stations from Romanian Power Grid” International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion. IEEE.
- [3] G. Visan, I. T. Pop and C. Munteanu “Electric and Magnetic Field Distribution in Substations belonging to Transelectrica TSO” 2009 IEEE Bucharest Power Tech Conference.

Madrid, julio de 2018

El Ingeniero industrial

Luis Cabezón López

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.