



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN CIUDELA 132 kV

COMUNIDAD AFECTADA

Islas Baleares

TÉRMINO MUNICIPAL

Ciudadella de Menorca

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM - MADRID	
Nº VISADO 202003957	FECHA DE VISADO 18/12/2020	
VISADO		
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA		
COLEGIADO/A Nº:		NOMBRE
12864 COIIM LUIS CABEZON LOPEZ		

Madrid, diciembre de 2020

Rfª.: TI.S/2019/824



AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN CIUDADELA 132 kV

Nº PÁGINAS

DOCUMENTO 1	MEMORIA	18
ANEXO 1	CÁLCULOS	11
DOCUMENTO 2	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	10
ANEXO 1	REQUISITOS AMBIENTALES. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	13
ANEXO 2	ESTUDIO DE SEGURIDAD	14
DOCUMENTO 3	PLANOS	10
DOCUMENTO 4	PRESUPUESTO	03
DOCUMENTO 5	ESTUDIO CAMPOS MAGNÉTICOS	12

Madrid, diciembre de 2020

El Ingeniero industrial

Mis Khan

Luis Cabezón López

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España SAU



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN CIUDADELA 132 kV

DOCUMENTO 1

MEMORIA

Dirección de **Ingeniería y Construcción**
Dpto. **Ingeniería de Subestaciones**

diciembre de 2020



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	6
1.5 ESQUEMA DE LA ACTUACIÓN	6
CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS EN LA SUBESTACIÓN DE CIUDELA	7
2.1 GENERALIDADES E HIPÓTESIS DE DISEÑO	7
2.1.1 Características básicas y emplazamiento	7
2.1.2 Hipótesis de diseño	7
2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN.....	8
2.2.1 Descripción general de la instalación	8
2.2.2 Configuración y disposición general de la instalación	8
2.3 SISTEMA ELÉCTRICO	8
2.3.1 Magnitudes eléctricas.....	8
2.3.2 Distancias	8
2.3.3 Embarrados	10
2.3.4 Características de la aparamenta.....	11
2.4 RED DE TIERRAS.....	12
2.4.1 Red de tierras inferiores	12
2.4.2 Red de tierras superiores.....	13
2.5 ESTRUCTURAS METÁLICAS	13
2.6 SISTEMAS DE CONTROL Y PROTECCIÓN	13
2.6.1 Sistemas de control	13
2.6.2 Sistemas de protecciones	13



2.7	SERVICIOS AUXILIARES.....	14
2.8	SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES.....	14
2.9	OBRA CIVIL Y EDIFICACIÓN.....	15
2.9.1	Drenajes.....	15
2.9.2	Cimentaciones, viales y canales de cables	15
2.9.3	Accesos	15
2.9.4	Edificios y casetas.....	15
2.9.5	Cerramiento	15
2.10	INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA	16
2.10.1	Alumbrado	16
2.10.2	Fuerza	16
2.11	SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y ANTIINTRUSISMO.....	16
CAPÍTULO 3.	NORMATIVA APLICADA	17
CAPÍTULO 4.	PLAZO DE EJECUCIÓN Y FECHA PREVISTA DE PUESTA EN SERVICIO	18



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 ampliación de la subestación CIUADELA en el parque de 132 kV, con objeto de facilitar el acceso a la Red de Transporte a un Agente. La instalación se ubica en el término municipal de Ciutadella de Menorca, provincia de Islas Baleares, dentro de la Comunidad Autónoma de Islas Baleares.

La citada instalación se articula mediante lo dispuesto en el Real Decreto Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de consumidores, permitiendo la evacuación procedente de nuevas instalaciones de generación de carácter renovable. Aunque dicha actuación no se encuentra incluida en la actual Planificación Energética 2015-2020, tendrá la consideración de planificada a todos los efectos dado lo dispuesto en el RDL 15/2018.

El presente proyecto favorecerá una mayor penetración de energías renovables en el sistema eléctrico posibilitando el cumplimiento de la Directiva 2012/27/UE por la que los países miembros se comprometen a obtener al menos el 20 % del consumo energético a partir de fuentes renovables lo que supone cerca de un 40% en el mix eléctrico, para el año 2020. El escenario que se plantea tras la resolución pactada por la comunidad internacional y reflejada en el Acuerdo de París, alcanzado en la XXI Conferencia de las Partes ([COP21](#)) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, apunta a una cada vez mayor cuota de participación de las energías renovables en el mix de generación eléctrica con el objetivo de alcanzar la neutralidad de emisiones de gases de efecto invernadero, así como garantizar el suministro a precios competitivos dentro de un modelo sostenible.

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 CIUADELA 132 kV, con una nueva posición de línea salida renovables.
- **Autorización administrativa de construcción** de la ampliación de la subestación CIUADELA 132 kV, con una nueva posición de línea salida renovables.

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.

TITULAR DE LA INSTALACIÓN

El domicilio social del titular es:

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.

Paseo Conde de los Gaitanes, 177

28109-Alcobendas-Madrid

Y a efectos de notificación en:

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.

Camí Son Fangos, 100\

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 Ciutadella de Menorca: Concejalía de Urbanismo
- Govern Illes Balears: Conselleria de Transició Energètica i Sectors Productius
- ENDESA Distribución S.L.
- AESA (Ministerio de Fomento)
- Telefónica de España S.A.U.
- Dirección general de Política energética y Minas del Ministerio para la Transición Ecológica 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:

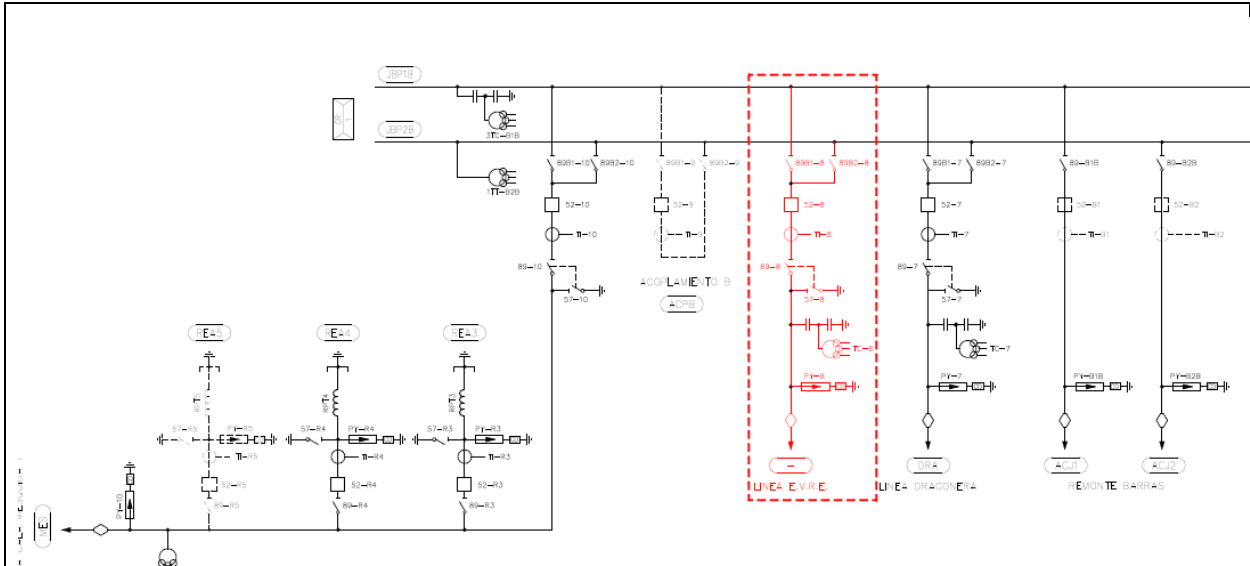
Número de posiciones equipadas	1
Número de posiciones parcialmente equipadas	0
Número de posiciones reservas sin equipar	0

- Características:

Tecnología	AIS
Instalación	Convencional exterior
Configuración	Doble barra

1.5 ESQUEMA DE LA ACTUACIÓN

La actuación consiste en la ampliación de la subestación CIUADELA 132 kV tipo AIS con configuración de Doble barra. El esquema unifilar del parque de 132 kV donde se recogen las actuaciones a realizar se muestra a continuación.



Subestación eléctrica CIUADELA, parque 132 kV



CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS EN LA SUBESTACIÓN DE CIUDADELA

2.1 GENERALIDADES E HIPÓTESIS DE DISEÑO

2.1.1 Características básicas y emplazamiento

La subestación de CIUDADELA 132 kV está situada en el término municipal de Ciutadella de Menorca, 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 CIUDADELA se construya con configuración de Doble barra.

2.1.2 Hipótesis de diseño

- **Condiciones ambientales**

Las condiciones ambientales del emplazamiento son las siguientes:

- Altura media sobre el nivel del mar..... 29 m
- Temperaturas extremas..... + 45º C/-6º C
- Contaminación ambiental..... Medio
- 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 Ciutadella de Menorca 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 9,25 kA
- Trifásica 7,16 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 CIUDADELA 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 Doble barra
- Intensidad de cortocircuito de corta duración 31,5 kA

2.2.2 Configuración y disposición general de la instalación

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 (V_e) 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..... 3.000 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 tres niveles:

- Embarrados bajos, conexiones entre aparatos a 4,5 m de altura. Se realizarán con tubo de aluminio.
- Embarrados altos, barras principales de tubo de aluminio a 7,5 m de altura en configuración apoyada sobre aisladores soporte.
- Tendidos altos de cable dúplex de aluminio-acero a 11 m de altura.

• Embarrados en tubo

Las características de los tubos destinados a los embarrados principales de 132 kV serán las siguientes:

- Aleación..... AlMgSiO, 5 F22
- Diámetros exterior/interior..... 150/134 mm
- Sección total del conductor..... 3.569 mm²

Las características de los tubos destinados a la interconexión del aparellaje serán las siguientes:

- Aleación..... AlMgSiO, 5 F22
- Diámetros exterior/interior..... 100/88 mm
- Sección total del conductor..... 1.772 mm²
- Intensidad admisible permanente a 85°..... 2.736 A

Los tubos no podrán ser soldados en ningún punto o tramo, por lo que se ha previsto que su suministro se realice en tiradas continuas y en tramos conformados, cortados y curvados en fábrica, debiéndose proceder a pie de obra tan sólo a su limpieza y montaje posterior.

En todos los tramos superiores a 6 m se ha previsto la instalación en el interior de la tubería de cables de amortiguación. Estos serán del mismo tipo y características indicados para los embarrados en cable en formación simple.

• Disposición y tipo de embarrado

Se adaptará al nivel en que los conductores están dispuestos en el parque de 132 kV:

- Tendidos altos de cable dúplex de aluminio-acero a 7,5 m de altura.

• Embarrados con cable

Los tendidos altos estarán formados por cables de aluminio con alma de acero tendrá con la siguiente configuración y características:



- Formación Dúplex
- Tipo RAIL
- Sección total del conductor 516,82 mm²
- Diámetro exterior 29,61 mm
- Intensidad admisible permanente a 35º C de Tamb y 85º C en conductor 2.064 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 entre éstos 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

- **Interruptor automático:**
 - Tensión más elevada..... 145 kV
 - Intensidad nominal 2.000 A
 - Intensidad de corte simétrica 31,5 kA
 - Frecuencia nominal..... 50 Hz
 - Tecnología cámara de corte..... SF6
- **Transformadores de intensidad:**
 - Tensión más elevada..... 145 kV
 - Intensidad límite térmica..... 40kA

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**
 - Tensión más elevada..... 145 kV
 - Factor de tensión nominal en servicio continuo 1,2

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.

- **Seccionadores de barras:**

Los seccionadores de barras del Parque de 132 kV serán de tipo rotativo de tres columnas, de mando tripolar manual, y con las siguientes características:

- Tensión más elevada..... 145 kV
- Intensidad nominal 2.000 A
- Intensidad límite térmica..... 31,5 kA



- **Seccionadores de línea:**
 - Tensión más elevada 145 kV
 - Intensidad nominal..... 2.000 A
 - Intensidad límite térmica 31,5 kA
- **Seccionadores de aislamiento (seccionadores de posición):**
 - Tensión más elevada 145 kV
 - Intensidad nominal..... 2.000 A
 - Intensidad límite térmica 31,5 kA
- **Seccionadores de Puesta a Tierra: Tripolar, con cuchilla de puesta a tierra, de mando unipolar motorizado, y de las siguientes características:**
 - Tensión más elevada 145 kV
 - Intensidad límite térmica 40 kA.
- **Pararrayos:**

Se dispondrán autoválvulas con las siguientes características:

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

- **Aisladores de apoyo:**

Los aisladores soporte para apoyo de los embarrados principales del parque de 132 kV se seleccionan con larga línea de fuga (LLF) y tienen las siguientes características:

- Tipo..... C10-650 (LLF)
- Carga de rotura a flexión..... 10.000 N
- Carga de rotura a torsión 4.000 Nm
- Longitud línea de fuga ≥ 5.650 mm

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.

En el Anexo de Cálculos se han reflejado los datos y cálculos de la malla a instalar. Este sistema de puesta a tierra aparece reflejado en el Documento nº3 Planos del presente Proyecto.

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.

2.5 ESTRUCTURAS METÁLICAS

Las estructuras metálicas y soportes del aparellaje complementario de la nueva posición, 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.

Se instalará en la caseta existente una unidad local asociada a la posición que recogerá la información para el telecontrol y permitirá 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:

- **Posición de línea:**

En cada posición se ha previsto un bastidor de relés equipado 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).

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 ampliarán los servicios auxiliares de corriente alterna existentes en la subestación.

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

La red de telefonía corporativa de RED ELÉCTRICA se ha previsto que sea extendida y desplegada en esta subestación por medio del uso de equipos y terminales preparados para el establecimiento de comunicaciones de voz. Esta soportada por el resto de las redes desplegadas en la subestación y permite el acceso a las funcionalidades de comunicación vocal normalizadas en RED ELÉCTRICA.

2.9 OBRA CIVIL Y EDIFICACIÓN

2.9.1 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.

La recogida de las aguas residuales se ha previsto con depósito estanco de poliéster reforzado con fibra de vidrio capaz de retener por un periodo determinado de tiempo las aguas servidas domésticas y equipado con tapa de aspiración y vaciado.

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

2.9.2 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.

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.

2.9.3 Accesos

Se mantiene el acceso existente a la instalación.

2.9.4 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.

2.9.5 Cerramiento

Se mantendrá el cerramiento existente que dispone la subestación.



2.10 INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA

2.10.1 Alumbrado

Calles y posiciones

De acuerdo con la normalización, el alumbrado normal de calles 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.

Viales

Alumbrado con luminarias montadas sobre báculos de 3 m de altura, para un nivel de iluminación de 5 lux.

Se dispondrá, asimismo, de alumbrado de emergencia constituido por grupos autónomos colocados en las columnas de alumbrado, en el caso de viales perimetrales y sobre la misma estructura que el alumbrado normal o tomas de corriente en el parque de intemperie. El sistema de emergencia será telemandado desde el edificio de control y los equipos tendrán una autonomía de una hora.

Se dispondrá de fotocélula para el encendido del alumbrado exterior.

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

Se instalarán detectores de incendios en todos los edificios y casetas de la Subestación. Serán del tipo analógicos ópticos, excepto en el almacén y campana exterior que serán termo-velocimétricos.

También se dispondrán de los correspondientes extintores en el edificio tanto de CO₂ como de polvo, así como carros extintores de 50 kg de polvo para el parque.

Sistema Anti-intrusismo

El sistema anti-intrusismo estará compuesto por contactos magnéticos, detectores volumétricos de doble tecnología y sirena exterior.

Se instalará una central para controlar el sistema de incendios e intrusión, encargado de activar y transmitir las alarmas generadas.

Se instalarán cámaras de seguridad en las puertas de acceso y dependencias del edificio de control, a excepción de aseos y vestuarios, así como en las casetas de relés. También se dispondrá de cámaras de seguridad en el parque ubicadas según indicaciones del departamento de seguridad de RED ELÉCTRICA.



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

Madrid, diciembre de 2020

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

AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN CIUDADELA 132 kV

ANEXO 1 CÁLCULOS

Dirección de **Ingeniería y Construcción**
Dpto. **Ingeniería de Subestaciones**

diciembre de 2020



Índice

CAPÍTULO 1. OBJETO	3
CAPÍTULO 2. SUBESTACIÓN DE CIUDELA 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 CIUDADELA 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 220kV

Longitud del vano	$L = 30 \text{ m}$
Flecha máxima	3% (0,90 m)
Tipo de conductor	Dúplex RAIL (ns = 2)
Diámetro del conductor	$\phi = 29,61 \text{ mm}$
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
Separación entre conductores de la misma fase	0,40 m
Rigidez de los soportes	$S = 7,5 \cdot 10^4 \text{ N/m}$
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:

$$F_v = 68 \text{ kg/m}^2 \cdot 0,02961 \text{ m} = 2,01 \text{ kg/m} \text{ (a cada conductor RAIL en parque 220 kV).}$$

y el desplazamiento máximo del conductor será:

$$\begin{aligned}\theta &= \text{atan} \frac{F_v}{P} \\ d_{\max} &= f_{\max} \cdot \text{sen}(\theta) \\ \theta &= \text{atan} \frac{2,01}{1,6} \approx 51,4^\circ \\ d_{\max} &= 0,90 \cdot \text{sen}(51,4^\circ) = 0,703 \text{ m}\end{aligned}$$

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 2,1 m (220 kV por reglamento) ó 1,3 m (132 kV) 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:

$$D_{\min} = (0,75 \cdot 1,3) + 2 \cdot 0,703 + 0,4 = 2,78 \text{ m}$$

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 ($4\pi \cdot 10^{-7}$ N/A²)

En este caso, $F' = 6,57 \frac{N}{m}$ (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_s : peso de uno de los conductores

g : aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

en este caso, $r = 4,44 / (2 \cdot 1,6 \cdot 9,81) = 0,21$

La dirección resultante de la fuerza será: $\delta_1 = \arctg r = 11,82^\circ$

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, $b_c = 0,53$ m

Para esta flecha, el periodo de oscilación vale:

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

Con lo que sustituyendo resulta: $T = 1,31$ 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, $T_{res} = 1,305$ 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:

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

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

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

con lo que: $N = 4,81 \cdot 10^{-7}$ y $\xi = 0,264$

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

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

En este caso, $T_{k1}/T_{res} = 0,25 < 0,5$, con lo que $\delta_k = 13,92^\circ$

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, $\delta_k = 13,92 < 90^\circ$, con lo que $\chi = 0,96$ y $\delta_m = 18,64^\circ$



- **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: $T_{k1} = 0,5 > T_{res}/4 = 0,029$; $\varphi = 1,00$

Y con $\varphi = 0,029$, y $\xi = 0,264$, ψ (de acuerdo con la figura citada) = 0,342

En estas condiciones, $F_t = 1,1 \cdot 6.624,8 \cdot (1 + 0,029 \cdot 0,342) = 7.359,55 \text{ N}$

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 $r = 0,14$, $C_f = 1,05$ (132 kV)

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 (132kV) 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 $T_{k1} > T_{res}/4$:

$$\varepsilon_{ela} = 3,53 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$\varepsilon_{th} = 9,97 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$\text{y así, } C_d = 1,20$$

$$\text{como } \delta_m = 18,64 > 8,05$$

$$b_h = 1,05 \cdot 1,20 \cdot 0,53 \cdot \text{sen}(8,05^\circ) = 0,09 \text{ m}$$

2.1.6 Distancia mínima

Distancia mínima entre conductores en cortocircuito:

$$D = a - 2b_h - 0,4 = 3 - 2 \cdot 0,09 - 0,4 = 2,78 \text{ m}$$

Es por lo tanto apropiada la dimensión de 12 (132 kV) m de anchura de calle y la de separación entre conductores, 3 (132 kV) 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 (para 132 kV) 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 las estructuras.

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.

Para el diseño del sistema de protección de tierras superiores se ha adoptado el modelo electro geométrico de las descargas atmosféricas y que es generalmente aceptado para este propósito.

El criterio de seguridad que se establece es el de 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.

La zona de captura se establece a partir del radio crítico de cebado (r) y que viene dado por la expresión: $r = 8 \times I^{0,65}$

donde: $I = 1,1 \cdot U \cdot N / Z$, siendo:

U = tensión soportada a impulsos tipo rayo = 1.050 kV

N = número de líneas conectadas a la subestación = 2

Z = Impedancia característica de las líneas = 400Ω (valor típico)

Sustituyendo y aplicando estos valores se obtiene:

$$I = 1,1 \cdot 1.050 \cdot 10 / 400 = 28,875 \text{ kA}$$

Luego la zona de captura será:

$$r = 8 \cdot 28,875^{0,65} = 71,19 \text{ m}$$

El radio crítico de 71,19 m con centro en las puntas Franklin, en el centro en los amarres de los hilos de guarda y en su punto más bajo, cuyo emplazamiento se refleja en los planos correspondientes, garantiza el apantallamiento total de la instalación.

Por otro lado, la subestación y su aparamenta asociada queda protegida frente a las descargas atmosféricas mediante el cable de guarda.



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, diciembre de 2020

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 202003957. Fecha Visado: 18/12/2020. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <https://www.colim.es/Verificacion>. Cod.Ver: 63093947. Nº Colegiado: 12864. Colegiado: LUIS CABEZON LOPEZ



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN CIUDADELA 132 kV

DOCUMENTO 2

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Dirección de **Ingeniería y Construcción**
Dpto. **Ingeniería de Subestaciones**

diciembre de 2020



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

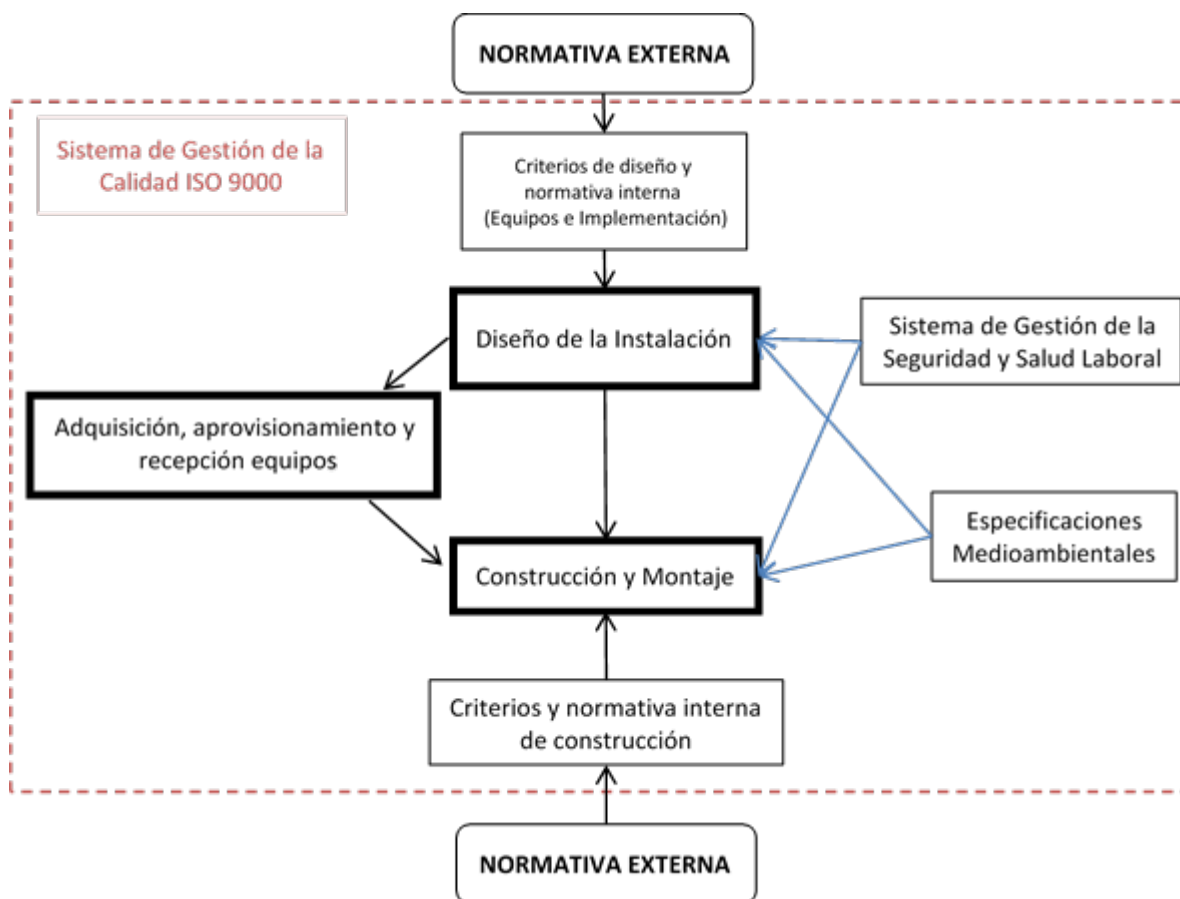
El objeto del presente Pliego de Condiciones es aportar la información necesaria para definir los materiales y equipos y su correcto montaje para lo que se han considerado los siguientes aspectos.

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, diciembre de 2020

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

AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN CIUDADELA 132 kV

DOCUMENTO 2

ANEXO 1

REQUISITOS AMBIENTALES

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Dirección de **Ingeniería y Construcción**
Dpto. **Ingeniería de Subestaciones**

diciembre de 2020



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	13



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 CIUDADELA 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, debidamente etiquetados, para los residuos 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 usará wáter químico, que serán desmontados una vez hayan finalizado 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, aceptado por el Departamento de Medio Ambiente de RED ELÉCTRICA y aprobado por la dirección facultativa.

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, cigarros etc. En el lugar de trabajo se contará con los medios de extinción adecuados y con la Autorización de trabajos en época de alto riesgo de incendios si fuese preceptiva.

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

Cuando 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.
- Movimiento de tierras: excavaciones, movimientos y traslados de tierras.
- Obra civil: cimentaciones, hormigonados, drenajes etc.
- Montaje electromecánico: montaje apartamenta 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	170504
Restos de hormigón	170101
Papel y cartón	150101 – 200101
Maderas	170201
Plásticos (envases y embalajes)	170203
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402
Restos asimilables a urbanos	200301



Tipo residuo	Código LER
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (si se segregan)	150102/150104/150105/150106
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 (*)	170504	m ³	365,4	0	365,4
Restos de hormigón	170101	m ³	2	0	2
Papel y cartón	200101	kg	4	40	44
Maderas	170201	kg	162	500	662
Plásticos (envases y embalajes)	170203	kg	6	40	46
Chatarras metálicas	170405	kg	28	600	628
	170407				
	170401				
	170402				
Restos asimilables a urbanos	200301	kg	6	45	51
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (Si segregan)	150102	kg	1	45	46
	150104				
	150105				
	150106				
Trapos impregnados	150202*	kg	1	2	3
Tierras contaminadas	170503*	m ³	0,9	0,1	1
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*	kg	1	8	9
	150111*				
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. Primar la utilización de boquillas anti-goteo si se utilizasen garrafas de repostaje.
- 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, debidamente etiquetados, 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 mezclarán 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:

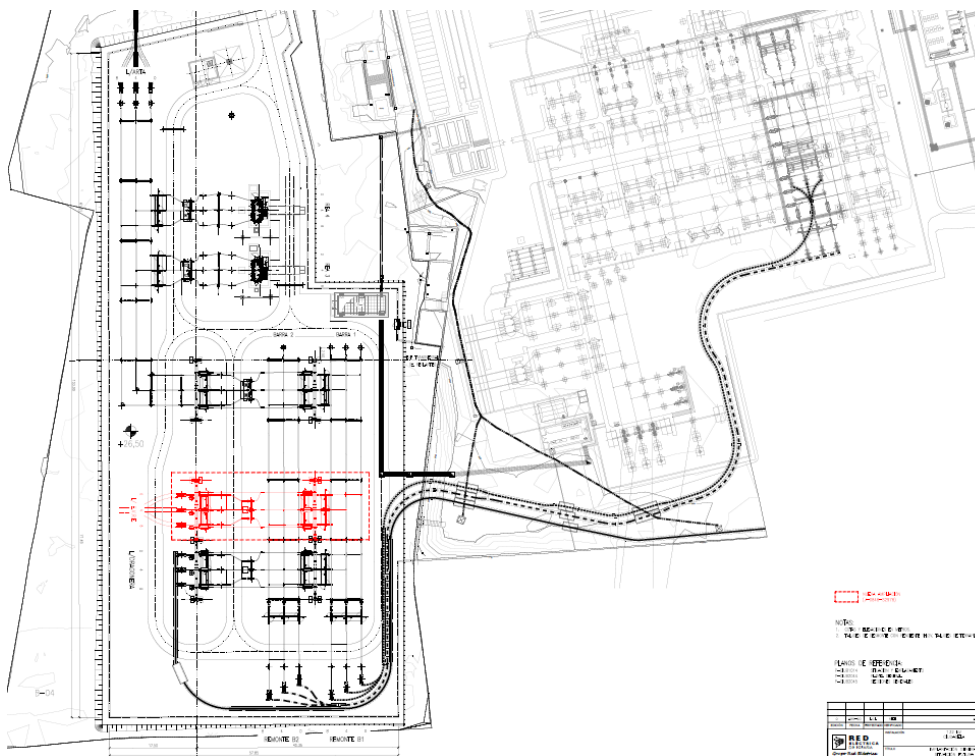
- Habrá una separación clara entre la zona de Residuos Peligrosos y la de Residuos No Peligrosos.
- Serán seleccionadas, siempre que sea posible, de forma que no sean visibles desde carreteras o lugares de tránsito de personas, pero con facilidad de acceso para poder proceder a la recogida de los mismos
- 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 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 inicio de almacenamiento (la del primer depósito).
- 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 la reutilización 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 dependiendo de la Caracterización ambiental de los mismos, se tratará de reutilizar en la obra, si no es posible se gestionarán en el vertedero autorizado, adecuado a la naturaleza resultante de la Caracterización.
- **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 valorización como destino final 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.
- Contratos de tratamiento 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 y mantenimiento” (Modelo A012 –documento EXCEL-), Además de cumplimentar la ficha el contratista proporcionará la documentación acreditativa de las gestiones realizadas:

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



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	170504	m ³	987
Restos de hormigón	170101	m ³	12
Papel y cartón	150101 200101	kg	1
Maderas	170201	kg	17
Plásticos (envases y embalajes)	170203	kg	3
Chatarras metálicas	170405 170407 170401 170402	kg	48
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	4
Tierras contaminadas	170503*	m ³	123
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110* 150111*	kg	12
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, diciembre de 2020

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

AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN CIUDADELA 132 kV

DOCUMENTO 2

ANEXO 2

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

Dirección de **Ingeniería y Construcción**
Dpto. **Ingeniería de Subestaciones**

diciembre de 2020



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	5
2.3 CONTROL DE ACCESOS	6
2.4 TRABAJOS PREVIOS, INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS	6
2.5 UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA	6
2.5.1 Movimiento de tierras.....	6
2.5.2 Obra civil	6
2.5.3 Montaje de estructuras y equipos	7
2.6 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.....	7
2.6.1 Organización de la seguridad.....	9
2.6.2 Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra	9
2.6.3 Formación	10
2.6.4 Medicina preventiva.....	10
2.6.5 Medios de protección	10
2.7 LOCALES DE DESCANSO Y SERVICIOS HIGIÉNICOS.....	10
2.8 DISPOSICIONES DE EMERGENCIA.....	10
2.8.1 Vías de evacuación	10
2.8.2 Iluminación.....	11
2.8.3 Ventilación	11
2.8.4 Ambientes nocivos y factores atmosféricos	12
2.8.5 Detección y lucha contra incendios.....	12
2.8.6 Primeros auxilios	12
2.9 PLAN DE SEGURIDAD.....	12
CAPÍTULO 3. PLIEGO DE CONDICIONES	13
3.1 NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN	13
3.2 NORMATIVA INTERNA DE RED ELÉCTRICA	13



CAPÍTULO 4. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD 14

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202003957. Fecha Visado: 18/12/2020. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <https://www.colim.es/Verificacion>. Cod.Ver: 63093947. Nº Colegiado: 12864. Colegiado: LUIS CABEZON LOPEZ



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 CIUADDELA 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 CIUDADELA 132 kV está situada en el término municipal de Ciutadella de Menorca, 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..... 29 m
- Temperaturas extremas..... + 40º C/-20º C
- Contaminación ambiental..... Bajo
- Nivel de niebla Medio

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

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 y embarrado altos.
- Se modificarán los Sistemas de Control, Telecomunicaciones, Protección y Medida, instalando los BR's en sus casetas de relés.
- Se ampliarán 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.

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 aparatos.... 4.500 mm
- Altura de salida de línea 10.950 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	134	60	2,0
Montaje de la estructura	2,5	30	0,5
Montaje de la aparamenta	49	50	2,0
Montaje en b.t.	2,5	30	0,5
Presupuesto adjudicado	188	Kilo Euros	
Volumen mano de obra estimada	170	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

Los trabajos de Obra Civil no estarán interferidos en su mayor parte con ningún otro.

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

Se dispondrá de campa 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 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.

2.5.3 Montaje de estructuras y equipos

En esta fase se instalarán los embarrados altos, las estructuras soportantes de los equipos, los propios equipos y los embarrados de conexión.

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 aparamenta 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.).
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.



Situaciones pormenorizadas de riesgo	
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 necesarios 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:

- Garantizar que solo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave o específico.
- Dar las debidas instrucciones a los empleados.
- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento de los medios y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de trabajo.
- 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 facilitar lo 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 CIUADDELA. Ampliación EvRE

Duración del trabajo: (meses) 5
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	7	5,11	36
2	Botas de seguridad	4	13	46,58	606
3	Botas de agua.	2	7	38,43	269
4	Guantes de trabajo.	36	120	4,38	526
5	Arnés de cintura o completo	0,5	2	146,12	292
6	Dispositivos anticaída y compl.	0,5	2	90,29	181
7	Trajes impermeables.	2	7	28,33	198
8	Gafas antiimpactos.	6	20	4,78	96
9	Pantalla de protección facial	2	7	9,44	66
10	Pantallas y gafas para soldadura	1	3	7,81	23
11	Mandiles, polaina, guantes soldadura	1	3	26,38	79
12	Ropa de trabajo	2	7	69,20	484
				Coste Parcial	2.856

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	2	107,94	216
2	Complementos uso Lín. Seg.	10	4	120,05	480
3	Malla perforada de delimitación	1.000	417	0,49	204
4	Cinta o cadena de delimitación	1000	417	0,04	17
5	Señales de obligación e informativas	60	25	3,01	75
6	Botiquín primeros auxilios	2	1	18,06	18
7	Tablero o camilla evac. accidentados	1	0	253,80	0
8	Extintores	4	2	30,80	62
				Coste Parcial	1.072

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 4.444

Asciende este Presupuesto de Seguridad a la cantidad de CUATRO MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS.

Madrid, diciembre de 2020

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

AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN CIUDADELA 132 kV

DOCUMENTO 3

PLANOS

Dirección de **Ingeniería y Construcción**
Dpto. **Ingeniería de Subestaciones**

diciembre de 2020



ÍNDICE DE PLANOS

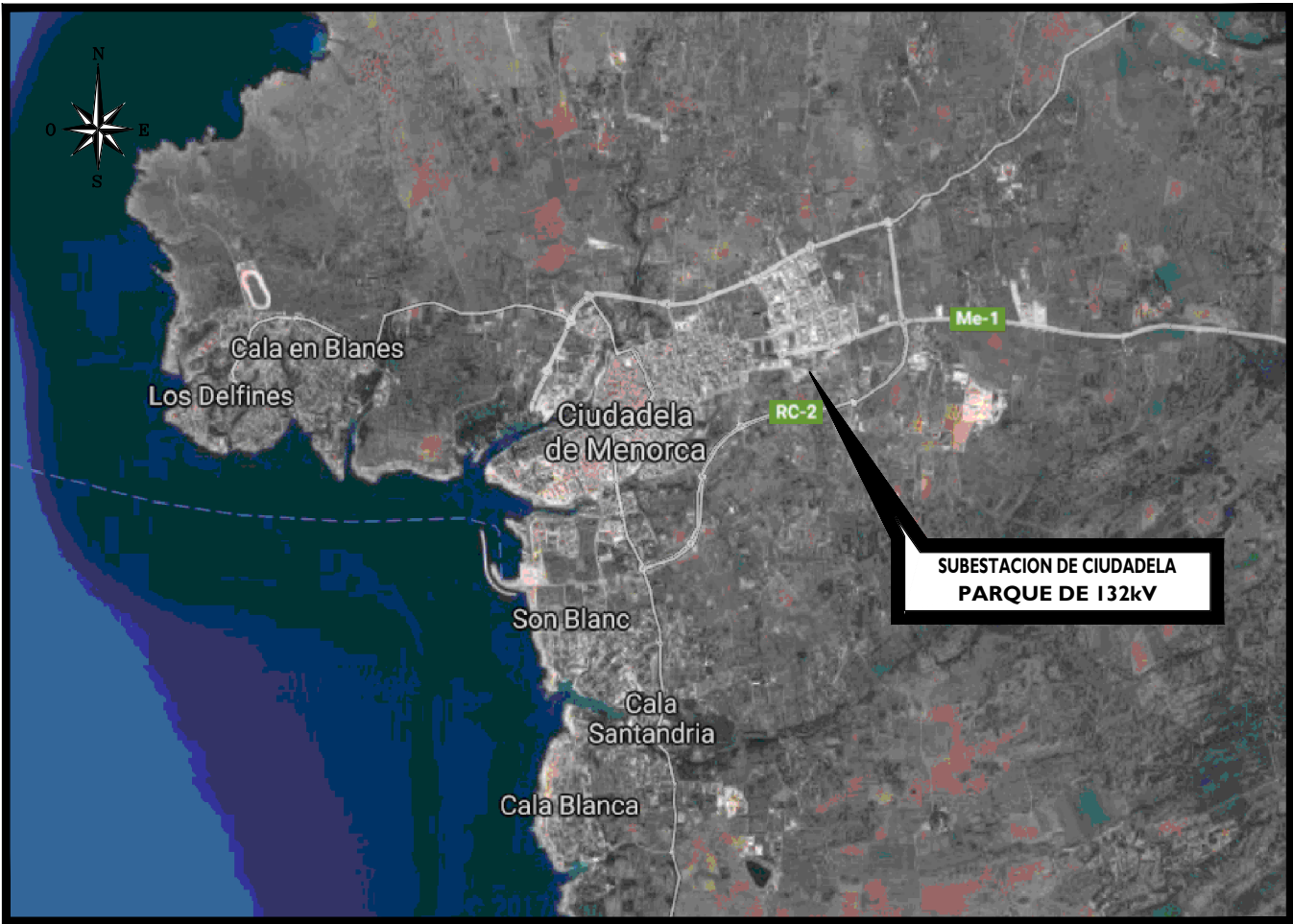
1. Situación y emplazamiento
2. Esquema unifilar simplificado. Parque de 132
3. Implantación general
4. Planta general
5. Secciones generales. Parque de 132
6. Planta fundaciones y canales
7. Planta general de red de tierras
8. Caseta de relés prefabricada

Madrid, diciembre de 2020
El Ingeniero industrial

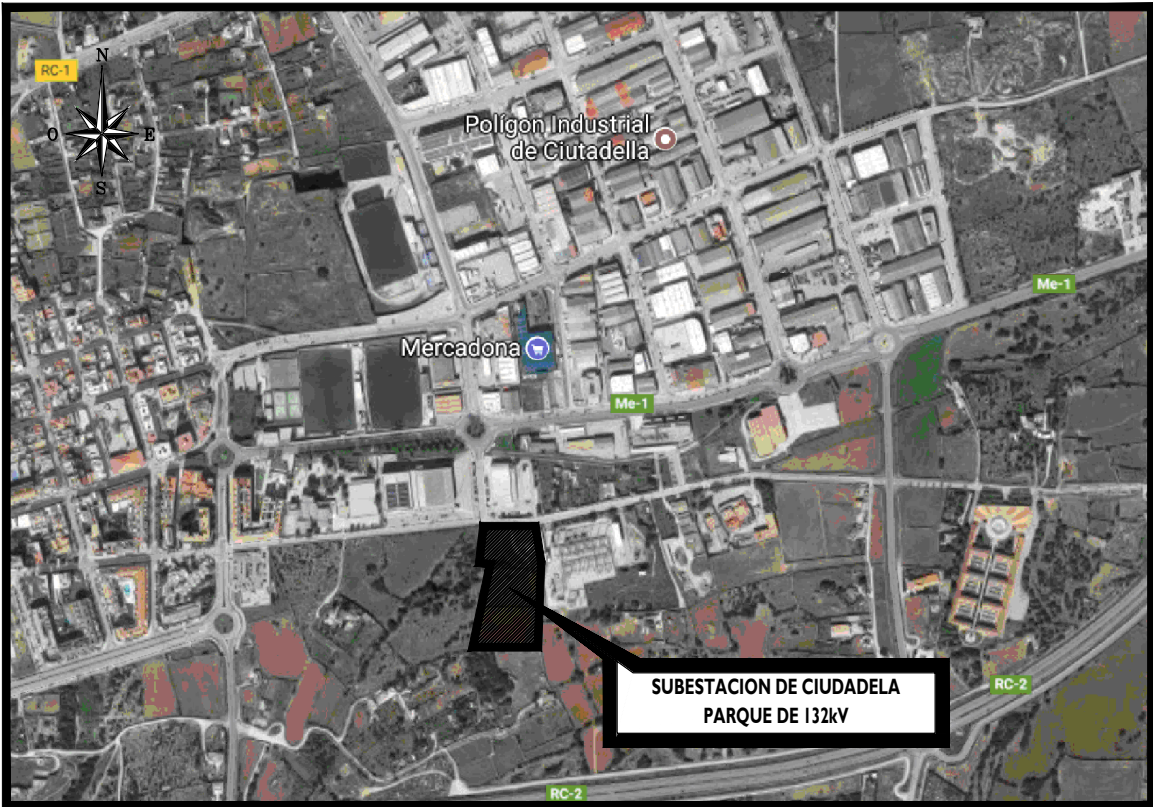
Luis Cabezón López

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones
Red Eléctrica de España, S.A.U.

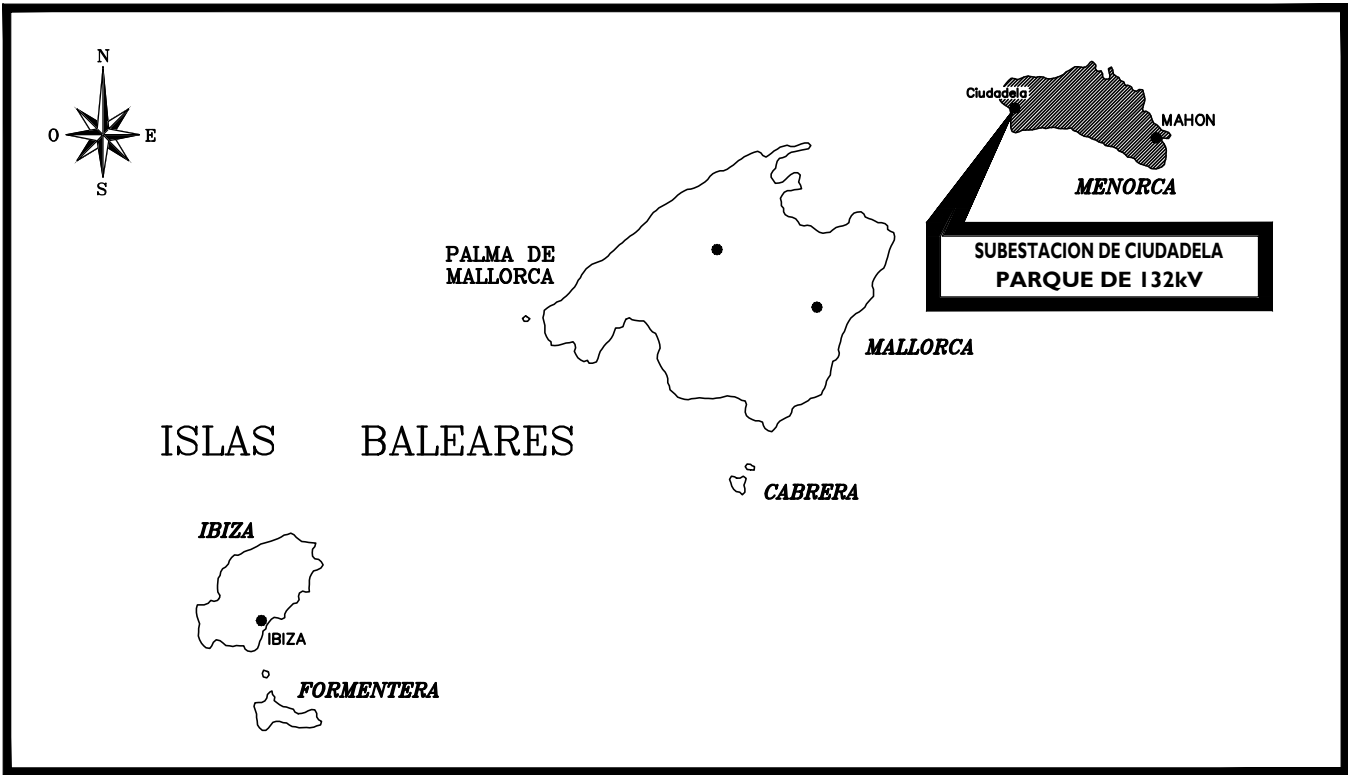
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no suponerá en forma alguna,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



PLANO DE EMPLAZAMIENTO



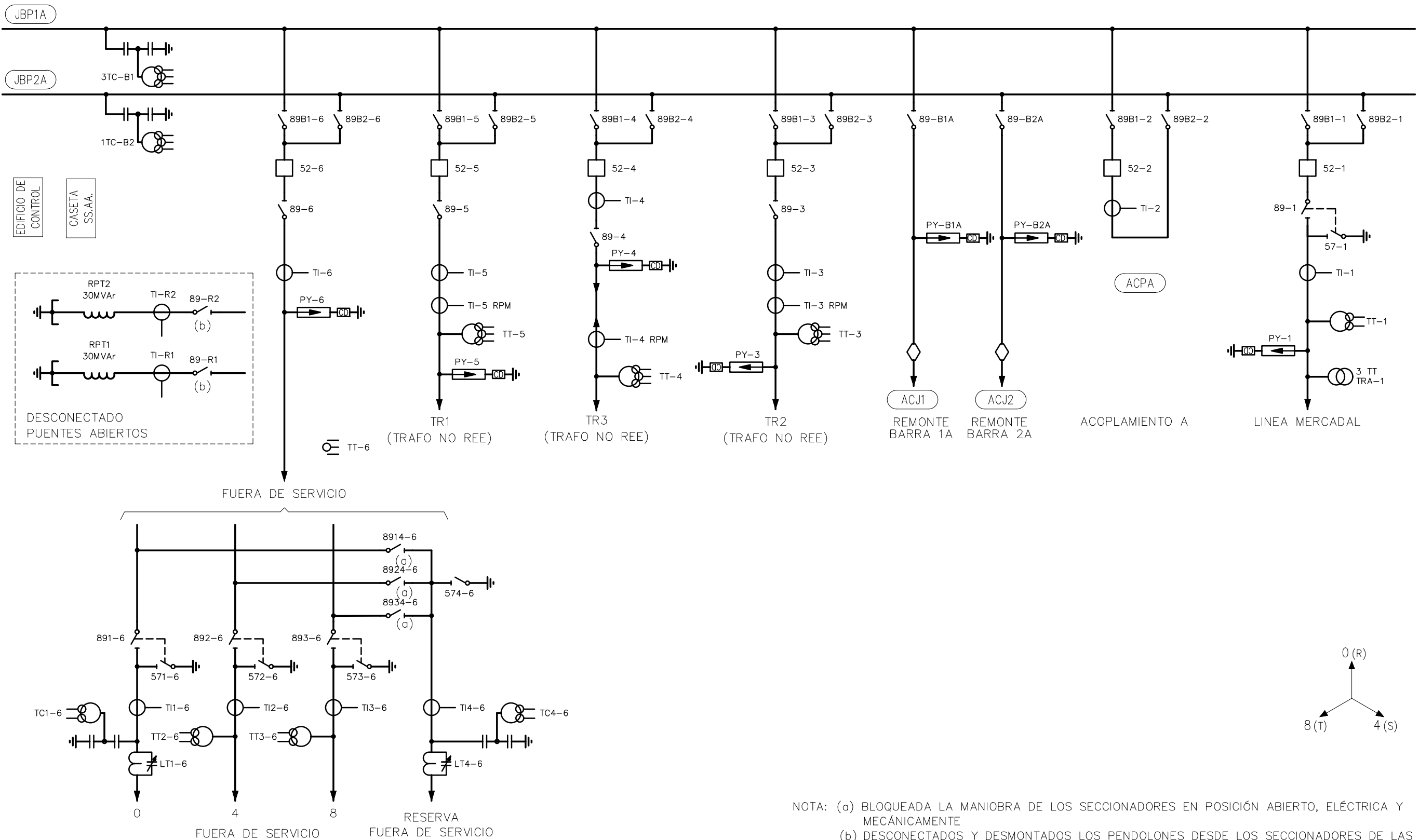
PLANO DE EMPLAZAMIENTO



PLANO DE SITUACION

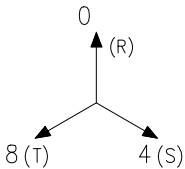
EMPLAZAMIENTO:
TERMINO MUNICIPAL DE CIUADELLA, PROVINCIA DE LAS BALEARES, ISLA DE MENORCA DE LA COMUNIDAD AUTONOMA DE BALEARES.

A	ABR-20	L.C.L.	R.E.E.	AMPLIACIÓN POSICIÓN L/ E.V.R.E.	
O	ENE-18	F.F.D.	R.E.E.	AMPLIACIÓN SE (J-0834-S2978)	
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN	
 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA Grupo Red Eléctrica		INSTALACIÓN		132 kV CIUADELA	
		TÍTULO		SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	
				VÁLIDO PARA PTA 0	
				COORD.	HUSO
				CODIGO	J-0848-S2978
				A3	SIN ESCALA
				Nº	P-CIUB1014
				HOJA	



NOTA: (a) BLOQUEADA LA MANIOBRA DE LOS SECCIONADORES EN POSICIÓN ABIERTO, ELÉCTRICA Y MECÁNICAMENTE
(b) DESCONECTADOS Y DESMONTADOS LOS PENDOLONES DESDE LOS SECCIONADORES DE LAS REACTANCIAS A LA LÍNEA

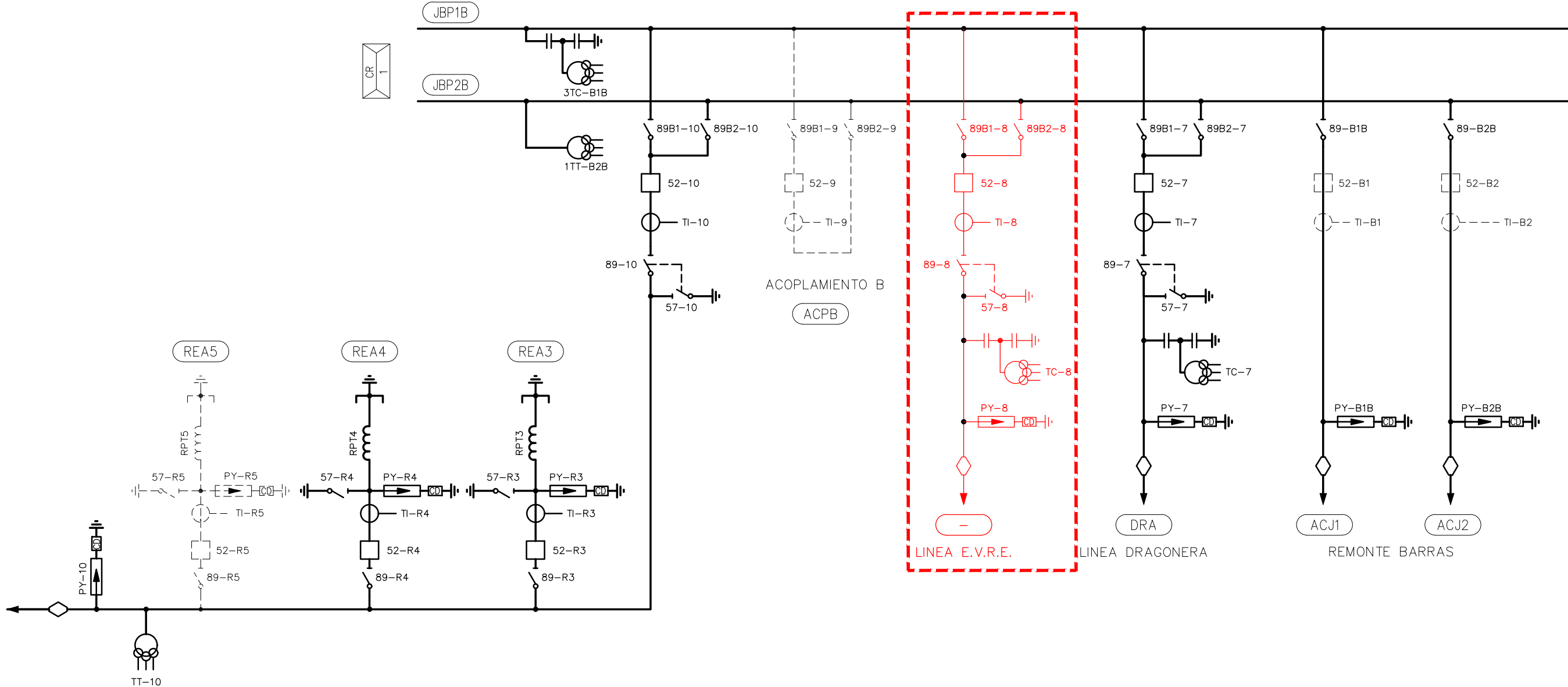
E	ABR-20	L.C.L.	R.E.E.	AMPLIACIÓN SE (J-0834-S2978)			
D	ENE-16	C.P.A.	R.E.E.	DEFINITIVO CONFORME A LO CONSTRUIDO			
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN			
 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA Grupo Red Eléctrica		INSTALACIÓN		132 kV CIUADELA		VÁLIDO PARA PTA 0	
		TÍTULO		ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO		COORD.	HUSO
						CODIGO	J-0848-S2978
						A3	SIN ESCALA
						Nº	P-CIUA3050
						HOJA	1



E	ABR-20	L.C.L.	R.E.E.	AMPLIACIÓN SE (J-0834-S2978)						
D	ENE-16	C.P.A.	R.E.E.	DEFINITIVO CONFORME A LO CONSTRUIDO						
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN						
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA <i>Grupo Red Eléctrica</i>			INSTALACIÓN		132 kV CIUDADELA		VÁLIDO PARA PTA 0			
							COORD.	HUSO		
							CODIGO J-0848-S2978			
							A3	SIN ESCALA		
							Nº P-CIUA3050		HOJA 2	
			TÍTULO		ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO					

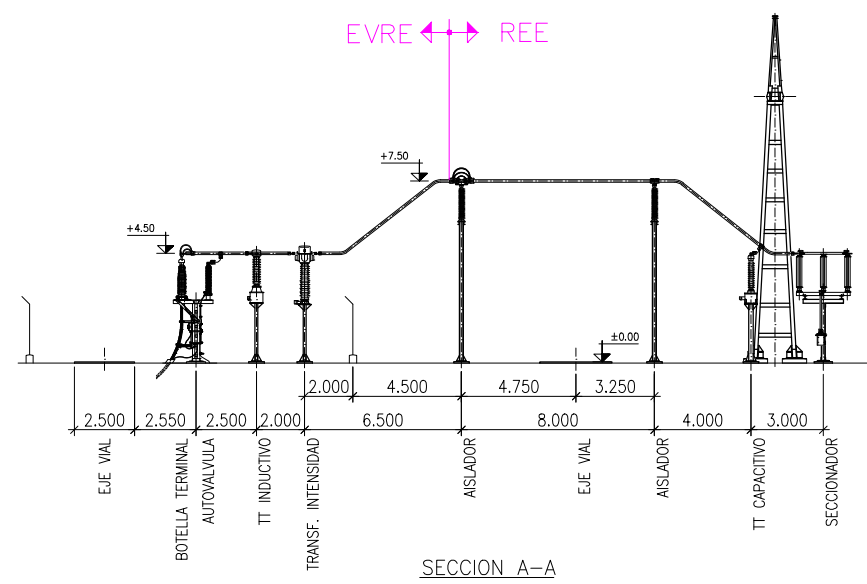
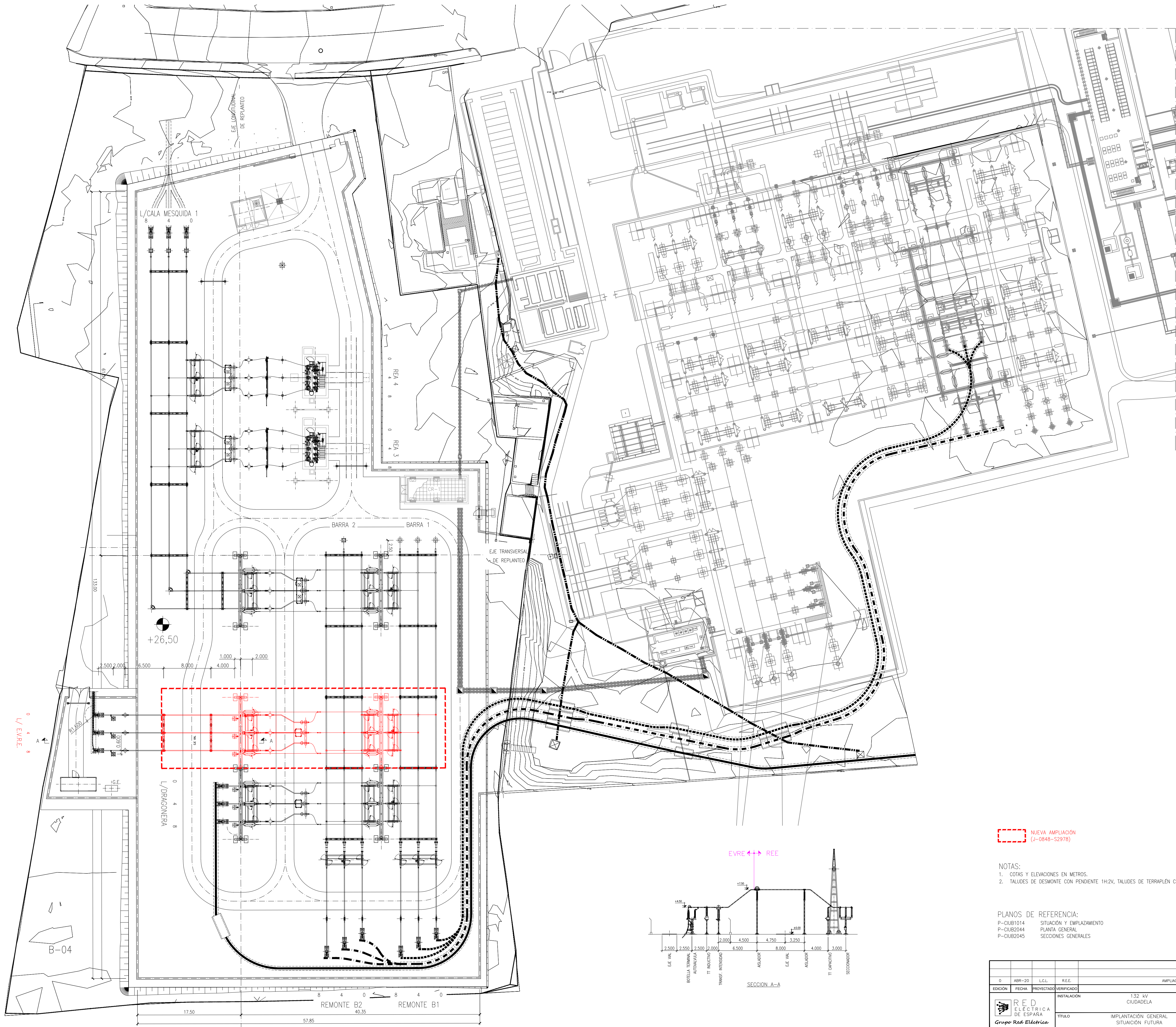
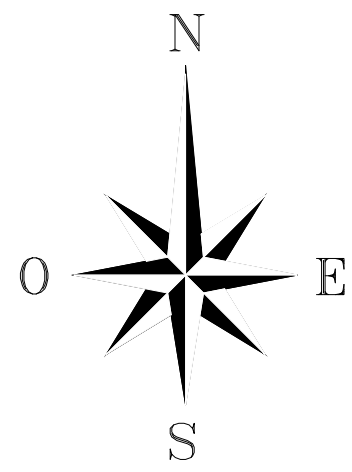
LINEA CALA MESQUIDA 1

MES



NUEVA AMPLIACIÓN
(J-0848-S2978)

F	ABR-20	L.C.L.	R.E.E.	AMPLIACIÓN POSICIÓN L/ E.V.R.E.	
E	ABR-20	L.C.L.	R.E.E.	AMPLIACIÓN SE (J-0834-S2978)	
D	ENE-16	C.P.A.	R.E.E.	DEFINITIVO CONFORME A LO CONSTRUIDO	
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN	
 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA Grupo Red Eléctrica				INSTALACIÓN	132 kV CIUADELA
				TÍTULO	ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO SITUACIÓN FUTURA
				VÁLIDO PARA PTA 0	
				COORD.	HUSO
				CODIGO	J-0848-S2978
				A3	SIN ESCALA
				Nº	P-CIUA3050
				HOJA	2



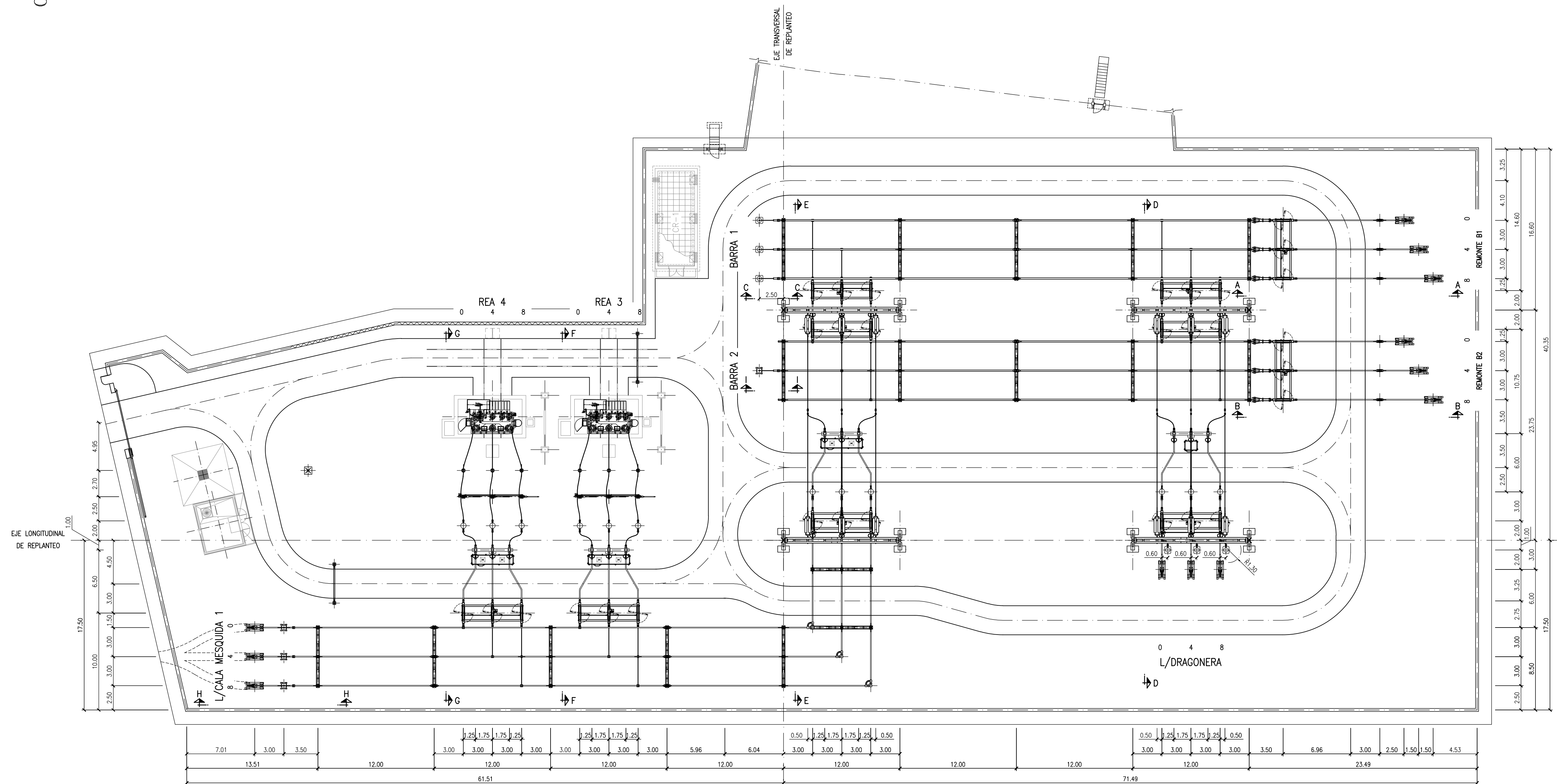
NUEVA AMPLIACIÓN
(J-0846-52978)

- NOTAS:
1. COTAS Y ELEVACIONES EN METROS.
 2. TALUDES DE DESMORTE CON PENDIENTE 1H:2V, TALUDES DE TERRAPLEN CON PENDIENTE 3H:2V.

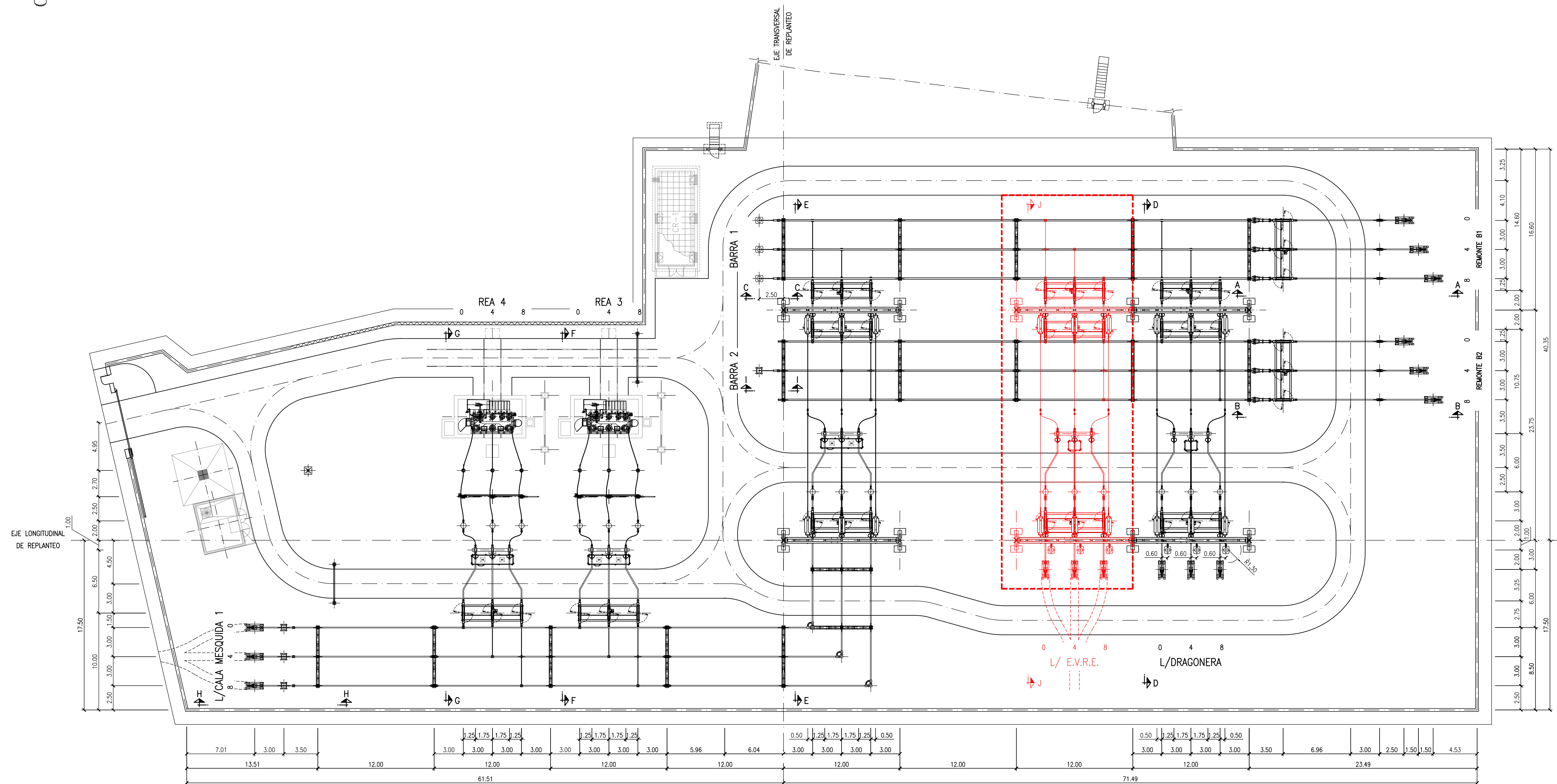
PLANOS DE REFERENCIA:

P-CUB1014 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
P-CUB2044 PLANTA GENERAL
P-CUB2045 SECCIONES GENERALES

0	ABR-20	L.C.L.	R.E.E.	AMPLIACIÓN POSICIÓN L/ EV.R.E.	
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN	
RED ELECTRICA DE ESPARSA				INSTALACIÓN	132 kV CIUDADELA
Grupo Red Eléctrica				COORD	HURD
				CODIGO	J-0846-52978
				AT	1:300
				Nº	P-CUB1017
				HOLIA 1	

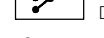


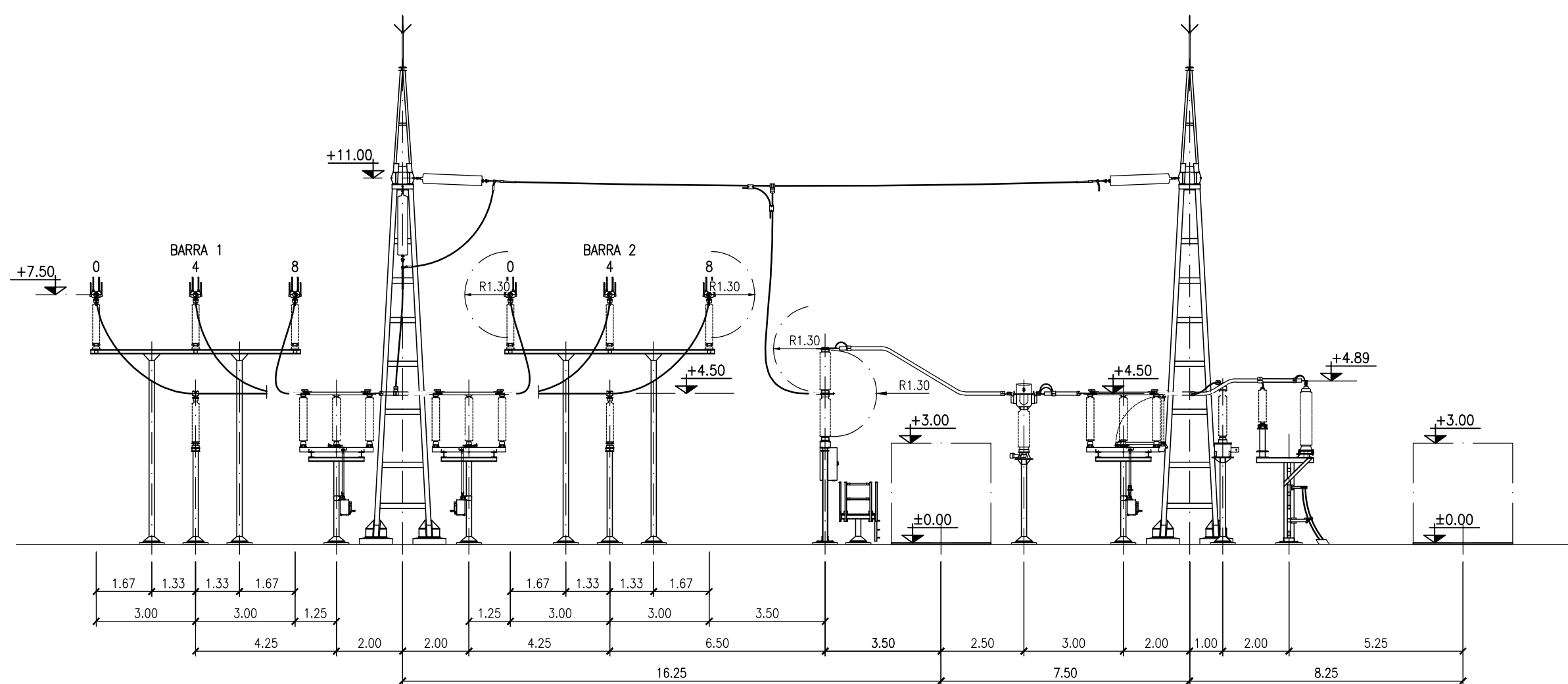
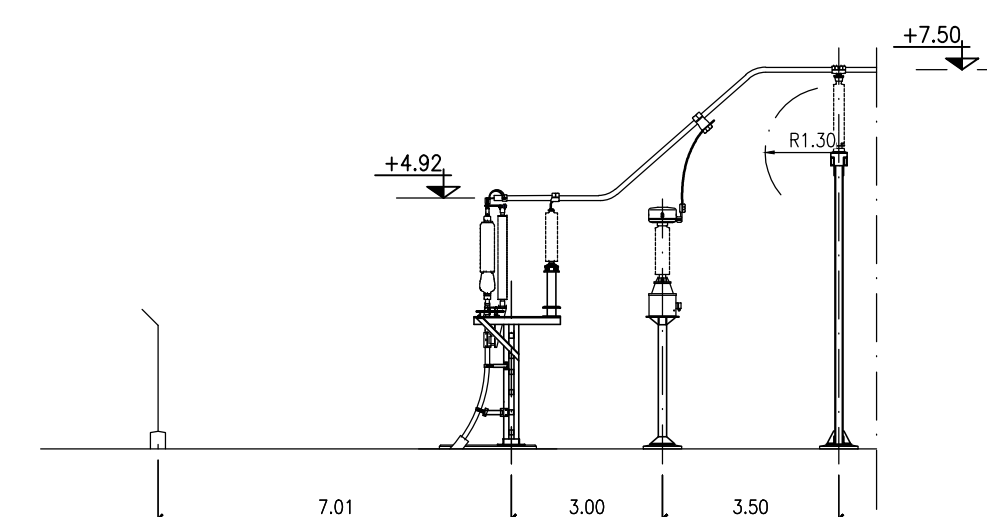
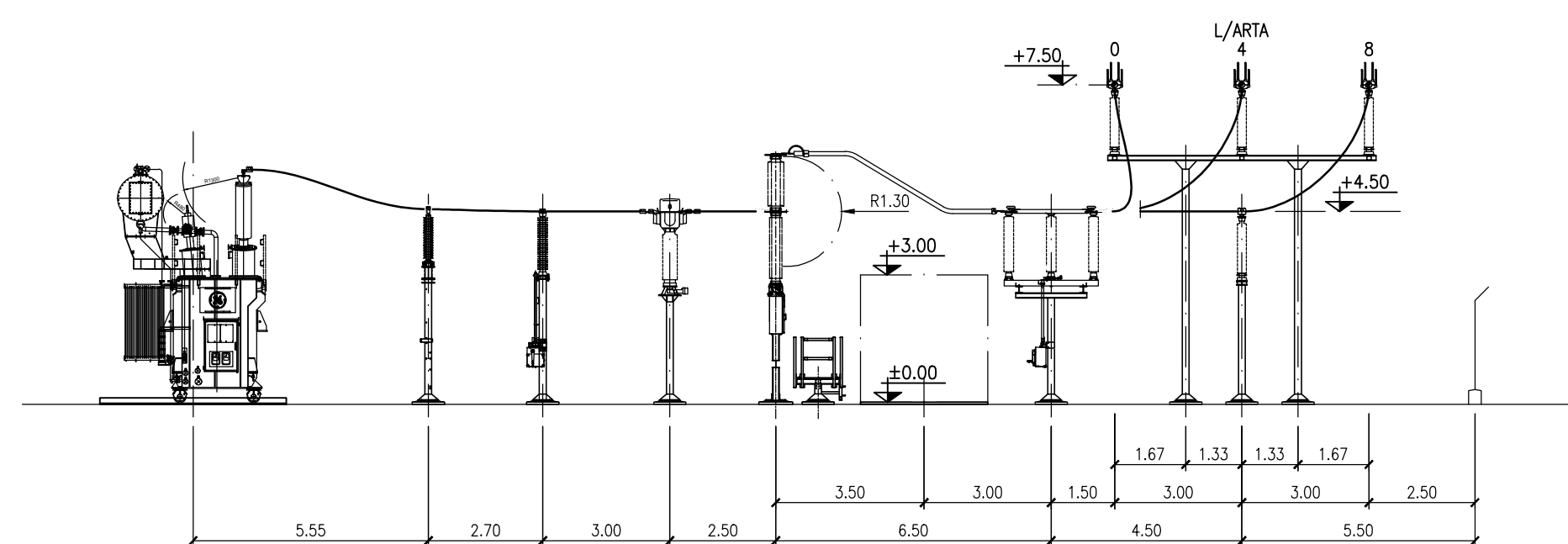
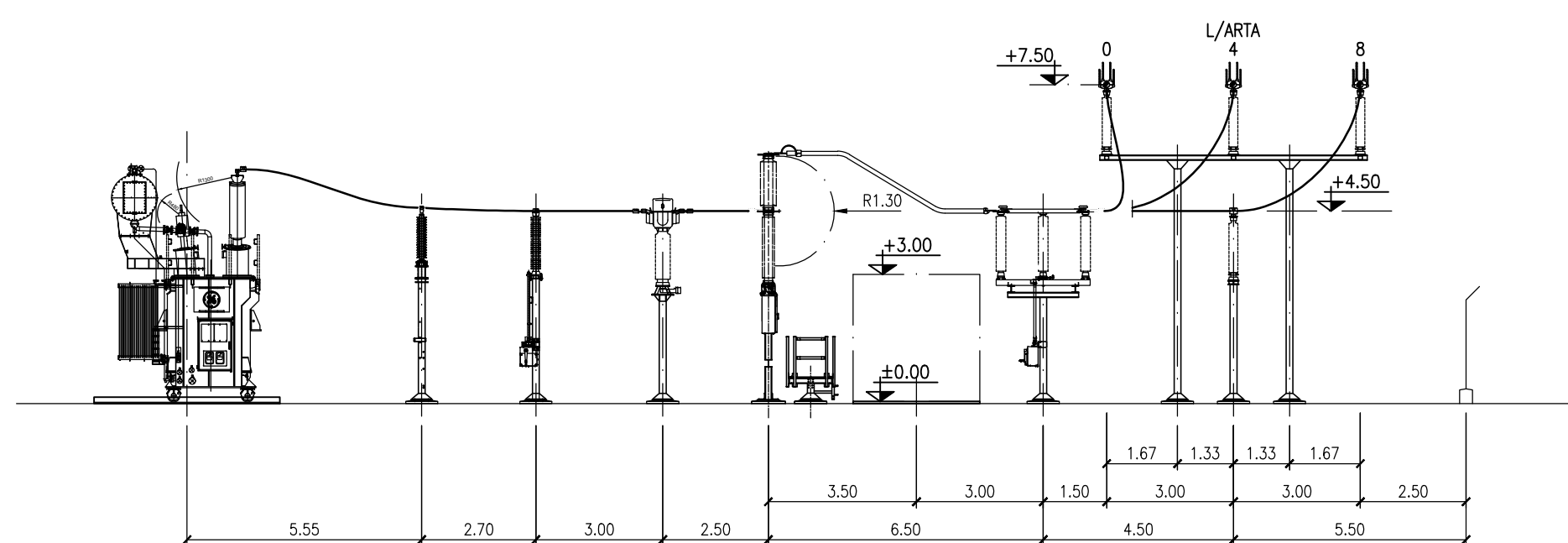
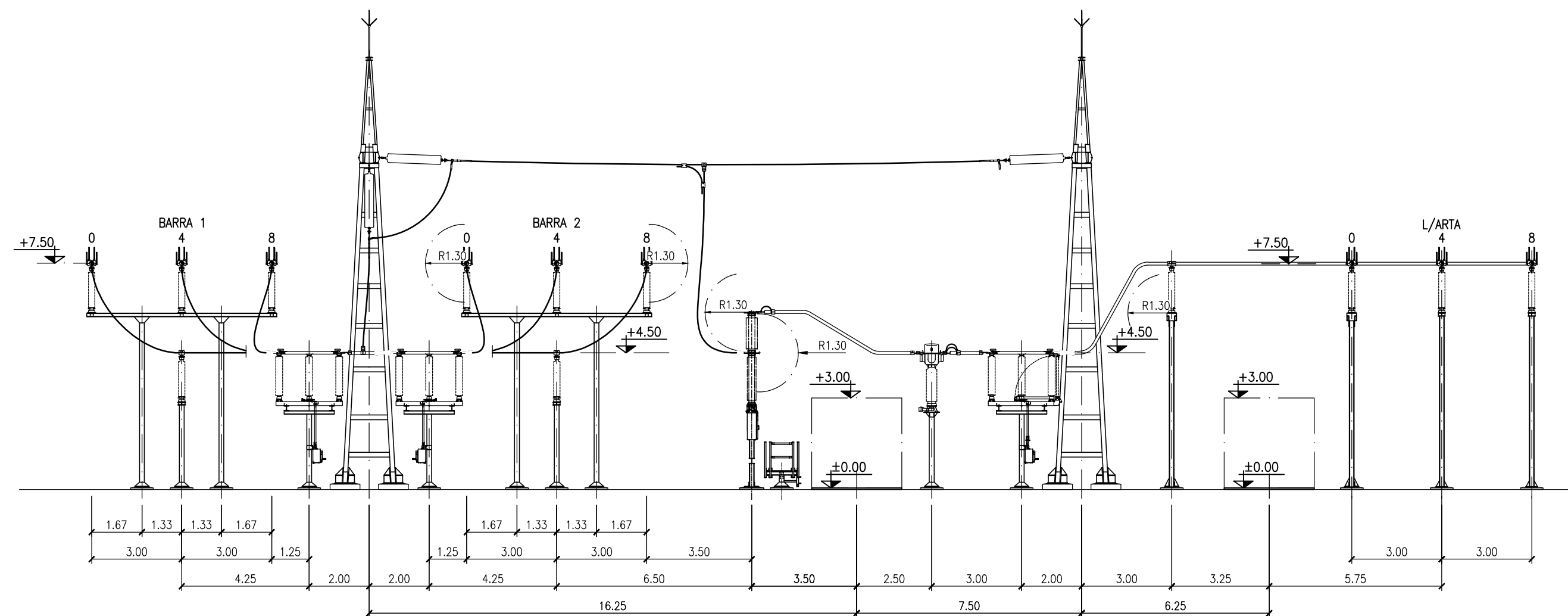
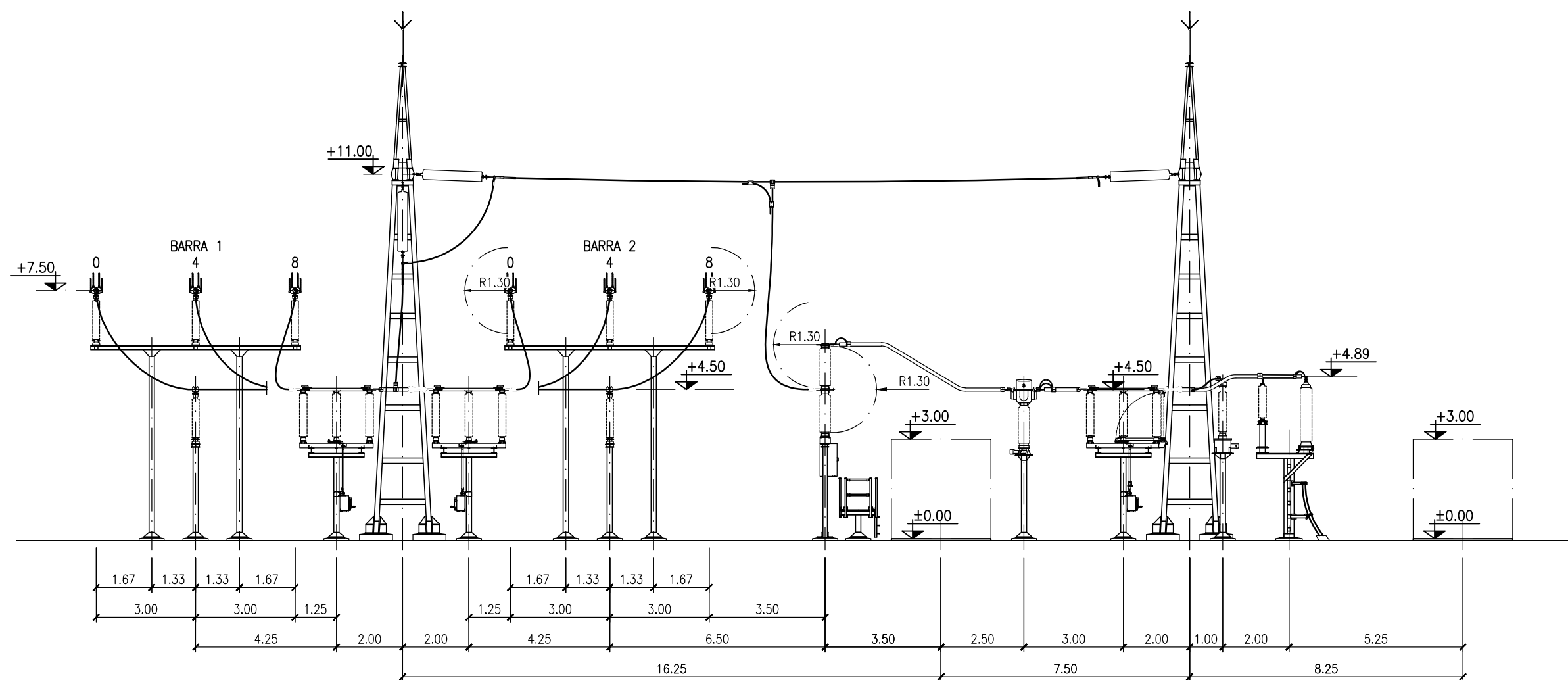
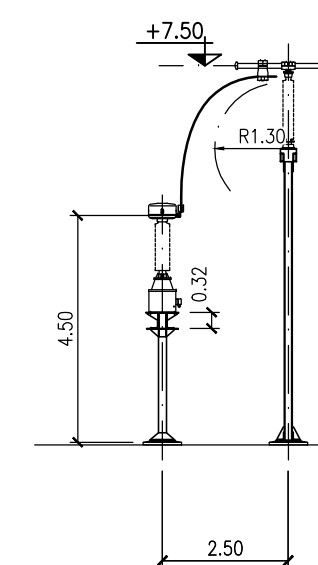
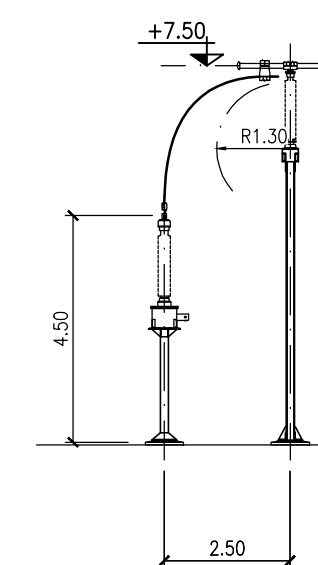
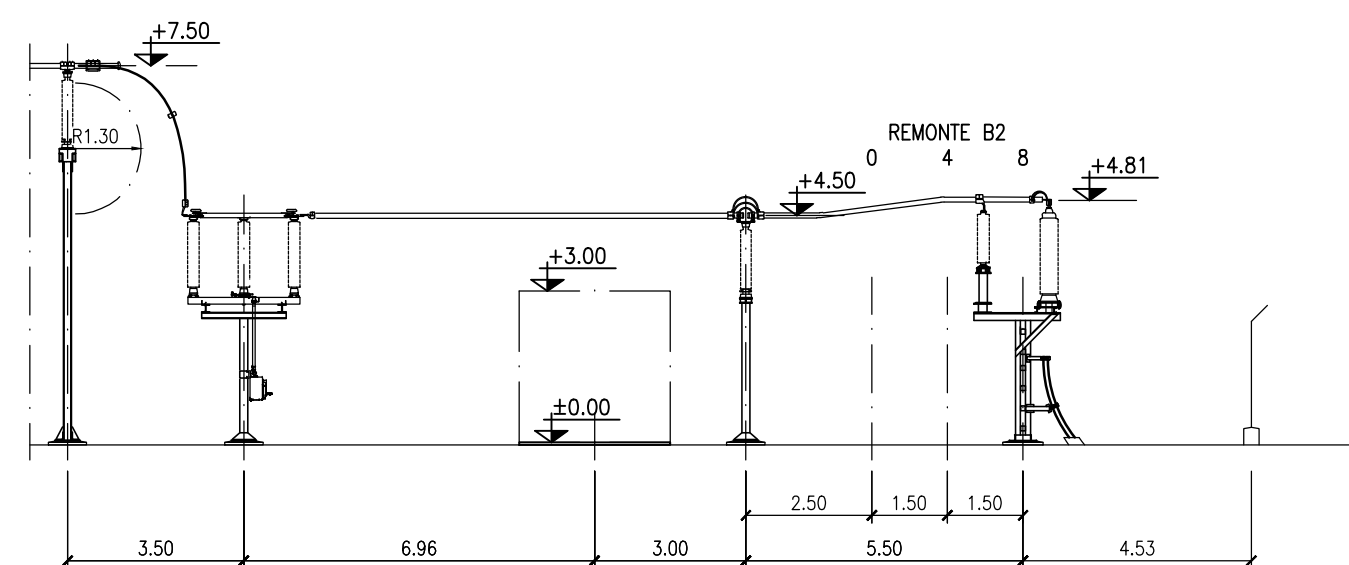
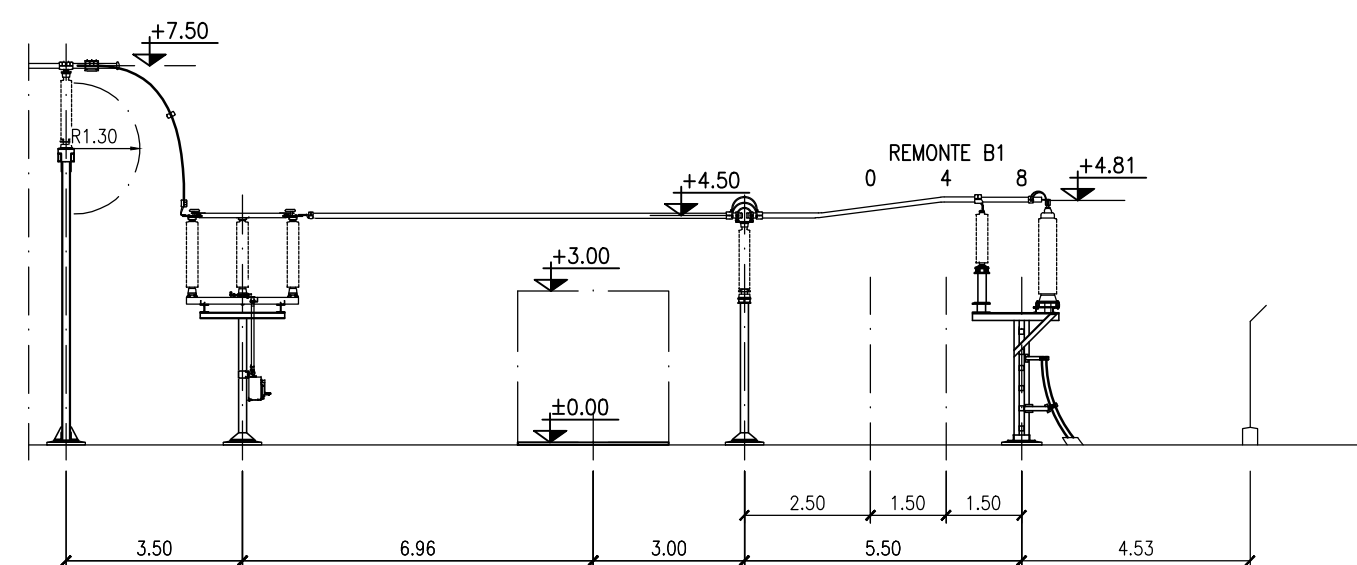
A	JUL-18	A.M.G.	R.E.E.	COMENTARIOS REE	
C	ENE-18	F.F.D.	R.E.E.	AMPLIACION SE (J-0834-52978)	
EDICION	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCION	
 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA Grupo Red Eléctrica			132 kV CIUDEDELA		VALIDO PARA PPA 0
			TITULO		COORD. TUBO CODIGO J-0848-52978
			PLANTA GENERAL DESCRIPCION INICIAL		A1 1:250 P* P-CIUB2044 HOJA



B	ABR.-20	LCL	R.E.E.	AMPLIACIÓN POSICIÓN L/ V.E.R.E.
A	JUL.-18	AM.G.	R.E.E.	COMENTARIOS: R.E.E.
0	ENE.-18	F.F.D.	R.E.E.	AMPLIACIÓN SE (J-0834-S2978)
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA Grupo Red Eléctrica				INSTALACIÓN 132 kV CIUADALEA
TÍTULO				VALÍDO PARA PTA. 0 COORD. J-0849-S2978 AT 1/250 N° P-CIU2044 HOJA
PLANTA GENERAL				
SITUACIÓN FUTURA				



A	OCT-19	A.R.L.	R.E.E.	ACTUALIZACIÓN DE LOTE DE BOTELLA TERMINAL	
0	ENE-18	F.F.D.	R.E.E.	AMPLIACIÓN SE (J-0834-S2978)	
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN	
 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA Grupo Red Eléctrica		INSTALACION		132 KV CIUDADA	VALIDO PARA PTA 0 COMIDA ☐ TRUSS ☐ CODIGO J-0848-S2978
		TITULO		SECCIONES GENERALES	

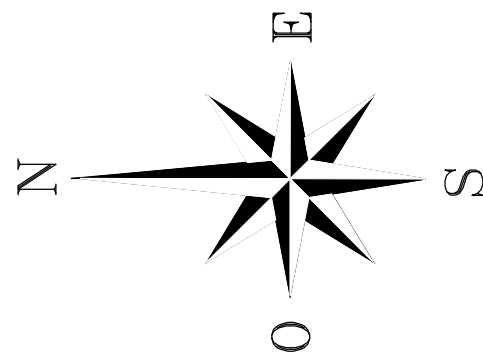


**[[[NUEVA AMPLIACIÓN
(J-0848-S2978)**

NOTAS:
1. ELEVACIONES Y COTAS EN METROS.

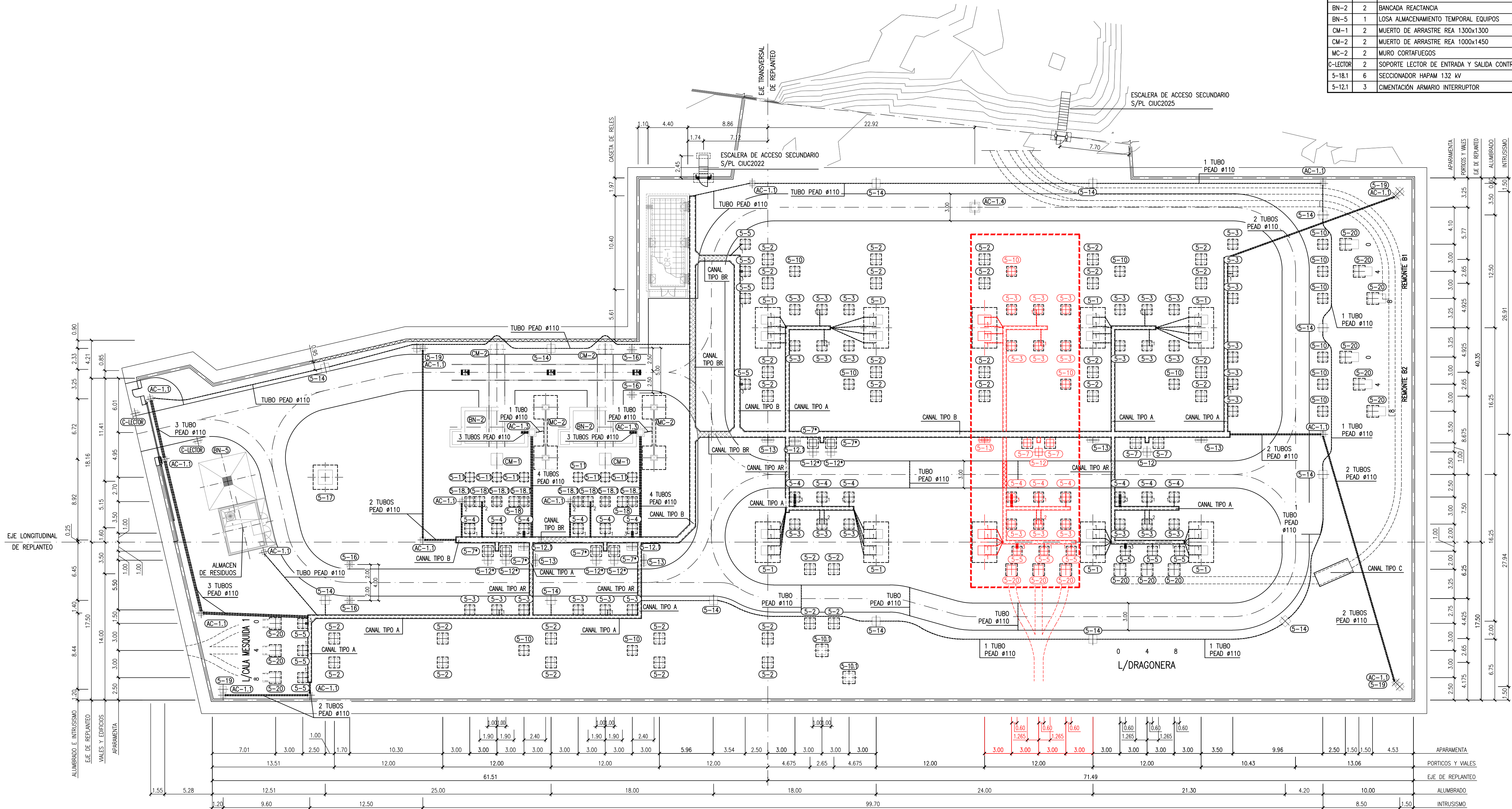
PLANOS DE REFERENCIA:
P-CIUB2044 PLANTA GENERAL

B	MAY.-20	LCL	R.E.E.	AMPLIACIÓN POSICIÓN L/1 E.V.R.E.
A	OCT.-19	A.R.L	R.E.E.	ACTUALIZACIÓN DE LOTE DE BOTELLA TERMINAL
0	ENE.-18	F.F.D.	R.E.E.	AMPLIACIÓN SE (J-0834-S2978)
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA Grupo Red Eléctrica				132 kV CIUDADELA
TÍTULO				VÁLIDO PARA PTA. 0 COORD. HUSO COORD. J-0849-S2978 AT 1/150 N° P-CUB2045 HOJA
SECCIONES GENERALES				



RELACION DE CIMENTACIONES AMPLIACION POSICION L/E.V.R.E.				
POS.	CANT.	DENOMINACION	PLANO N°	OBSERVACIONES
5-1	2	PILAR PORTICO PRINCIPAL 132 kV	CIUC5112	---
5-3	9	SECCIONADOR ROTATIVO 132 kV	CIUC5114	---
5-4	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 132 kV	CIUC5115	---
5-5	3	TRANSFORMADOR DE TENSION 132 kV	CIUC5116	---
5-7	2	INTERRUPTOR	CIUC5117	---
5-10	2	AISLADOR DE APOYO	CIUC5118	---
5-12	1	PLATAFORMA INTERRUPTOR	CIUC5117	---
5-13	1	ARMARIO CENTRALIZACION FUERZA Y CONTROL	CIUC5121	---
5-20	3	BOTELLA TERMINAL 132 kV	CIUC5120	---

RELACION DE CIMENTACIONES				
POS.	CANT.	DENOMINACION	PLANO N°	OBSERVACIONES
5-1	8	PILAR PORTICO PRINCIPAL 132 kV	CIUC5112	---
5-2	34	PORTICO BARRAS PRINCIPALES 132 kV	CIUC5113	---
5-3	30	SECCIONADOR ROTATIVO 132 kV	CIUC5114	---
5-4	12	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 132 kV	CIUC5115	---
5-5	10	TRANSFORMADOR DE TENSION 132 kV	CIUC5116	---
5-7	2	INTERRUPTOR	CIUC5117	L/ DRAGONERA
5-7*	6	INTERRUPTOR	CIUC5159	L/ARIA, REA 3 Y REA 4
5-10	12	AIASLADOR DE APOYO	CIUC5118	---
5-10.1	2	AIASLADOR DE APOYO. DIMENSIONES ESPECIALES	CIUC5145	---
5-11	6	AUTOVALVULA 132 kV	CIUC5119	---
5-12	1	PLATAFORMA INTERRUPTOR	CIUC5117	L/ DRAGONERA
5-12*	6	CIMENTACION PLATAFORMA INTERRUPTOR	CIUC5159	L/ARIA, REA 3 Y REA 4
5-13	5	ARMARIO CENTRALIZACION FUERZA Y CONTROL	CIUC5121	---
5-14	13	COLUMNA DE ALUMBRADO	CIUC5122	---
5-16	4	SOPORTE GALIBO	CIUC5124	---
5-17	1	PUNTA FRANKLIN	CIUC5125	---
5-18	4	SECCIONADOR P.a.T. 132 kV	CIUC5126	---
5-19	4	BACULO CAMARAS SEGURIDAD	CIUC5127	---
5-20	12	BOTELLA TERMINAL 132 kV	CIUC5120	---
AC-1.1	15	ARQUETA TIPICA PARA CABLES	CIUC5137	---
AC-1.3	2	ARQUETA TIPICA PARA CABLES	CIUC5137	---
AC-1.4	1	ARQUETA TIPICA PARA CABLES	CIUC5137	NOTA 3
BN-2	2	BANCADA REACTANCIA	CIUC5128	---
BN-5	1	LOSA ALMACENAMIENTO TEMPORAL EQUIPOS	CIUC5129	---
CM-1	2	MUERTO DE ARRASTRE REA 1300x1300	CIUC5128	---
CM-2	2	MUERTO DE ARRASTRE REA 1000x1450	CIUC5128	---
MC-2	2	MURO CORTAFUEGOS	CIUC5130	---
C-LECTOR	2	SOPORTE LECTOR DE ENTRADA Y SALIDA CONTROL DE ACCESOS	CIUC5142	---
5-18.1	6	SECCIONADOR HAPAM 132 kV	CIUC5158	---
5-12.1	3	CIMENTACION ARMARIO INTERRUPTOR	CIUC5160	---



NUEVA AMPLIACION
(J-0848-52978)

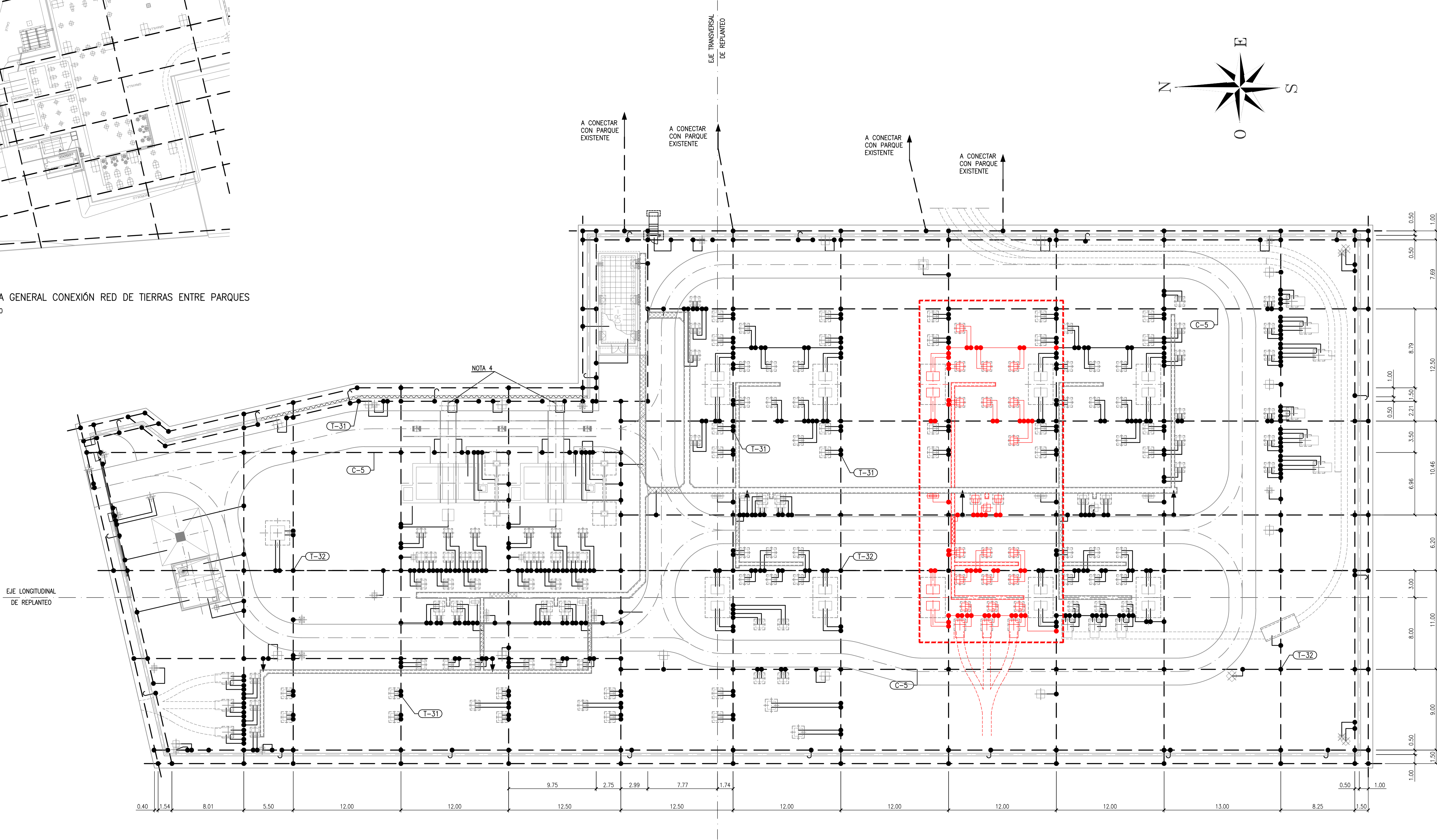
- NOTAS:
- ELEVACIONES Y COTAS EN METROS. DIAMETROS EN MILIMETROS.
 - LA CIFRA INDICADA EN ALGUNAS CIMENTACIONES (1,2,3,...) CORRESPONDE AL NUMERO DE TUBOS DE Ø90mm NECESARIOS SEGUN DETALLE DE LA CIMENTACION CORRESPONDIENTE.
 - ARQUETA PARA TIRAZADO DE CABLES DE CONTROL DESDE S.E. EXISTENTE S/PL. CIUB1016

PLANOS DE REFERENCIA:
P-CIUB2044 PLANTA GENERAL
P-CIUB2045 SECCIONES GENERALES

F	ABR-20	L.C.L.	R.E.E.	AMPLIACION POSICION L/ E.V.R.E.
E	JUL-19	A.M.G.	R.E.E.	ACTUALIZACION DE LOTES
O	ENE-18	A.M.G.	R.E.E.	AMPLIACION SE (J-0834-52978)
EDICION	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCION
INSTALACION				132 kV CIUDADELA
VALIDO PARA PTA 0				COORD. HUBO
TITULO				PLANTA GENERAL CIMENTACIONES Y CANALES
CODIGO				J-0848-52978
N°				P-CIUC5107



PLANTA GENERAL CONEXIÓN RED DE TIERRAS ENTRE PARQUES
E:1/100



SÍMBOLOS

- SOLDADURA EXOTERMICA EN CRUZ O EN "T"
- CONEXION A ESTRUCTURA (LOS LATIGUILLOS IRAN PROTEGIDOS CON TUBO CORRUGADO SENCILLO DE DIAMETRO MAYOR DE 20 mm)
- CONEXION A CERRAMIENTO
- CONEXION A RED DE TIERRAS DE ACOMPAÑAMIENTO (HASTA DENTRO DE CANAL DE CABLES CERCANO)
- MALLA PRINCIPAL DE CABLE DE Cu DE 120 mm2 A 60 cm DE PROFUNDIDAD (SE EJECUTARA PREFERENTEMENTE DURANTE LOS TRABAJOS DE MOVIMIENTO DE TIERRA).
- CONEXIONES CON LA MALLA PRINCIPAL CON CABLE DE Cu DE 120 mm2 (SE REALIZARAN DURANTE LOS TRABAJOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS):
 - DEBAJO DE CADA CIMENTACION 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 DEJARAN LATIGUILLOS DE 1.50 m DE LONGITUD EN LA CIMENTACIÓN.
 - PARA LAS COLUMNAS PRINCIPALES SE DEJARAN LATIGUILLOS DE 2.0 m DE LONGITUD EN LA CIMENTACIÓN.
 - EN LOS MUROS CORTAFUEGOS SE DEJARAN LATIGUILLOS DE 2.50 m DE LONGITUD APROXIMADA EN AMBOS LADOS A LA ALTURA DEL EJE CENTRAL.
 - PARA LAS TIERRAS INTERIORES DE CASSETAS DEJAR LATIGUILLOS DE 1.50m EN EL INTERIOR

NOTAS:

- LOS SIGUIENTES ELEMENTOS DEBERÁN SER CONECTADOS A LA MALLA DE TIERRAS :
- CERRAMIENTO APROXIMADAMENTE CADA 20 m (MOVIMIENTO DE TIERRAS)
 - PUERTA DE ENTRADA SUBESTACION (MOVIMIENTO DE TIERRAS)
 - CERCOS METÁLICOS DE ARQUETAS (TANTO DE CABLES COMO DE DRENAJE) Y CANALES REFORZADOS (OBRA CIVIL)
 - MUERTOS DE ARRASTRE (OBRA CIVIL)
 - RAILES DE VIALES DE RODADURA (OBRA CIVIL)
 - CIMENTACIONES DE EDIFICIOS Y CASSETAS (OBRA CIVIL)
 - TODOS LOS ELEMENTOS METÁLICOS QUE SE EJECUTEN EN LA FASE DE MOVIMIENTO DE TIERRAS/OBRA CIVIL QUE REQUIERAN CONEXION A TIERRA.
1. SE DARÁ CONTINUIDAD EN LAS CASSETAS A LAS ARMADURAS DE MURO DE CIMENTACIÓN Y SOLERA
2. 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
3. SE CONECTARAN A TIERRA TODOS LOS ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO Y/O QUE TENGAN PARTES METÁLICAS.
4. EN CASO DE NO EXISTIR ESPACIO ENTRE LOS MUERTOS DE ARRASTRE Y EL VALLADO, PARA COLOCAR LA MALLA DE TIERRA, SE PROFUNDIZARA LA MISMA A COTA TAL QUE PASE BAJO LA CIMENTACIÓN DE LOS MUERTOS DE ARRASTRE.

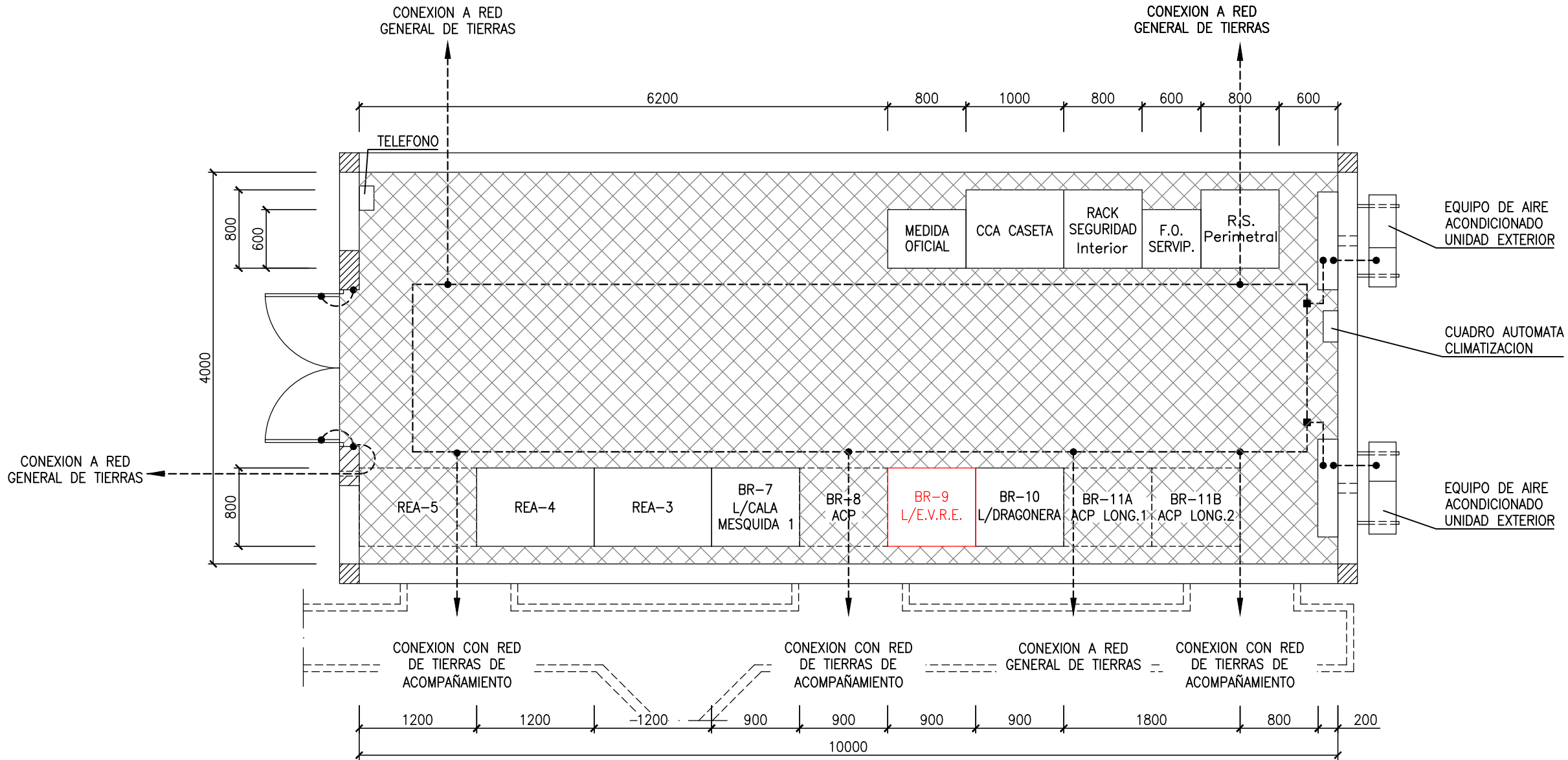
PLANOS DE REFERENCIA:
CUF1013 PLANTA GENERAL RED DE TIERRAS DE ACOMPAÑAMIENTO

RELACIÓN DE MATERIALES					
CODIGO/LOTE	POS.	CANT.	DENOMINACIÓN	OBSERVACIONES	SUMINISTRO
3050033	C-5	2013m	CABLE DE Cu DESNUDO DE 120mm2 ø14,2mm	--	CONTRATISTA
--	T-31	507+23	SOLDADURA EXOTERMICA EN "T" PARA CABLES DE Cu DESNUDOS 120mm2 (ø14,2mm)	--	CONTRATISTA
--	T-32	84	SOLDADURA EXOTERMICA EN CRUZ PARA CABLES DE Cu DESNUDOS 120mm2 (ø14,2mm)	--	CONTRATISTA
--	--	442+14	LATIGUILLO DE CONEXION A LA RED GENERAL DE TIERRAS	COMPUTADO POR UNIDAD	CONTRATISTA

RELACIÓN DE MATERIALES AMPLIACIÓN POSICIÓN L/E.V.R.E.					
CODIGO/LOTE	POS.	CANT.	DENOMINACIÓN	OBSERVACIONES	SUMINISTRO
3050033	C-5	-	CABLE DE Cu DESNUDO DE 120mm2 ø14,2mm	--	CONTRATISTA
--	T-31	-	SOLDADURA EXOTERMICA EN "T" PARA CABLES DE Cu DESNUDOS 120mm2 (ø14,2mm)	--	CONTRATISTA
--	T-32	-	SOLDADURA EXOTERMICA EN CRUZ PARA CABLES DE Cu DESNUDOS 120mm2 (ø14,2mm)	--	CONTRATISTA
--	--	57	LATIGUILLO DE CONEXION A LA RED GENERAL DE TIERRAS	COMPUTADO POR UNIDAD	CONTRATISTA

NUEVA AMPLIACIÓN
(J-0848-S2978)

E		ABR-20	L.C.L.	R.E.E.	AMPLIACIÓN POSICIÓN L/ E.V.R.E.	
D		JUL-19	A.R.L.	R.E.E.	ACTUALIZACIÓN DE LOTES	
O		ENE-18	A.L.L.	R.E.E.	AMPLIACIÓN SE (J-0834-S2978)	
EDICIÓN		FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN	
INSTALACIÓN		132 kV CIUDADELA			VÁLIDO PARA PTA 0	
COORD.		HUSO			CODIGO	
J-0848-S2978		TÍTULO			A1	
PLANTA GENERAL RED DE TIERRAS INFERIORES		P-0101012			HOJA	



SIMBOLOS:

- CABLE DESNUDO DE Cu de 120mm2
- +--- DERIVACION MEDIANTE GRAPA DE CONEXION (TIPO T-3, S/PL. CIUF2029)
- +--- DERIVACION EN "T" MEDIANTE SOLDADURA EXOTERMICA
- +--- CONEXION A EQUIPO O CUADRO MEDIANTE TERMINAL DE PRESION (TIPO T-5, S/PL. CIUF2029)
- +--- PUESTA A TIERRA PUERTAS Y MARCO CON CABLE AISLADO DE Cu 16mm2
- XXXX FALSO SUELO

NOTAS:

- LOS CABLES DE ACOMPAÑAMIENTO SE UTILIZARAN PARA LA CONEXION A TIERRA DE TODAS LAS PANTALLAS DE LOS CABLES DE FUERZA, MANDO Y CONTROL, REALIZADA EN LOS RESPECTIVOS CUADROS DE LA APARAMENTA Y EN LAS CASETAS DE RELES.
- EL FALSO SUELO SERA SUMINISTRADO Y MONTADO POR EL CONTRATISTA DE MONTAJE.

PLANOS DE REFERENCIA:

CIUF1013 PLANTA GENERAL. RED DE TIERRAS DE ACOMPAÑAMIENTO

NUEVA AMPLIACIÓN
(J-0848-S2978)

C	ABR-20	L.C.L.	R.E.E.	AMPLIACIÓN POSICIÓN L/ E.V.R.E.								
B	OCT-19	A.R.L.	R.E.E.	ACTUALIZACIÓN MEDIDA OFICIAL								
O	MAY-18	F.F.D.	R.E.E.	AMPLIACIÓN SE (J-0834-S2978)								
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN								
 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA Grupo Red Eléctrica			INSTALACIÓN		132 kV CIUADELA		VÁLIDO PARA PTA 0					
							COORD.		HUSO			
			TÍTULO		CASETA DE RELÉS CR-1 IMPLANTACIÓN DE EQUIPOS		CODIGO		J-0848-S2978			
							A3		1:50			
							Nº		P-CIUJ2002		HOJA	



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN CIUDADELA 132 kV

DOCUMENTO 4
PRESUPUESTO

Dirección de **Ingeniería y Construcción**
Dpto. **Ingeniería de Subestaciones**

diciembre de 2020



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 CIUDELA 132 kV (en euros)

Ingeniería de proyecto	40.827
Materiales.....	465.745
Aparamenta y materiales de alta tensión	374.500
Protecciones, control y comunicaciones.....	88.830
<i>Bastidores cuadros y convertidores.....</i>	<i>12.782</i>
<i>Sistemas de control</i>	<i>10.834</i>
<i>Sistemas de comunicación</i>	<i>20.000</i>
<i>Protecciones</i>	<i>20.138</i>
<i>Servicios auxiliares, baterías y alumbrado</i>	<i>2.487</i>
<i>Cables.....</i>	<i>22.589</i>
Estructura metálica	2.415
Construcción	227.904
Obra civil y montaje electromecánico	148.989
Pruebas y puesta en servicio	36.000
Servicios diversos	42.915
TOTAL PRESUPUESTO 4.1.....	734.476 euros

PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL (en euros)

Seguridad y salud laboral	4.444
TOTAL PRESUPUESTO 4.2.....	4.444 euros

PRESUPUESTO TOTAL

SUBESTACIÓN	734.476
SEGURIDAD Y SALUD LABORAL	4.444
<u>Total</u>	<u>738.920 euros</u>



El presupuesto total de la ampliación de la Subestación asciende a **SETECIENTOS TREINTA Y OCHO MIL NOVECIENTOS VEINTE EUROS.**

Madrid, diciembre de 2020

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

AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN CIUDADELA 132 kV

DOCUMENTO 5

ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS

Dirección de **Ingeniería y Construcción**
Dpto. **Ingeniería de Subestaciones**

diciembre de 2020



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/Octane. 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.

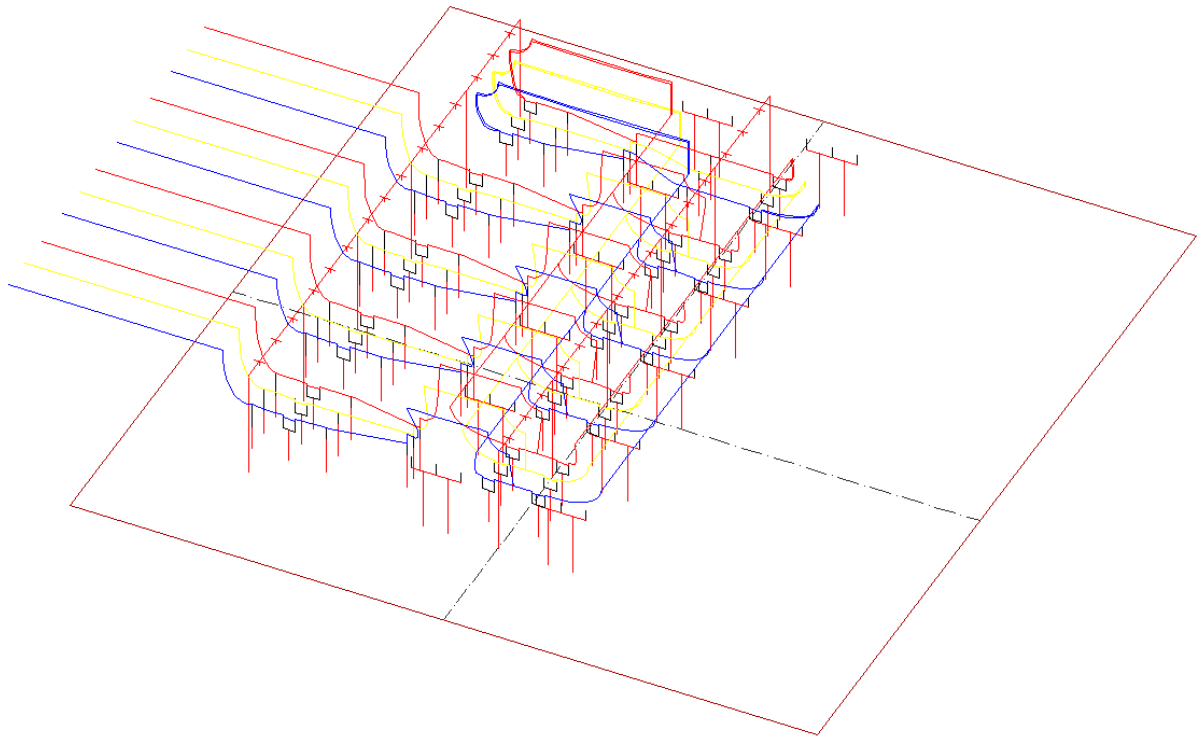


Fig 1: Modelo 3D de los cables de la instalación.

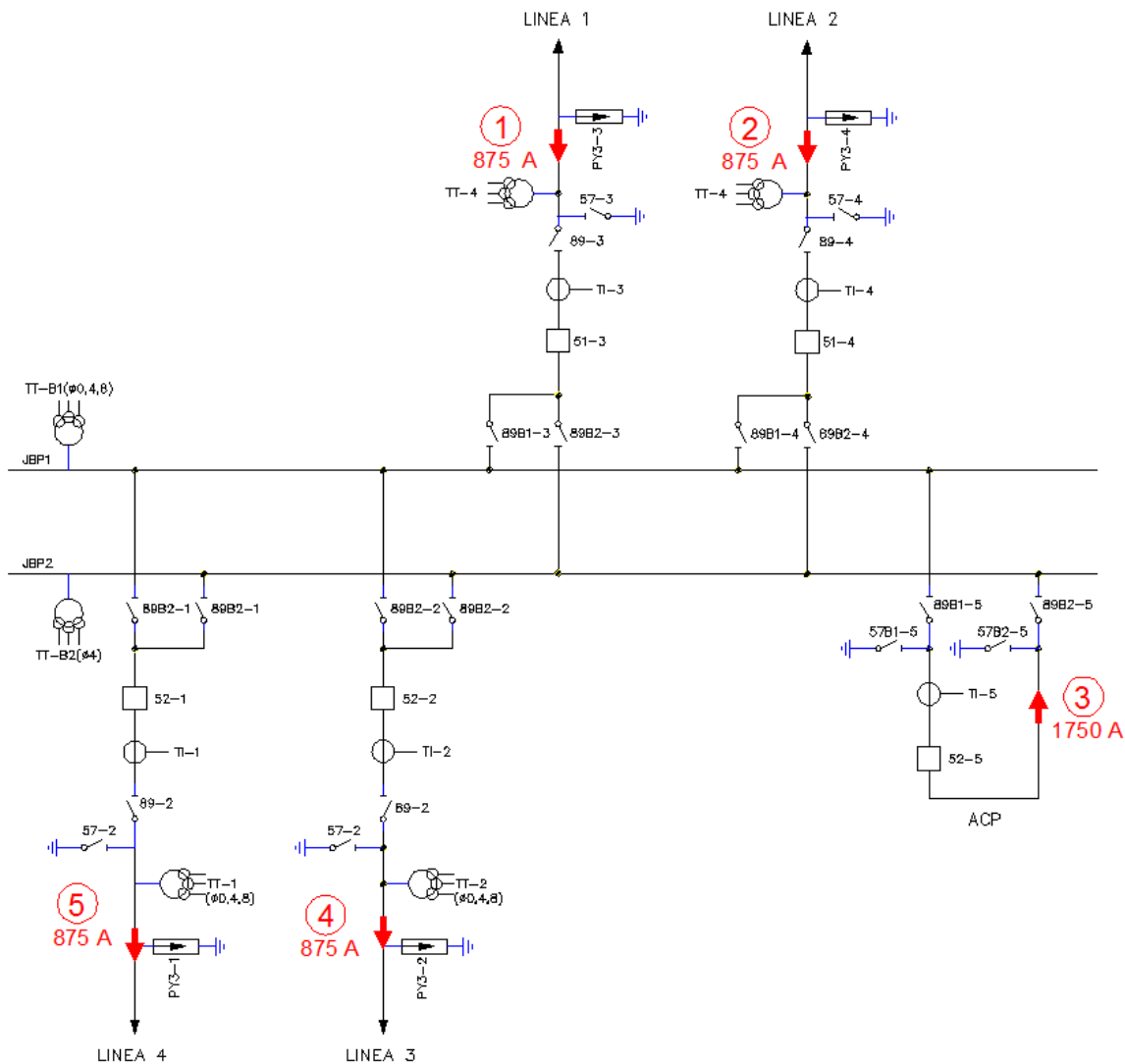


Fig 2: Unifilar con intensidades consideradas

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.

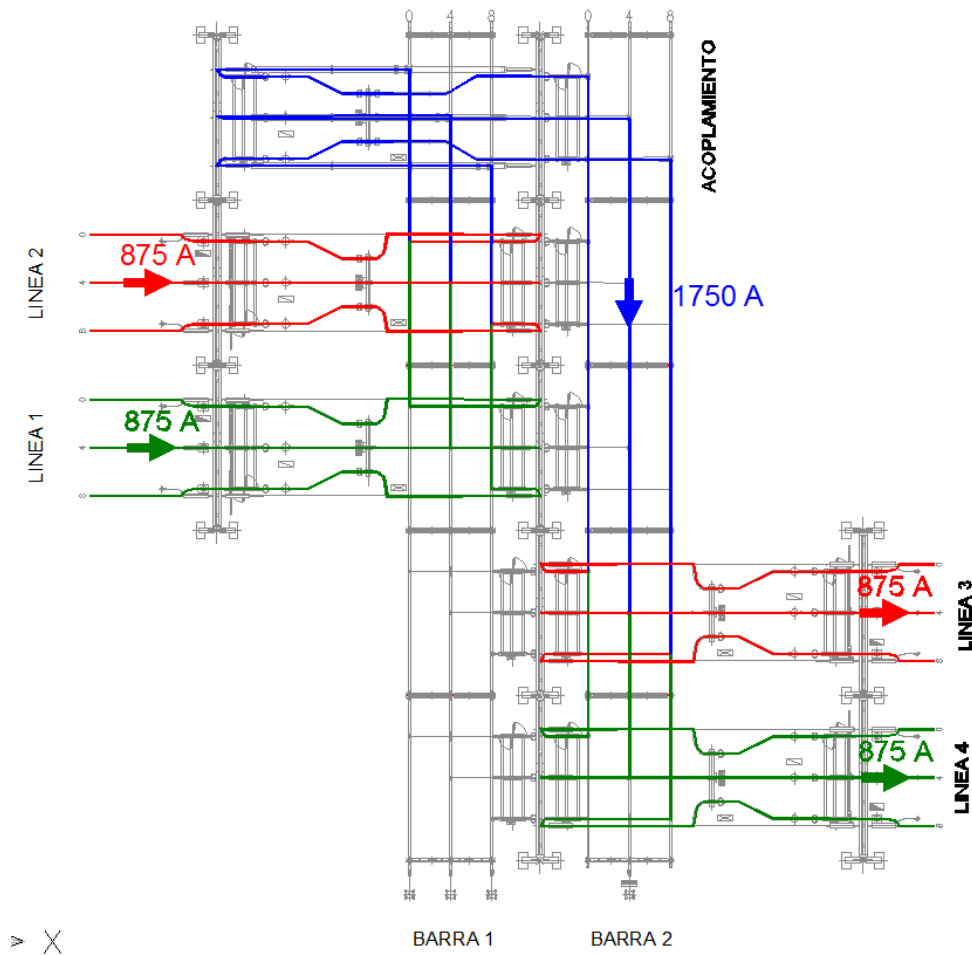


Fig 3: Intensidades estimadas para cálculo de campo magnético

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.





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.

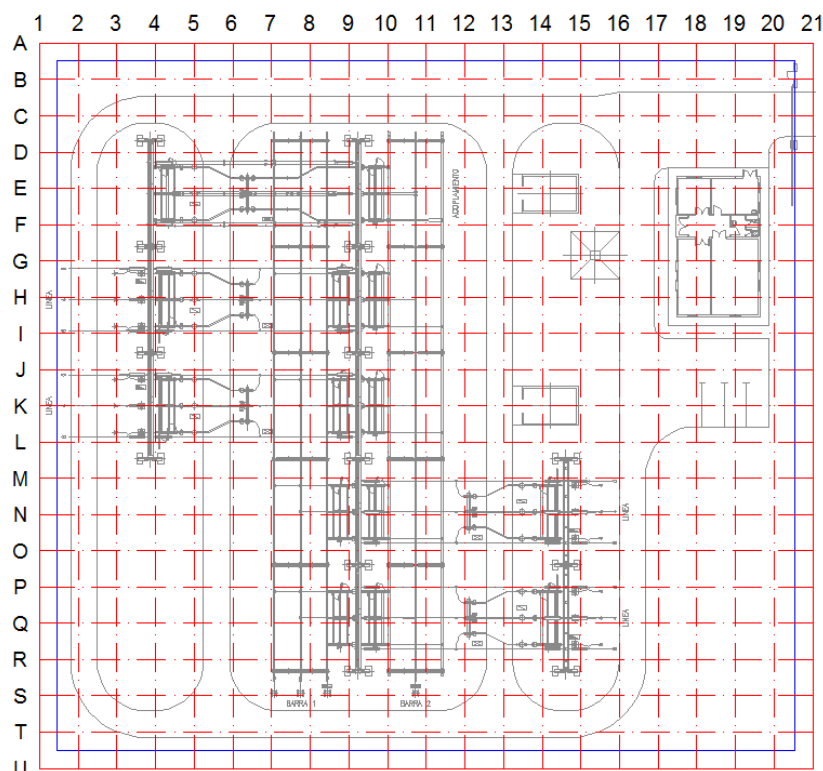


Fig 5: Cuadrícula para resumen de los resultados



	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, diciembre de 2020

El Ingeniero industrial

Luis Cabezón López

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.