

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN VITORIA 220 kV

COMUNIDAD AFECTADA

País Vasco

TÉRMINO MUNICIPAL

Vitoria-Gasteiz

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM - MADRID
Nº VISADO 202303820	FECHA DE VISADO 03/08/2023
VISADO	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE
11729 COIIM DAVID GONZÁLEZ JOUANNEAU	

Madrid, agosto de 2023
Rfª.: TI.S/2023/J-00K0-S0350-1

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN VITORIA 220 kV

ÍNDICE

		Nº DE PÁGINAS
DOCUMENTO 1	MEMORIA	18
ANEXO 1	CÁLCULOS	19
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	02
DOCUMENTO 4	PRESUPUESTO	03
DOCUMENTO 5	ESTUDIO CAMPOS MAGNÉTICOS	12

Madrid, agosto de 2023

El Ingeniero industrial



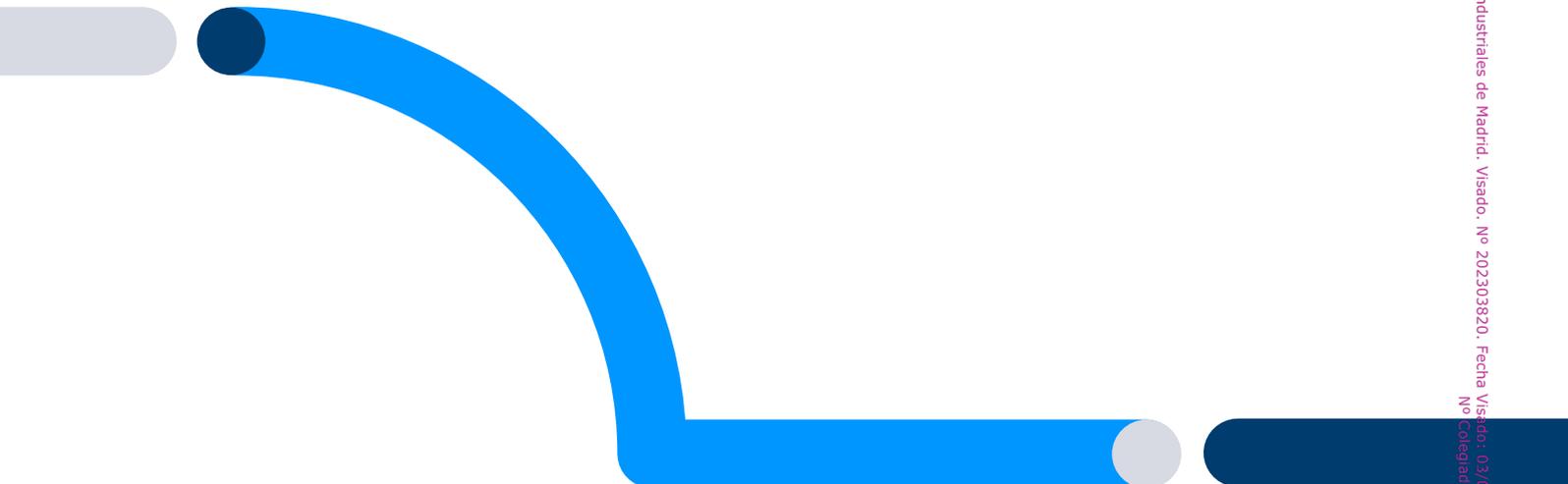
David González Jouanneau

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.

red eléctrica

Una empresa de Redeia



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN VITORIA 220 kV

DOCUMENTO 1

MEMORIA

Dirección de **Ingeniería y Construcción**
Departamento de **Ingeniería de Subestaciones**
agosto de 2023

Índice

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	5
1.5	ESQUEMA DE LA ACTUACIÓN.....	6
2	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS EN LA SUBESTACIÓN DE VITORIA	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	7
2.2.1	Descripción general de la instalación.....	7
2.2.2	Configuración y disposición general de la instalación	7
2.3	SISTEMA ELÉCTRICO.....	7
2.3.1	Magnitudes eléctricas	7
2.3.2	Distancias.....	7
2.3.3	Embarrados.....	10
2.3.4	Características de la aparamenta	10
2.4	RED DE TIERRAS.....	12
2.4.1	Red de tierras inferiores	12
2.4.2	Red de tierras superiores.....	12
2.5	ESTRUCTURAS METÁLICAS.....	12
2.6	SISTEMAS DE CONTROL Y PROTECCIÓN.....	12
2.6.1	Sistemas de control	12
2.6.2	Sistemas de protecciones.....	13
2.7	SERVICIOS AUXILIARES	13
2.8	SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES	14
2.9	OBRA CIVIL Y EDIFICACIÓN	14
2.9.1	Movimiento de tierras	14
2.9.2	Drenajes	14
2.9.3	Cimentaciones, viales y canales de cables.....	14

2.9.4	Accesos.....	15
2.9.5	Edificios y casetas	15
2.9.6	Cerramiento.....	15
2.10	INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA.....	15
2.10.1	Alumbrado.....	15
2.10.2	Fuerza.....	15
2.11	SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y ANTIINTRUSISMO	15
3	NORMATIVA APLICADA.....	17
4	PLAZO DE EJECUCIÓN Y FECHA PREVISTA DE PUESTA EN SERVICIO.....	18

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 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 VITORIA en el parque de 220 kV, con objeto de la integración de renovables facilitando el derecho de acceso y conexión a la Red de Transporte a un Agente que cumple los requisitos establecidos en la regulación vigente. La instalación se ubica en el término municipal de Vitoria-Gasteiz, provincia de Álava, dentro de la Comunidad Autónoma de País Vasco.

El presente proyecto favorecerá una mayor penetración de energías renovables en el sistema eléctrico posibilitando el cumplimiento de la [Ley 7/2021, de 20 de mayo](#), de cambio climático y transición energética, en la que se establece para 2030 un 74% de generación eléctrica a partir de energías de origen renovable, y 100% en 2050, así como de la Directiva 2012/27/UE. 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.

La citada ampliación se encuentra recogida en el documento de Planificación Energética, Plan de desarrollo de la red de transporte de energía eléctrica 2021-2026, aprobada mediante Acuerdo del Consejo de Ministros de fecha 22 de marzo de 2022 y publicada por Resolución de la Secretaria de Estado de Energía de fecha de abril de 2022 («Boletín Oficial del Estado» n.º 93, de 19 de abril de 2022).

1.2 OBJETO

De conformidad con lo establecido en la referida Ley 24/2013, de 26 de diciembre 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 del presente proyecto, **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 VITORIA en el parque de 220 kV (nueva posición de interruptor).
- **Autorización administrativa de construcción** para la ampliación de la subestación VITORIA en el parque de 220 kV (nueva posición de interruptor).

Asimismo, en el orden técnico, su objeto es informar de las características de la instalación proyectada, así como mostrar su adaptación a lo establecido en 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.

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 Vitoria-Gasteiz.
- Servicio de Energía del Departamento de Desarrollo Económico e Infraestructuras. Gobierno Vasco.
- I-DE Redes Eléctricas Inteligentes.

1.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Parque de 220 kV

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

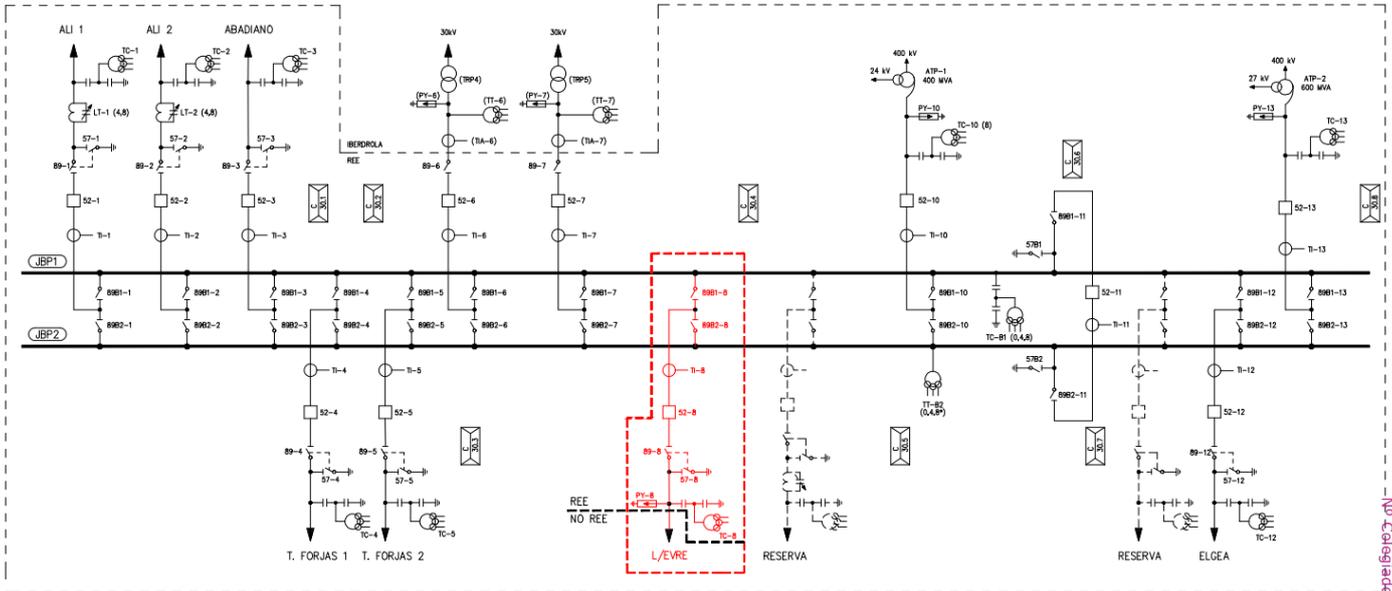
Nº de posiciones	1
------------------	---

- **Características:**

Tecnología	AIS
Instalación	Convencional exterior
Configuración	Doble barra
Intensidad de cortocircuito de corta duración	40 kA

1.5 ESQUEMA DE LA ACTUACIÓN

La actuación consiste en la ampliación de la subestación VITORIA 220 kV tipo AIS con configuración de Doble barra con acoplamiento. El esquema unifilar del parque de 220 kV donde se recogen las actuaciones a realizar se muestra a continuación.



Subestación eléctrica VITORIA, parque 220 kV

Colegiado Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303820. Fecha Visado: 03/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <https://www.colim.es/Verificacion>. Cod.Ver: 37054211. Nº Colegiador: 11729. Colegiado: DAVID GONZÁLEZ JOUANNEAU

2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS EN LA SUBESTACIÓN DE VITORIA

2.1 GENERALIDADES E HIPÓTESIS DE DISEÑO

2.1.1 Características básicas y emplazamiento

La subestación de VITORIA 220 kV está situada en el término municipal de Vitoria-Gasteiz, provincia de Álava, Comunidad Autónoma del País Vasco.

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

La subestación actual está realizada con tecnología AIS con configuración Doble barra y de acuerdo con la misma, se prevé la ampliación proyectada.

2.1.2 Hipótesis de diseño

- **Condiciones ambientales**

Las condiciones ambientales del emplazamiento son las siguientes:

- Altura media sobre el nivel del mar 525 m
- Temperaturas extremas +39,8° C/-21° 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.

Los embarrados y tendidos altos se han diseñado considerando la Zona B 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 Estructural 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 0,04g, siendo en Vitoria-Gasteiz de < 0,04g por lo que no se tendrán en cuenta estas acciones sísmicas.

- **Datos de cortocircuito**

El proyecto considera una intensidad de cortocircuito de corta duración de 40 kA.

Las intensidades de cortocircuito previstas en el horizonte 2026 para el parque de 220 kV son las siguientes:

- Monofásica 19,77 kA
- Trifásica 19,81 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 ohm*m.

2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

2.2.1 Descripción general de la instalación

El parque de 220 kV en la subestación de VITORIA responde a las siguientes características principales:

- Tensión nominal 220 kV

- Tensión más elevada para el material (Um) 245 kV
- Tecnología AIS
- Instalación Convencional exterior
- Configuración Doble barra
- Intensidad de cortocircuito de corta duración 40 kA

2.2.2 Configuración y disposición general de la instalación

Calle	Existente		Con la ampliación		
	Posición	Nº de interruptores	Posición	Nº de interruptores	Nº de interruptores nuevos
1	ALI 1	1	ALI 1	1	0
2	ALI 2	1	ALI 2	1	0
3	ABADIANO	1	ABADIANO	1	0
4	T DE FORJAS 1	1	T DE FORJAS 1	1	0
5	T DE FORJAS 2	1	T DE FORJAS 2	1	0
6	Transformador distribución TRP4	1	Transformador distribución TRP4	1	0
7	Transformador distribución TRP5	1	Transformador distribución TRP5	1	0
8	RESERVA	0	EvRE	1	1
9	RESERVA	0	RESERVA	0	0
10	Transformador transporte ATP1	1	Transformador transporte ATP1	1	0
11	Acoplamiento de barras principales ACP	1	Acoplamiento de barras principales ACP	1	0
12	ELGEA	1	ELGEA	1	0
13	Transformador transporte ATP2	1	Transformador transporte ATP2	1	0

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

2.3 SISTEMA ELÉCTRICO

2.3.1 Magnitudes eléctricas

Las magnitudes eléctricas básicas de diseño adoptadas para el parque de **220 kV**:

- Tensión nominal 220 kV
- Tensión más elevada para el material (Ve) 245 kV
- Neutro Rígido a tierra
- Intensidad de cortocircuito trifásico (valor eficaz)..... 40 kA
- Tiempo de extinción de la falta 0,5 seg
- Nivel de aislamiento:
 - Tensión soportada a frec. industrial del corta durac..... 460 kV
 - Tensión soportada a impulso tipo rayo..... 1.050 kV
- Línea de fuga mínima para aisladores..... 6.125 mm (25 mm/kV)

2.3.2 Distancias

Las distancias mínimas adoptadas para el parque de 220 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 2.100 mm

Distancias fase-fase:

- Conductores paralelos 2.100 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 1.100 mm
- Conductor-conductor 1.100 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 220 kV:

- Entre ejes de aparellaje 4.000 mm
- Entre ejes de conductores tendidos 4.500 mm
- Anchura de calle 17.000 mm
- Altura de embarrados de interconexión entre aparatos 6.000 mm
- Altura de embarrados principales altos 11.400 mm
- Altura de tendidos altos 16.910 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 220 kV estarán dispuestos en tres niveles:

- Embarrados bajos, conexiones entre aparatos a 6 m de altura. Se realizarán con cable dúplex de aluminio-acero.
- Embarrados altos, barras principales existentes de tubo de aluminio a 11,4 m de altura con cable dúplex de aluminio-acero.
- Tendidos altos de cable dúplex de aluminio-acero a 16,91 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 Rail
- Tipo Dúplex
- Sección total del conductor 516,82 mm²
- Diámetro exterior 29,61 mm

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 220 kV.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303820. Fecha Visado: 03/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <https://www.colim.es/Verificacion>. Cod.Ver: 37054211. Nº Colegiado: 1779. Colegiado: DAVID GONZÁLEZ JOU. NINNEAU

Equipos con aislamiento en Aire

- **Interruptores automáticos:**

- Tensión más elevada..... 245 kV
- Intensidad nominal..... 3.150 A
- Intensidad límite térmica 40 kA
- Frecuencia nominal..... 50 Hz
- Tipo de mando..... Unipolar
- Tecnología cámara de corte SF6

- **Transformadores de intensidad:**

- Tensión más elevada..... 245 kV
- Intensidad límite térmica 40 kA

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

- **Transformadores de tensión**

- Tensión más elevada..... 245 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 220 kV serán de tipo rotativo de tres columnas, de mando tripolar motorizado, y con las siguientes características:

- Tensión más elevada..... 245 kV
- Intensidad nominal..... 2000 A
- Intensidad límite térmica 40 kA
- Tipo de seccionador..... rotativo de tres columnas
- Tipo de mando..... tripolar motorizado

- **Seccionadores de Puesta a Tierra: Tripolar, con cuchilla de puesta a tierra, de mando tripolar motorizado, y de las siguientes características:**

- Tensión más elevada..... 245 kV
- Intensidad límite térmica 40 kA.

- **Pararrayos:**

Se dispondrán autoválvulas con las siguientes características:

- Tensión nominal 198 kV
- Tensión operación continua >152 kV
- Intensidad nominal de descarga 10 kA

- **Aisladores de apoyo:**

Los aisladores soporte para la interconexión de aparamenta del parque de 220 kV se seleccionan con línea de fuga normal (LNF) y tienen las siguientes características:

- Tipo C6-1050 (LNF)

- Carga de rotura a flexión 6.000 N
- Carga de rotura a torsión 3.000 Nm
- Longitud línea de fuga 6.125 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 2026 (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 con equipos redundados, puesto de operación duplicado y unidades locales distribuidas. La unidad central redundada es la encargada de comunicarse con los despachos de operación.

La captación de la información necesaria para la operación local o remota (telecontrol) y la funcionalidad de control (mando, alarmas y señalizaciones) se ejecuta a cargo de las unidades locales de control de posición.

2.6.2 Sistemas de protecciones

Conforme a lo requerido en los “Criterios generales de protección” se define un sistema basado en dos sistemas de protección independientes que garantizan el despeje de las perturbaciones (faltas) en tiempos inferiores al tiempo crítico de la instalación.

Para los diferentes elementos de la subestación se consideran el siguiente equipamiento:

- **Línea EvRE:**

En cada posición se prevé la instalación de un bastidor de relés equipado con dos sistemas de protección independientes con las siguientes funciones principales:

- Función diferencial (87).
- Funciones de distancia (21).
- Reenganche (79). En el caso de líneas completamente soterradas, no se activa esta función. En el caso de líneas con tramos soterrados y tramos aéreos, se incluye la función PSOT que evita el reenganche cuando la falta es en el tramo soterrado.
- Sobreintensidad (51, 51N), sobre intensidad direccional de neutro (67N)
- Localizador de faltas y oscilografía.
- Protección contra sobretensiones (59).
- Funciones de interruptor (fallo de interruptor, sincronismo, mínima tensión, discordancia de polos, vigilancia de circuitos de disparo)
- Funciones de monitorización y medida

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.

Los equipos de la nueva posición que se alimenten en c.a. recibirán alimentación desde el cuadro de distribución de c.a. ubicado en la caseta ED-11 (CR30-4).

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 y telecontrol

Para la comunicación que requiere las funciones de protecciones de línea, de telecontrol y los servicios propios de telecomunicaciones se ha previsto desplegar equipos de transmisión (basados en tecnología MPLS, WDM o SDH) 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, sincronización horaria y telefonía, 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 las redes IP desplegadas en la subestación y permite el acceso a las funcionalidades de comunicación vocal normalizadas en RED ELÉCTRICA.

Ciberseguridad

Todos los sistemas de telecomunicaciones, control y protecciones deberán cumplir con las normas y criterios de ciberseguridad vigentes en RED ELÉCTRICA.

2.9 OBRA CIVIL Y EDIFICACIÓN

2.9.1 Movimiento de tierras

No se requiere movimiento de tierras para la ampliación de la subestación.

2.9.2 Drenajes

En la plataforma existen 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.

2.9.3 Cimentaciones, viales y canales de cables

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

Las nuevas cimentaciones a realizar serán las correspondientes al nuevo aparellaje a instalar.

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

2.9.4 Accesos

Se mantiene el acceso existente a la instalación.

2.9.5 Edificios y casetas

- **Edificio de mando y control**

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

- **Casetas de relés**

No será necesaria la construcción de nuevas casetas de relés.

2.9.6 Cerramiento

Se mantendrá el cerramiento existente que dispone la subestación.

2.10 INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA

2.10.1 Alumbrado

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

Si es necesario, 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 dispondrá de 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 adecuará una central para controlar el sistema de incendios e intrusión, encargado de activar y transmitir las alarmas generadas.

Se dispondrá de cámaras de seguridad en el parque ubicadas según indicaciones del departamento de seguridad de RED ELÉCTRICA.

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 62271-1:2019 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.

4 PLAZO DE EJECUCIÓN Y FECHA PREVISTA DE PUESTA EN SERVICIO

Se estima en 6 meses el tiempo necesario para la ejecución de las obras que se detallan en el presente Proyecto de Ejecución.

Madrid, agosto de 2023

El Ingeniero industrial



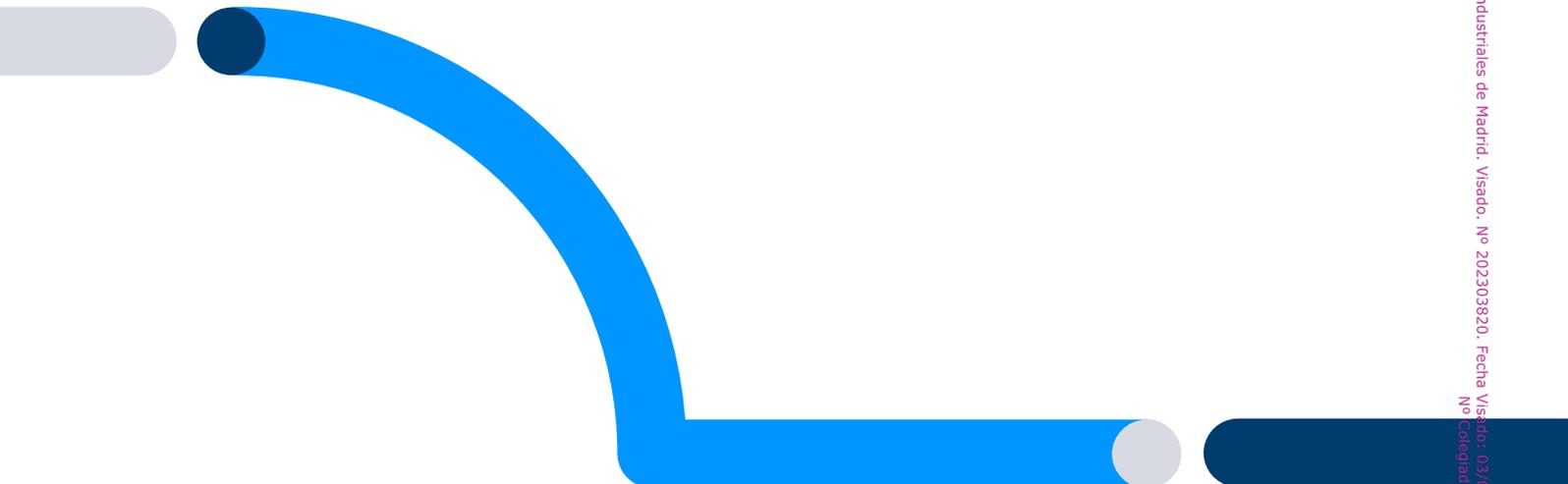
David González Jouanneau

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.

red eléctrica

Una empresa de Redeia



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN VITORIA 220 kV

ANEXO 1

CÁLCULOS

Dirección de **Ingeniería y Construcción**
Departamento de **Ingeniería de Subestaciones**
agosto de 2023

Índice

1	OBJETO	3
2	SUBESTACIÓN 220kV	4
2.1	DETERMINACIÓN DE DISTANCIAS MÍNIMAS DE EMBARRADOS TENDIDOS	4
2.1.1	Hipótesis de diseño	4
2.1.2	Normativa aplicable	5
2.1.3	Desplazamiento del vano con viento	5
2.1.4	Efecto en conductores por corriente de cortocircuito	6
2.1.5	Aproximación de conductores.....	9
2.1.6	Distancia entre fases en cortocircuito	10
2.1.7	Distancias mínimas a adoptar.....	10
2.1.8	Efectos sobre conductores en haz.....	10
2.2	CÁLCULOS DE EFECTO CORONA.....	11
2.2.1	Cálculo de la tensión disruptiva.	11
2.3	RED DE TIERRAS INFERIORES	11
2.4	RED DE TIERRAS SUPERIORES.....	11

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 de su configuración y, asimismo, para permitir la entrada y salida de la línea en la subestación.

Este documento incluye la justificación de los siguientes elementos:

- Determinación de distancias eléctricas mínimas en embarrados tendidos.
- Determinación de efecto corona.
- 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.

2 SUBESTACIÓN 220[kV]

2.1 DETERMINACIÓN DE DISTANCIAS MÍNIMAS DE EMBARRADOS TENDIDOS

2.1.1 Hipótesis de diseño

La corriente de cortocircuito trifásica prevista en el horizonte 2026 es de 19,81 [kA]. Para permitir evoluciones futuras del sistema eléctrico sin impacto en la nueva subestación, se adoptan los siguientes valores de diseño:

Icc simétrica (Ik'') [kA]	40
R/X (sistema) [Ω /m]	0,07
Duración del cortocircuito (Tk) [seg]	0,5

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:

Longitud de vano (L) [m]	7
Flecha máxima (al 3%) [m]	0,21
Tipo de conductor	Dúplex RAIL
Cantidad de subconductores (n)	2
Diámetro del conductor (\varnothing)/(d) [mm]	29,61
Sección del conductor (As) [mm ²]	516,8
Peso propio del conductor (ms) [kg/m]	1,6
Módulo de elasticidad (E) [N/mm ²]	61000
Distancia entre fases (a) [m]	4
Longitud media de cadenas [m]	1
Separación entre conductores de la misma fase (as) (mm)	200
Rigidez de los soportes (S) [N/m]	75000
Tiempo de despeje de defecto (Tk1) [seg]	1
Intensidad de cortocircuito (Ik3) [kA]	40
Relación R/X del sistema	0
Tensión máxima a 50°C [kg]	676
Fuerza de tensión máxima en el cable a 50°C (Fst) [N]	6631,56
Radio medio geométrico (GMR) [mm]	54,415
Distancia media geométrica (GMD) (Ls) [m]	5,04

Se comprobará, además, el desplazamiento máximo en cortocircuito y la pérdida de distancia que esto produce, de acuerdo con lo estipulado en la norma "UNE-EN 60865-1-2013".

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:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. R. D. 337/2014 de 9 de mayo y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- 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.
- Norma UNE EN 60865-1, Corrientes de cortocircuito, cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
- Norma UNE-EN-60909-0:2016 Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes.
- 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 para conductores de diámetro mayor a 16 [mm] está dado por la siguiente ecuación:

$$P = 50 \left(\frac{V_v}{120} \right)^2$$

Donde V_v es la velocidad máxima de viento, y nuestro diseño esta supuesto con una velocidad de viento máxima de 140 [km/h].

Para este caso, tendremos en cuenta la fuerza del viento (F_v) que se ejerce de forma directa sobre el diámetro de cada conductor, y tendremos:

$$F_v = P \cdot D_{conductor}$$

Donde $D_{conductor}$ es el diámetro del conductor.

Ahora se procederá a realizar el cálculo de la distancia mínima entre conductores, el cual se realizará por medio del desplazamiento máximo del conductor (d_{max}) y del ángulo de oscilación (θ), estos están dados por:

$$\theta = \text{atan} \left(\frac{F_v}{\text{Peso del conductor}} \right)$$

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

En estas condiciones, dada la escasa probabilidad de simultaneidad de viento y sobretensión, la distancia entre los conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos debe ser tal que no haya riesgo alguno de cortocircuito entre fases, teniendo presente los efectos de oscilaciones de los conductores debidas al viento y al desprendimiento de la nieve acumulada entre ellos.

Con este objeto, la separación mínima entre conductores de fase se determinará según la norma "ITC -LAT_07_OCT13" por la formula siguiente:

$$D_{min} = K\sqrt{F + L} + K'D_{pp}$$

Donde:

K : Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento.

K' : Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea y ángulo de oscilación.

F : Flecha máxima.

L : Longitud de la cadena de suspensión (si se posee).

D_{pp} : Distancia mínima aérea especificada para prevenir una descarga disruptiva entre conductores durante sobretensiones de frente lento o rápido.

Por medio de las anteriores definiciones se tendrá:

Presión del viento sobre el conductor (P_v) [kg/m ²]	68,056
Fuerzas del viento sobre los conductores (F_v) [kg/m]	2,015
Ángulo de oscilación de desplazamiento (Θ) [Grados]	51,551
Coeficiente K	0,650
Coeficiente D_{pp}	2,000
Desplazamiento del conductor (d_{max}) [m]	0,164
Distancia mínima entre conductores (D_{min}) [m]	1,998

Distancia inferior a la adoptada que es de 4 [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 ($4 \pi * 10^{-7} [N/A^2]$).

La proporción entre el peso propio y la fuerza de cortocircuito tendrá un valor de:

$$r = \frac{F'}{n m_s g}$$

Donde:

n : Número de conductores por fase.

m_s : Peso de uno de los conductores.

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

La dirección resultante de la fuerza sobre el conductor será:

$$\delta_1 = \arctg(r)$$

La flecha estática en el conductor tendido tendrá un valor de:

$$b_c = \frac{n m_s g \cdot l^2}{8F_{st}}$$

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

Para esta flecha, el periodo de oscilación tendrá el siguiente valor:

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

El período resultante en caso de cortocircuito valdrá:

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

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

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

Donde:

σ_{fin} : tiene un valor de $5 \cdot 10^7 \text{ [N/m}^2\text{]}$ (menor valor de la tensión de mecánica del conductor cuanto E llega a ser constante)

A_s : Sección de un conductor.

n : Número de conductores por haz.

El factor de tensión mecánica del conductor se define como:

$$\zeta = \frac{(n \cdot m_s \cdot g \cdot l)^2}{24 \cdot F_{st}^3 \cdot N}$$

Donde N es la Norma de rigidez del sistema mecánico compuesto, que se define por la siguiente expresión:

$$N = \frac{1}{S \cdot l} + \frac{1}{n \cdot E \cdot A_s}$$

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

$$\delta_{end} = \begin{cases} \delta_1 \left[1 - \cos \left(360 \frac{T_{k1}}{T_{res}} \right) \right] & \text{para } 0 \leq \frac{T_{k1}}{T_{res}} \leq 0,5 \\ 2 \delta_1 & \text{para } \frac{T_{k1}}{T_{res}} > 0,5 \end{cases}$$

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:

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

Con

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

Por lo tanto, se tendrán los siguientes datos:

Carga electromagnética sobre conductores principales (F') [N/m]	51,429
Relación entre la fuerza electromagnética y la de gravedad sobre el conductor (r)	1,638
Dirección de la fuerza resultante sobre el conductor (α_1) [grados]	58,600
Flecha estática equivalente del conductor (bc) [m]	0,029
Periodo de oscilación del conductor (T) [segundos]	0,306
Periodo de oscilación del conductor en cortocircuito (Tres) [segundos]	0,221
σ fin [N/m ²]	5,00E+07
Módulo de Young real (Eeff) [10 ¹⁰ N/m ²]	2,68
Norma de rigidez (N) [1/N]	1,94E-06
Factor de tensión mecánica del conductor principal (ξ)	0,004
Ángulo en relación a su posición régimen permanente (α_{end}) [grados]	117,200
Coeficiente (X)	-0,638
Ángulo de oscilación calculado (α_{max}) [grados]	139,663

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:

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

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 valdrá:

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

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:

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

2.1.5 Aproximación de conductores

El valor del desplazamiento máximo por oscilación en cortocircuito:

$$b_h = \begin{cases} C_f \cdot C_d \cdot b_c \cdot \text{sen} \delta_1 & \text{si } \delta_{max} \geq \delta_1 \\ C_f \cdot C_d \cdot b_c \cdot \text{sen} \delta_{max} & \text{si } \delta_{max} < \delta_1 \end{cases}$$

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:

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

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:

$$\varepsilon_{ela} = (F_{t,d} - F_{st}) \cdot N$$

Y la deformación térmica:

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

Y así, tendremos los siguientes resultados:

Parámetro de carga (Φ)	2,758
Fuerza de tracción (Ft,d) [N]	6914,242
Valor de Ψ	0,015
Coeficiente de Expansión elástica (Eela)	5,49E-04
Coeficiente térmico del cable (Cth) [m4/A2s]	2,70E-19
Coeficiente de Expansión térmica (Eth)	2,23E-05
Incremento de la flecha causado por alargamiento elástico y térmico (Cd)	1,120
Incremento de la flecha dinámica del conductor por el cambio de forma de curva (Cf)	1,134
Flecha dinámica resultante (Fed) [m]	0,037

Fuerza de tracción por caída después del cortocircuito ($F_{s,t}$)[N]	8045,186
Desplazamiento horizontal del vano (b_h) [m]	0,031

2.1.6 Distancia entre fases en cortocircuito

Distancia entre conductores de diferente fase en cortocircuito:

$$D = a - 2b_h$$

Distancia entre fases en cortocircuito (a min) [m]	3,937
---	-------

Por lo tanto, se cumplen las distancias mínimas entre fases en cortocircuito adoptadas entre fases.

Es por lo tanto apropiada la dimensión de anchura de la calle y la de separación entre conductores 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 1,10 [m] de distancia de aislamiento temporal recomendada por la CIGRE.

2.1.7 Distancias mínimas a adoptar

En base a lo anteriormente expuesto y teniendo en cuenta lo que al respecto se indica en la ITC-RAT 12 UNE-EN 60071 se proponen las siguientes distancias mínimas que deberán ser respetadas en la presente subestación:

DISTANCIAS FASE TIERRA.....	2,10 [m]
DISTANCIAS FASE-FASE.....	2,10 [m]

2.1.8 Efectos sobre conductores en haz

Se especifica en la norma “UNE-EN 60865-1 de 2013” que para realizar el cálculo de la fuerza de tracción se deben realizar una serie de pasos, los cuales realizaremos a continuación para dicho cálculo:

- Se verificará si existe entrechoque efectivo entre los conductores, para que exista dicho entrechoque se debe cumplir una de las siguientes condiciones:

$$\frac{a_s}{d} \leq 2 \text{ y } l_s \geq 50 a_s$$

$$\frac{a_s}{d} \leq 2,5 \text{ y } l_s \geq 70 a_s$$

Donde (a_s) es la distancia entre conductores de la misma fase, (d) es el diámetro de los conductores y (l_s) es la distancia media geométrica entre fases.

- Si no existe entrechoque efectivo se debe proceder a calcular si los conductores chocan entre sí o si no se chocan, para ello se deben realizar el cálculo del parámetro de choque.

Primero se hará el cálculo del factor V_1 , V_2 y V_3 , por medio de estos valores vamos a calcular la fuerza en los conductores de haz de la corriente de cortocircuito (F_v), los factores de deformación que caracterizan la contracción del haz (E_{st} y E_{pi}) y por último el parámetro de entrechoque (j), que se calculan según indica la norma.

A partir de las fórmulas anteriores y con los resultados obtenidos, nos vamos a remitir a la condición de choque que nos plantea la norma:

“ $j \geq 1$ Los subconductores entrechocan, $j < 1$ los subconductores reducen su distancia, pero no entrechocan”

- Luego de realizar el paso anterior, se procederá al cálculo de la fuerza de tracción en caso de entrechoque $F_{pi,d}$, para poder realizar este cálculo se debe obtener el valor del factor V_e y V_4 como lo pide la norma.

A continuación, se muestran los resultados a los cálculos anteriores:

Fuerza de tracción en haces (F_{pi,d}) [N]	11652,938
Condición de entrechoque efectivo	NO APLICA
Factor V1 del conductor	1,305
Factor V2 del conductor	3,484
Factor V3 del conductor	0,310
Factor V4 del conductor	5,754
Fuerza de la corriente de cortocircuito (F _v) [N]	22645,078
Factor de deformación Estático (Est)	16,889
Factor de deformación Dinámico (E _{pi})	852,890
Parámetro de configuración de entrechoque (j)	6,905
Factor V _e del conductor	3,260
Factor de seguridad	6,44

Donde se cumple que la fuerza de tracción de los conductores en haz sobre los aisladores es menor que la carga de rotura del aislador.

2.2 CÁLCULOS DE EFECTO CORONA.

2.2.1 Cálculo de la tensión disruptiva.

Para el cálculo de la tensión crítica disruptiva (U_c) a partir de la cual el efecto corona puede manifestarse, aplicada a conductores cilíndricos, puede aplicarse la fórmula de Peek:

$$U_c = \rho \cdot m_0 \cdot \frac{E_0}{\sqrt{2}} \cdot R \cdot \ln\left(\frac{GMD}{R}\right)$$

Donde:

m_0 : Coeficiente de irregularidad del conductor que puede tomar los valores de entre 0,83-0,87 para cables.

R : Radio del conductor en [cm].

$$\varnothing_{cable\ Rail} = 29,61\ mm$$

$$r_{cable\ Rail} = \frac{\varnothing_{cable\ Rail}}{2} = 14,8\ mm$$

$$r_{cable\ Rail} = 1,48\ cm$$

GMD : Distancia media geométrica entre conductores en [cm]. Dado que se encuentran situados en un mismo plano y partiendo de que estén equidistantes entre sí X [cm]:

$$GMD = \sqrt[3]{X \cdot X \cdot 2 \cdot X} = \sqrt[3]{2} \cdot X$$

$$GMD = 1,26 \cdot X\ [cm]$$

δ : Densidad del aire. Según la norma "EN 50341-1-2012" La densidad del aire se representa a través de la siguiente expresión:

$$\rho = \rho_0 \frac{288}{T_c} e^{(-1,2 \cdot 10^{-4} \cdot H)}$$

Donde H es la altura, T_c es el incremento de la temperatura desde el montaje hasta la puesta en servicio, ρ_0 es la densidad del aire estándar con valor $1,225 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$.

E_0 : Valor eficaz de campo eléctrico crítico para la aparición del efecto corona. Para conductores paralelos el valor máximo de campo viene dado por:

$$E_0 = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot E_1 \cdot \left(1 + \frac{C_1}{\sqrt{\frac{\rho}{\rho_0} + R}} \right)$$

Donde:

E_1 : Campo eléctrico disruptivo del aire ($E_1 = 30 \left[\frac{kV}{cm} \right]$)

C_1 : Constante dimensional empírica ($C_1 = 0,301 \left[\sqrt{cm} \right]$)

Atendiendo a las anteriores definiciones se tienen los siguientes resultados:

Efecto Corona	
Factor de corrección de la densidad del aire	1,225
Coeficiente de rugosidad del conductor (mo)	0,850
RMG (r) [cm]	1,481
DMG [cm]	503,968
Campo Eléctrico crítico (Eo) [kV/cm]	44,964
Tensión crítica disruptiva (Uc) [kV]	285,753

Esta tensión disruptiva está calculada para buen tiempo. Para el caso de tiempos de niebla, nieve o tempestad se debe considerar disminuida en un 20%, es decir, en este caso:

Tensión crítica disruptiva (Uc) [kV]	228,603
--------------------------------------	---------

Por el hecho de estar en el mismo plano los conductores, la tensión disruptiva referida al conductor central debe ser disminuida en un 4% y aumentada en un 6% para los conductores laterales respectivamente.

Como se ve los valores obtenidos están muy alejados de la tensión eficaz entre fase y tierra de los conductores (142 [kV] para 245 [kV]) por lo que no es de esperar que el efecto corona se produzca.

2.3 RED DE TIERRAS INFERIORES

Para el cálculo de la red de tierras se tendrán en cuenta los valores máximos de tensiones de paso y contacto que establece el reglamento de Centros de Transformación, en su artículo "ITC-RAT 13", así como la norma "IEEE-80-2000: IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding".

- Valor de la resistividad del terreno

Se considera como valor de la resistividad del terreno, a efectos de cálculo será de $200 \left[\Omega \cdot m \right]$.

- Tensiones de paso y contacto máximas admisibles

Los datos utilizados para el cálculo de la red de tierras son:

Tiempo de despeje de la falta (t) [seg]	0,5
Intensidad de la falta monofásica a tierra [kA]	19,77
Resistividad de la capa superficial (grava) (ρ) [Ω m]	3.000
Coeficiente reductor (C_s)	0,676688453
Resistividad superficial aparente (ρ_{as}) [Ω m]	2.030
Tensión aplicada admisible (U_{ca}) [V]	204
Tensión aplicada admisible (U_{pa}) [V]	2.040
Espesor de capa de gravilla (h_s) [m]	0,1
Resistencia equivalente al calzado (R_{a1}) [Ω]	2000

Según la "ITC-RAT 13", para tiempos de duración del defecto de 0,5 [s] las tensiones de paso y de contacto admisibles aplicadas serán:

$$U_{ca} = 204 [V]$$

$$U_{pa} = 10 * U_{ca} = 2040 [V]$$

Según el ITC-RAT 13, las tensiones de paso y contacto máximas admisibles (considerando todas las resistencias) son:

- Tensión de paso: $U_p = 10 * U_{ca} \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s}{1000} \right] [V]$
- Tensión de contacto: $U_c = U_{ca} \left[1 + \frac{R_{a1} + 1,5 \cdot \rho_s}{1000} \right] [V]$

Según la norma "IEEE-80-2013" dichos valores pueden ser calculados para una persona de 70 kg de peso promedio por medio de las siguientes expresiones:

- Tensión de paso: $E_{paso} = (1000 + 6 \cdot C_s \cdot \rho_s) \frac{0,116}{\sqrt{t_s}} [V]$
- Tensión de contacto: $E_{contacto} = (1000 + 1,5 \cdot C_s \cdot \rho_s) \frac{0,116}{\sqrt{t_s}} [V]$
- Siendo C_s el factor de reducción siguiente: $C_s = 1 - \left(\frac{0,09 \cdot \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s} \right)}{2 \cdot h_s + 0,09} \right)$

Donde:

ρ : Resistividad del terreno [$\Omega \cdot m$]

ρ_s : Resistividad de la gravilla [$\Omega \cdot m$]

h_s : Espesor capa de gravilla [m]

Con lo que se tendrán los siguientes resultados:

Tensión de paso (V_p) [V]	35.048
Tensión de contacto (V_p) [V]	1.029
Tensión de paso (E_{paso}) [V]	1516,193018

Tensión de contacto (E_contacto) [V]	502,0848343
--------------------------------------	-------------

- Resistencia de puesta a tierra

Para calcular la resistencia de la red de tierras se utiliza la siguiente expresión:

$$R_g = \rho \cdot \left(\frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{\frac{20}{A}}} \cdot \left(1 + \frac{1}{1 + h\sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right)$$

Donde:

- ρ : Resistividad del terreno [$\Omega \cdot m$]
- L : Longitud total de conductor enterrado [m]
- h : Profundidad de enterramiento del conductor [m]
- A : Superficie ocupada por la malla [m^2]

Por lo cual se tendrán los siguientes resultados:

Resistividad del terreno (ρ) [Ωm]	200
Longitud total del conductor enterrado (L) [m]	5.251
Profundidad de enterramiento del conductor (h) [m]	0,6
Superficie ocupada por la malla (A) [m2]	18.250
Resistencia de la red de tierras [Ω]	0,69

- Intensidad de defecto a tierra

El valor tomado de la intensidad monofásica de cortocircuito para la subestación según la norma "IEEE Std 80-2013/Cor1-2015. Capítulo 15" está dada por las siguientes expresiones:

$$I_g = \frac{Z_{equ}}{(Z_{equ} + R_g)} X$$

Donde:

- I_g : Intensidad disipada por la malla [kA]
- R_g : Resistencia de la malla [Ω]
- Z_{equ} : Impedancia equivalente de todos los hilos de guarda [Ω], está dada por la siguiente expresión:

$$Z_{equ} = \frac{1}{\frac{1}{Z_{L1}} + \frac{1}{Z_{L2}} + \dots + \frac{1}{Z_{Ln}}}$$

X : Variable que depende de la suma de las diferencias de cada una de las aportaciones de intensidad que se dan a la I_{cc} , y se define con la siguiente expresión:

$$X = \sum_{i=1}^n (I_{Li} - I_{Li} \cdot P_{Ln})$$

I_{Ln} : Intensidad de cortocircuito aportada por la Línea n, donde n toma los valores de cada una de las líneas [kA]

P_{Ln} : Factor de reducción por inducción de la Línea n, donde n toma los valores de cada una de las líneas.

Z_{Ln} : Impedancia en cadena de hilo de guarda de la Línea n, donde n toma los valores de cada una de las líneas [Ω]

Con lo cual tabulando tendremos:

Resistencia de la red de tierras [Ω]	0,69
Impedancia equivalente de todos los hilos de guarda [Ω]	0,68
Variable X [kA]	13,87
Intensidad disipada por la malla (I_g) [kA]	6,84

- Evaluación de tensiones de paso y contacto

Los datos iniciales utilizados para el cálculo son:

Resistividad del terreno (ρ) [Ω m]	200
Espaciado medio entre conductores (D) [m]	8
Profundidad del conductor enterrado (h) [m]	0,6
Diámetro del conductor (d) [m]	0,0142
Longitud del conductor enterrado (L) [m]	5251
Intensidad disipada por la malla (I _g) [kA]	6,84

La norma "IEEE-80-2013" propone desarrollar las siguientes expresiones para el cálculo de la tensión de contacto de verificación:

$$E_{contacto} = \rho K_m K_i \frac{I_g}{L} \quad [V]$$

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \cdot \left[\text{Ln} \left(\frac{D^2}{16 \cdot h \cdot d} + \frac{(D + 2 \cdot h)^2}{8 \cdot D \cdot d} - \frac{h}{4 \cdot d} \right) + \frac{K_{ii}}{K_h} \cdot \text{Ln} \left(\frac{8}{\pi \cdot (2 \cdot n - 1)} \right) \right]$$

$$K_h = \sqrt{1 + h}$$

$$K_i = 0,644 + 0,148 \cdot n$$

$$K_{ii} = \frac{1}{(2n)^{\frac{2}{n}}}$$

$$n = n_a \cdot n_b \cdot n_c \cdot n_d$$

$$n_a = \frac{2 \cdot L_C}{L_P}$$

$$n_b = \sqrt{\frac{L_P}{4\sqrt{A}}}$$

$$n_c = \left[\frac{L_x \cdot L_y}{A} \right]^{\frac{0,7 A}{L_x \cdot L_y}}$$

$$n_d = \frac{D_m}{\sqrt{L_x^2 + L_y^2}}$$

Donde:

- L_c : Longitud del conductor de la (no incluye las picas) [m]
- L_p : Longitud del perímetro de la malla [m]
- L_x : Longitud máxima de la malla en la dirección x [m]
- L_y : Longitud máxima de la malla en la dirección y [m]
- D_m : Distancia máxima entre dos puntos en la malla [m]
- L : Longitud efectiva de la malla para la tensión de paso [m]

Y las expresiones que permiten obtener la tensión de paso son:

$$E_{paso} = \rho \cdot K_s \cdot K_i \cdot \frac{I_g}{L} \quad [V]$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \cdot \left[\frac{1}{2 \cdot h} + \frac{1}{D + h} + \frac{1}{D} \cdot (1 - 0,5^{n-2}) \right]$$

Teniendo como resultado:

Parámetro Kh	1,264911064
Parámetro Ki	3,27025806
Parámetro Kii	0,668791681
Parámetro n	17,74498689
Parámetro na	16,25696594
Parámetro nb	1,093378541
Parámetro nc	1
Parámetro nd	0,998310504
Longitud del conductor de la malla (Lc) [m]	5251
Longitud del perímetro de la malla (Lp) [m]	646
Longitud máxima de la malla en la dirección x (Lx) [m]	250
Longitud máxima de la malla en la dirección y (Ly) [m]	73
Distancia máxima entre dos puntos lejanos de la malla (Dm) [m]	260
Parámetro Km	0,795642143
Parámetro Ks	0,339527876
Tensión de paso de verificación (E_paso) [V]	386
Tensión de contacto de verificación (E_contacto) [V]	678

Los valores obtenidos son menores que los valores límite tanto de la norma "IEEE-80-2000" como de la "ITC-RAT13"

- **Análisis de Conductor**

La sección del conductor que constituye la malla de tierra debe ser tal que soporte la mitad de la intensidad (porque en el diseño de la malla se establece que en cada punto de puesta a tierra llegan al menos dos conductores de la malla) sin superar la temperatura máxima de 300 [°C] y con una duración de 1 segundo. Esto supone unas densidades de corriente máximas admisibles, según la norma "ITC-RAT-13" las densidades de corriente máximas para los conductores serán:

- » 192 A/mm² para el cobre.
- » 72 A/mm² para el acero.

Para determinar la sección mínima del conductor se utiliza la expresión que indica el estándar "IEEE 80" para conductores de cobre se tendrá que:

$$A = I \cdot \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{TCAP \cdot 10^{-4}}{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r}\right) \ln\left(\frac{K_0 + T_m}{K_0 + T_a}\right)}}$$

Donde:

I: Mitad de la intensidad de falta a tierra [kA]

t_c: Tiempo duración de la falla [s]

T_m: Temperatura máxima que pueden alcanzar el conductor y las uniones [°C]

T_a: Temperatura ambiente [°C]

TCAP: Capacidad Térmica del conductor [J/cm³ · °C] (Ver tabla 1 de "IEEE-80-2013")

α_r: Coeficiente térmico de resistividad a 20 [°C] [1/°C] (Ver tabla 1 de "IEEE-80-2013")

ρ_r: Resistencia del conductor a 20 °C [μΩ · cm] (Ver tabla 1 de "IEEE-80-2013")

K₀: Inversa del coeficiente térmico de resistividad a 0 [°C]. (Ver tabla 1 de "IEEE-80-2013")

A: Sección mínima del conductor [mm²]

Obteniendo los siguientes resultados:

Intensidad de falla a tierra en RMS (I) [kA]	10,47
Tiempo de duración de la falla (tc) [seg]	1
Temperatura máxima que puede alcanzar el conductor y las uniones (Tm) [C]	200
Temperatura ambiente (Ta) [C]	40
Capacidad térmica del conductor (TCAP) [J/cm ³ *C]	3,4
Coeficiente térmico de la resistividad a 20 C (αr) [1/C]	0,00381
Inversa del coeficiente térmico de resistividad a 0 C (K0)	242
Sección mínima del conductor (A) [mm²]	69,75

La sección mínima necesaria es mucho menor que los 120 [mm²] del cable de Cobre que se va a utilizar, por lo que no habría problemas. Se utiliza este cable por ser el normalizado de Red Eléctrica.

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-80-2013", por lo que el diseño de la malla sería válido.

De todas formas, se medirán de forma práctica los valores de las tensiones de paso y contacto, una vez construida la Subestación, para asegurarse de que no hay peligro en ningún punto de la instalación.

2.4 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.

Según la norma "UNE-EN 62305-1 de 2011" la zona de captura se establece a partir del radio crítico de cebado (r) y que viene dado por la expresión:

$$r = 10 \cdot I^{0,65}$$

Donde:

I [kA]: Valor de la cresta de la corriente, está dada por la siguiente expresión:

$$I = 1,1 \frac{U \cdot n}{Z}$$

U [kV]: Tensión soportada a impulsos tipo rayo, $U = 1.050$ [kV]

n : Número de líneas conectadas a la subestación, $n = 2$

Z [Ω]: Impedancia característica de las líneas, $Z = 400$ [Ω] (valor típico)

Sustituyendo y aplicando estos valores se obtiene:

Valor de la cresta de la corriente (kA)	7,838
Radio crítico de cebado (r)	38,125

El radio crítico de cebado 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.

A continuación, se presenta las Figura 1 con vista de sección de la subestación en la cual se puede apreciar el radio crítico aplicado.

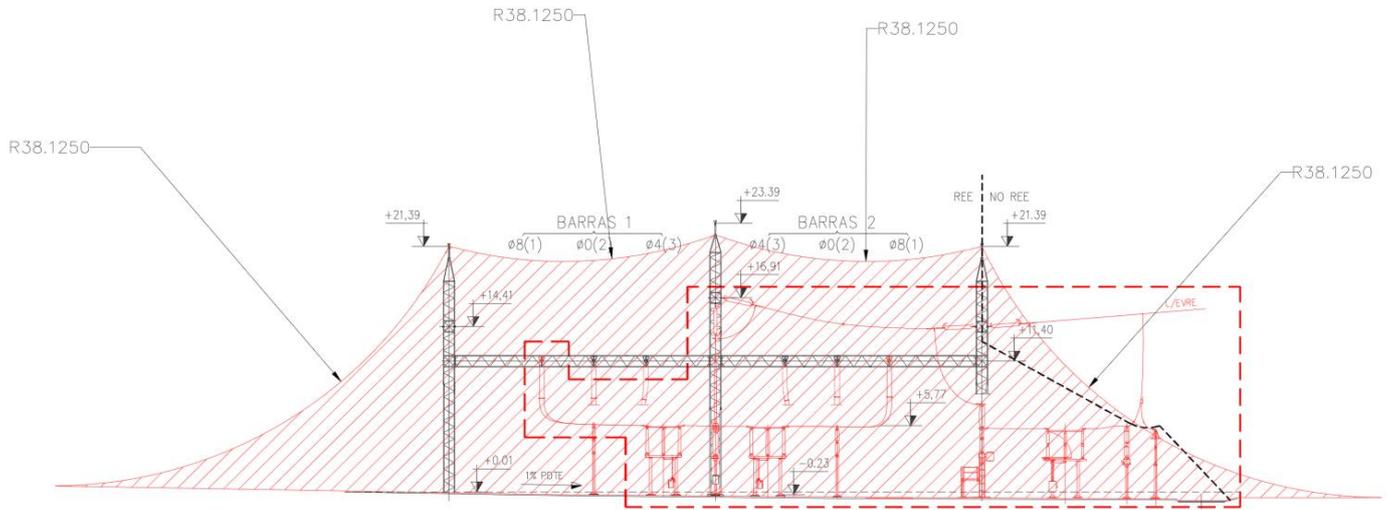


Figura 1. Vista sección G-G de la subestación.

Según la norma los cálculos obtenidos dan en la subestación una Zona de Protección contra Rayos (ZPR) de nivel 2, la cual supera las expectativas para la subestación.

Madrid, agosto de 2023

El Ingeniero industrial

David González Jouanneau

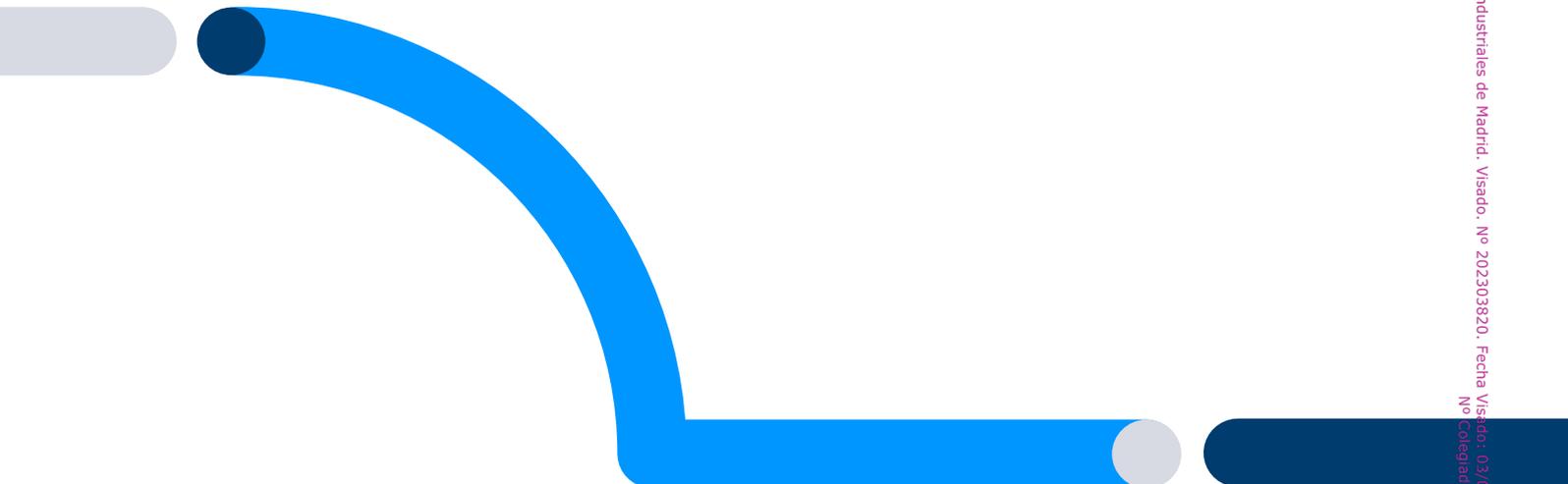
Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. No 202303820. Fecha Visado: 03/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O. I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.colim.es/Verificacion. Cod.Ver: 37054211. No Colegiado: 11729. Colegiado: DAVID GONZALEZ JOUANNEAU

red eléctrica

Una empresa de Redeia



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN VITORIA 220 kV

DOCUMENTO 2

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Dirección de **Ingeniería y Construcción**
Departamento de **Ingeniería de Subestaciones**
agosto de 2023

Índice

1	OBJETO	3
2	NORMATIVA APLICABLE	4
2.1	Equipamiento y montaje	4
2.2	Obra civil y Estructuras	4
2.3	Instalaciones.....	5
2.4	Varios	5
3	GESTIÓN DE CALIDAD	7
4	GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL.....	8
5	SEGURIDAD EN EL TRABAJO.....	9
6	VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN	10

1 OBJETO

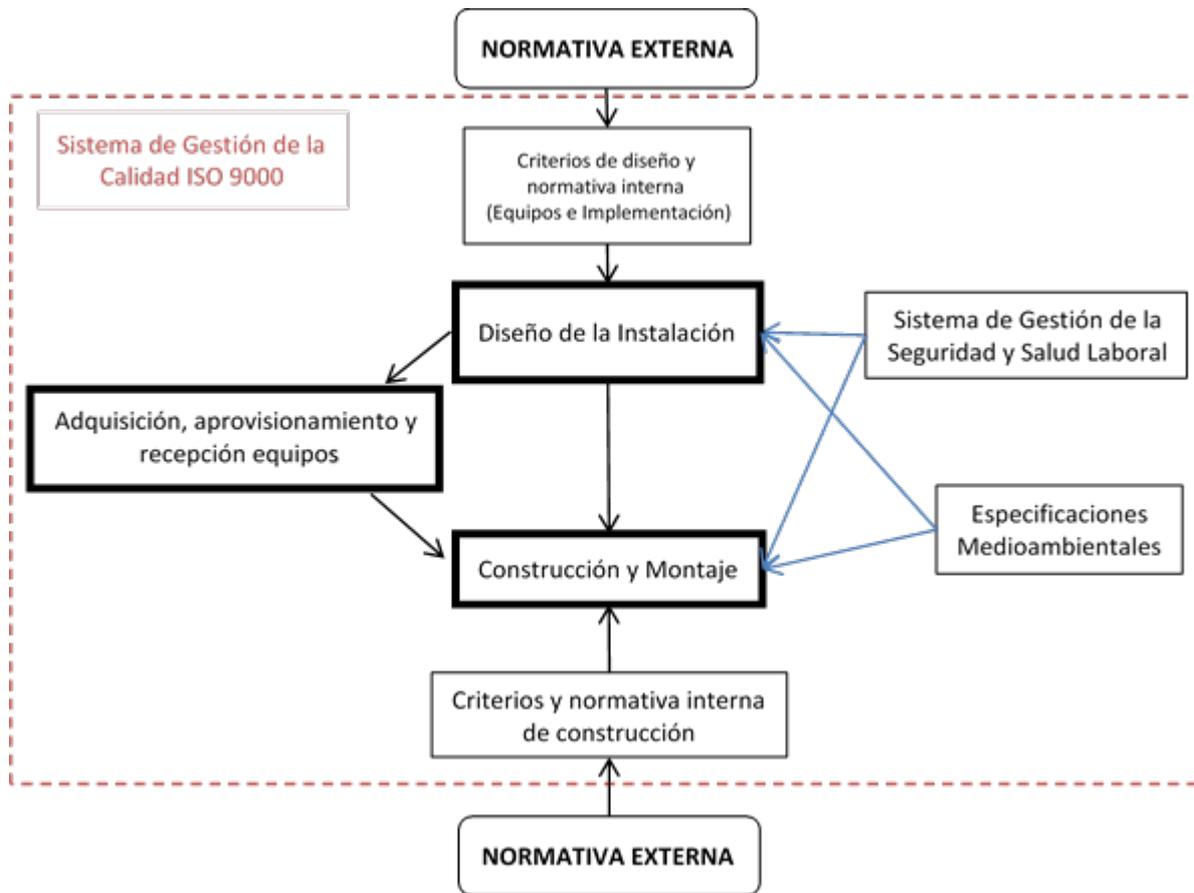
El objeto del presente Pliego de Condiciones es aportar la información necesaria para definir los materiales y equipos y su correcto montaje para lo que se han considerado los siguientes aspectos.

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.



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado, Nº 202303820, Fecha Visado: 03/08/2023, Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <https://www.colim.es/Verificacion>, Cod.Ver: 37054211, Nº Colegiado: 11729, Colegiado: DAVID GONZALEZ JOUANNEAU

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 a 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 y 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**
 - Código Estructural, aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio.

- **Hormigón**

- Código Estructural, aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio.

- **Forjados**

- Código Estructural, aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio.
- 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.

2.3 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 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.

- **Instalaciones de Protección Contra Intrusión**

- Ley de Seguridad Privada 05/2014.
- Reglamento de Seguridad Privada RD 2364/1994.
- Órdenes del Ministerio del Interior INT/316 e INT/317.

2.4 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.

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.

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.

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.

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, agosto de 2023

El Ingeniero industrial



David González Jouanneau

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

red eléctrica

Una empresa de Redeia

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN VITORIA 220 kV

DOCUMENTO 2
ANEXO 1

REQUISITOS AMBIENTALES
ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y
DEMOLICIÓN

Dirección de **Ingeniería y Construcción**
Departamento de **Ingeniería de Subestaciones**
agosto de 2023

Índice

1	ÁMBITO DE APLICACIÓN	4
2	REQUISITOS AMBIENTALES.....	5
2.1	REQUISITOS DE CARÁCTER GENERAL	5
2.1.1	Condicionados de los organismos de la Administración	5
2.1.2	Áreas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible	5
2.1.3	Cambios de aceites y grasas.....	5
2.1.4	Campamento de obra.....	5
2.1.5	Gestión de residuos.....	5
2.1.6	Incidentes con consecuencias ambientales	6
2.2	REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA OBRA CIVIL	6
2.3	REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO	6
2.3.1	Llenado de equipos con aceite	6
2.3.2	Llenado de equipos con SF ₆	6
2.4	ACONDICIONAMIENTO FINAL DE LA OBRA.....	6
3	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DE DEMOLICIÓN	8
3.1	ANTECEDENTES.....	8
3.1.1	Objeto.....	8
3.1.2	Situación y descripción general del proyecto	8
3.1.3	Descripción general de los trabajos	8
3.2	ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR	8
3.3	MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS	10
3.4	MEDIDAS DE SEPARACIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN OBRA ..	11
3.5	DESTINOS FINALES DE LOS RESIDUOS GENERADOS.....	13
3.6	VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN.....	14

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 VITORIA 220 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.

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, y estará a cubierto de la lluvia.

2.1.3 Cambios de aceites y grasas

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

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

2.1.4 Campamento de obra

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

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

2.1.5 Gestión de residuos

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

- **Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.** Incluido como anexo al presente documento.
- **Plan de gestión de residuos de construcción y demolición.** Entregado por el contratista, 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, contemplando el cumplimiento de la Normativa interna de REE, respecto a la prevención de incendios forestales (ET239) en caso de que ésta sea de aplicación.

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, gestionándose los residuos preferentemente a través de Gestor autorizado y devolviéndola a su estado y forma inicial.

2.3 REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

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 derivadas 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.

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 Técnico Administrativo*.

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:

- Actuaciones y tareas previas de preparación de los terrenos: desbroces etc.
- Realización de acopios, campamento de obra e instalación de medios auxiliares.
- Movimiento de tierras: retirada de tierra vegetal, excavaciones (desmontes y terraplenes), accesos, movimientos y traslados de tierras.
- Obra civil: cimentaciones, hormigonados, drenajes etc.
- Montaje electromecánico: aparamenta 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 la 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
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (si se segregan)	150102/150104/150105/150106

Residuos vegetales (podas y talas)	200201
Tipo residuo	Código LER
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 (Ejemplo: Mezclas bituminosas -asfaltos/aglomerados-, materiales de construcción que contienen amianto (Uralitas), etc.). 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 220kV		TOTAL
			O.C.	MONTAJE	
Excedentes de excavación(*)	170101	m ³	365	0	365
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 se segregan)	150102	kg	2	45	47
	150104				
	150105				
	150106				
Trapos impregnados	150202*	kg	1	2	3
Tierras contaminadas	170503*	m ³	1	0	1
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*	kg	2	8	10
	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:

- Tierras de excavación:
 - Separar y almacenar adecuadamente la tierra vegetal para utilizarla posteriormente en labores de restauración. La tierra vegetal se acumulará en zonas no afectadas por los movimientos de tierra hasta que se proceda a su disposición definitiva y la altura máxima de los acopios será de dos metros para que no pierda sus características.
 - Minimizar, desde la fase de elección del emplazamiento y diseño del proyecto, de los movimientos de tierras a llevar a cabo.
 - Utilizar de las tierras sobrantes de excavación en la propia obra: rampas de acceso, rellenos, restauraciones etc. (De este modo se reduce el transporte para reutilización en otras zonas o para traslado a vertedero)
 - En los casos en que sea preciso el aporte de materiales de excavación, ajenos a la zona de la subestación, controlar que los volúmenes aportados sean exclusivamente los precisos para los rellenos.
- 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.
- Residuos vegetales
 - Respetar todos los ejemplares arbóreos que no sean incompatibles con el desarrollo del proyecto
 - Facilitar la entrega de los restos de podas/talas a sus propietarios

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 (charlas de buenas prácticas ambientales) 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 (como mínimo, en las fracciones que indica la normativa), 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:

- 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 residuos peligrosos estos deben estar protegidos de la intemperie y con sistemas de retención de vertidos y derrames.
- 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 (incluido el NIMA) y fecha de inicio del depósito del residuo.
- 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, gestionando los residuos preferentemente a través de Gestor autorizado y devolviéndola a su estado y forma inicial.
- Se evitará el almacenamiento de excedentes de excavación en cauces y sus zonas de policía.

En el croquis siguiente se muestran las zonas destinadas al almacenamiento de residuos que deberá diferenciar claramente el espacio de Residuos Peligrosos del de Residuos No Peligrosos. Estas zonas podrán ser redefinidas por el contratista que reflejará los cambios en el correspondiente Plan de Gestión 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 autorizado 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 recogidos por gestor autorizado y como última opción entregados en vertedero. 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.
 - **Restos vegetales:** La eliminación de los residuos vegetales deberá hacerse de forma simultánea a las labores de talas y desbroce. Los residuos obtenidos se apilarán y retirarán de la zona con la mayor brevedad, evitando así que se conviertan en un foco de infección por hongos, o que suponga un incremento del riesgo de incendios. Los residuos forestales generados se gestionarán según indique la autoridad ambiental competente. Con carácter general, y si no hubiera indicaciones, preferiblemente se entregarán a sus propietarios. Si no es posible se gestionará su entrega a una planta de compostaje y en último caso se trasladarán a vertedero autorizado.
 - **Excedentes de excavación, escombros, y excedentes de hormigón:** se tratará de reutilizarlos en la obra, si no es posible y existe permiso de los Ayuntamientos afectados y de la autoridad ambiental competente, (y siempre con la aprobación de los responsables de Medio Ambiente y de Permisos de RED ELÉCTRICA), podrán gestionarse mediante su reutilización en firmes de caminos, rellenos etc. Si no son posibles las opciones anteriores se gestionarán preferentemente a través de Gestor autorizado y como última opción en vertedero autorizado.
 - **Chatarra:** se entregará a gestor autorizado para que proceda al reciclado de las distintas fracciones.
- Residuos peligrosos

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

En caso de que los hubiere, la gestión de residuos peligrosos resultantes del desmontaje de equipos se llevará a cabo directamente por RED ELÉCTRICA, siendo éstos gestionados por gestores autorizados para tal fin.

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.
- Autorizaciones de los transportistas y gestores de residuos.
- Autorizaciones de vertederos y depósitos.
- Contratos de tratamiento de los residuos que se prevé generar.

Al final de los trabajos, el contratista proporcionará la documentación acreditativa de las gestiones de residuos realizadas:

- Documentos de identificación.
- Notificaciones de traslado (si aplica).
- Permisos de vertido/reutilización de excedentes de excavación.

Para obras de corta duración (máximo 3 meses) se podrá realizar una entrega al finalizar la obra. En el caso de obras con mayor duración se entregará antes de 8 semanas a contabilizar desde la fecha de gestión del residuo.

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 (€)
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	4
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, agosto de 2023

El Ingeniero industrial



David González Jouanneau

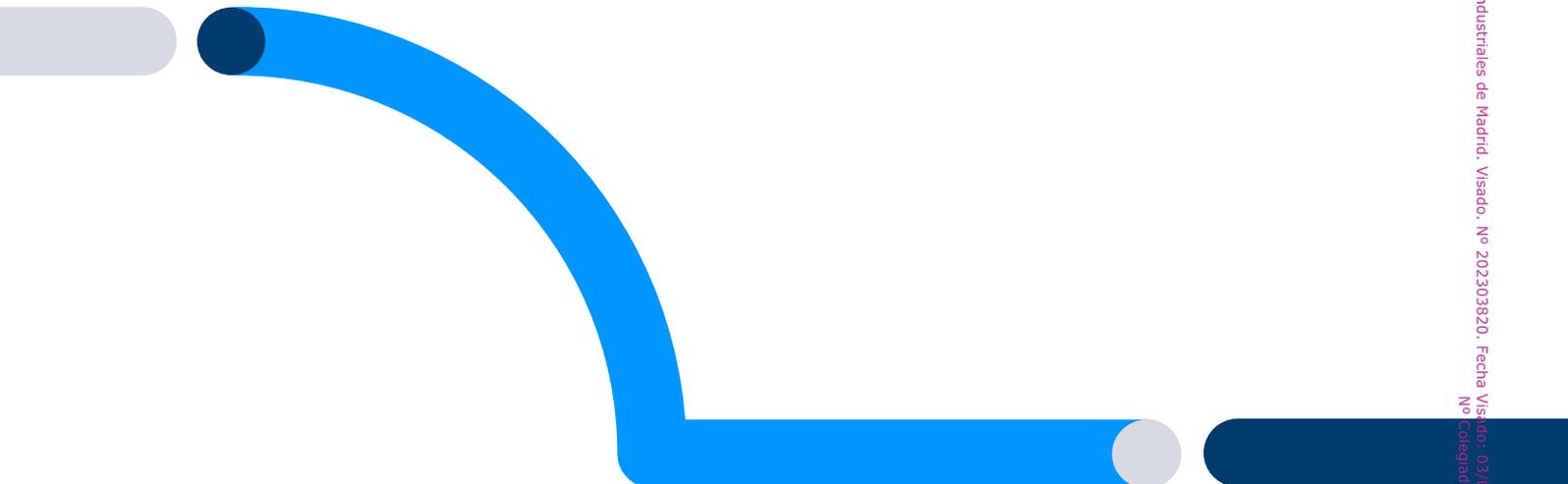
Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. No. 202303820. Fecha Visado: 03/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O. I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.cojim.es/verificacion. Cod.Ver.: 37054211. No Colegiado: 11729. Colegiado: DAVID GONZALEZ JOUANNEAU

red eléctrica

Una empresa de Redeia



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN VITORIA 220 kV

DOCUMENTO 2
ANEXO 2

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

Dirección de **Ingeniería y Construcción**
Departamento de **Ingeniería de Subestaciones**
agosto de 2023

Índice

1	OBJETO DE ESTE ESTUDIO	3
2	CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.....	4
2.1	SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	4
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	6
2.6	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	7
2.6.1	Organización de la seguridad	7
2.6.2	Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra	7
2.6.3	Formación	7
2.6.4	Medicina preventiva.....	7
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	10
2.8.3	Ventilación.....	11
2.8.4	Ambientes nocivos y factores atmosféricos	11
2.8.5	Detección y lucha contra incendios.....	11
2.8.6	Primeros auxilios	11
2.9	PLAN DE SEGURIDAD	11
3	PLIEGO DE CONDICIONES	13
3.1	NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN.....	13
3.2	NORMATIVA INTERNA DE RED ELÉCTRICA.....	13
4	PRESUPUESTO DE SEGURIDAD.....	14

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 VITORIA 220 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.

2 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

2.1 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La subestación de VITORIA 220 kV está situada en el término municipal de Vitoria-Gasteiz, provincia de Álava, País Vasco.

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 525 m
- Temperaturas extremas +39,8° C/-21° 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.

La instalación de la nueva posición del parque de 220 kV se realizará quedando este parque con la siguiente distribución:

Calle	Existente		Con la ampliación		
	Posición	Nº de interruptores	Posición	Nº de interruptores	Nº de interruptores nuevos
1	ALI 1	1	ALI 1	1	0
2	ALI 2	1	ALI 2	1	0
3	ABADIANO	1	ABADIANO	1	0
4	T DE FORJAS 1	1	T DE FORJAS 1	1	0
5	T DE FORJAS 2	1	T DE FORJAS 2	1	0
6	Transformador distribución TRP4	1	Transformador distribución TRP4	1	0
7	Transformador distribución TRP5	1	Transformador distribución TRP5	1	0
8	RESERVA	0	EvRE	1	1
9	RESERVA	0	RESERVA	0	0
10	Transformador transporte ATP1	1	Transformador transporte ATP1	1	0
11	Acoplamiento de barras principales ACP	1	Acoplamiento de barras principales ACP	1	0
12	ELGEA	1	ELGEA	1	0

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303820. Fecha Visado: 03/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O. I.I.M. Para comprobar su validez: <https://www.colim.es/Verificacion>. Cod.Ver: 37054211. No Colegiado: 11779. Colegiado: DAVID GONZALEZ JOUANNEAU

13	Transformador transporte ATP2	1	Transformador transporte ATP2	1	0
----	-------------------------------	---	-------------------------------	---	---

Para ello se procederá a realizar las siguientes actividades:

- Las cimentaciones de las estructuras metálicas de soporte de la aparamenta.
- Se construirán canales cables de reducida profundidad que unirán el parque con el edificio de control y las casetas de relés.
- Montaje de las estructuras metálicas de soportes de aparamenta.
- Montaje de la aparamenta correspondientes a las calles equipadas y a sus embarrados de conexión.
- Se modificarán los Sistemas de Control, Telecomunicaciones, Protección y Medida, instalando los BR's en sus casetas de relés.
- 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 220 kV, cuyas características principales son:

- Entre ejes de aparellaje 4.000 mm
- Entre ejes de conductores tendidos 4.500 mm
- Anchura de calle 17.000 mm
- Altura de embarrados de interconexión entre aparatos 6.000 mm
- Altura de embarrados principales altos 11.400 mm
- Altura de tendidos altos 16.910 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	229	165	2,5
Montaje de la estructura	22	66	1,0
Montaje de la aparamenta	56	132	2,0
Montaje en b.t.	33	33	0,5
Presupuesto adjudicado	340	Kilo €uros	
Volumen mano de obra estimada	396	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, si bien en la fase final interferirán con el inicio de los trabajos de montaje.

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

2.5 UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA

2.5.1 Movimiento de tierras

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

2.5.2 Obra civil

Consiste en la realización de cimentaciones, canales de cables y viales.

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

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

- Cimentaciones de soportes

Las cimentaciones para las estructuras soportantes de la nueva apartamentada se realizarán en 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.

Situaciones pormenorizadas de riesgo

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

2.6.1 Organización de la seguridad

- Coordinador en materia de seguridad y salud

Las tareas de obra civil y montaje electromecánico si bien estarán programadas en su mayor parte en periodos distintos, pueden que en algún momento interfieran entre sí, por lo que si así fuera sobre la base del Art.

3 del R.D. 1627, RED ELÉCTRICA en su calidad de promotor procederá a nombrar coordinador en materia de seguridad.

- Jefes de trabajo de las empresas contratistas

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

- Vigilante de seguridad de la empresa contratista

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

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

2.6.2 Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra

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

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

2.6.3 Formación

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

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

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

2.6.4 Medicina preventiva

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

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

2.6.5 Medios de protección

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

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

2.7 LOCALES DE DESCANSO Y SERVICIOS HIGIÉNICOS

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

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

2.8 DISPOSICIONES DE EMERGENCIA

2.8.1 Vías de evacuación

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

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

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

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

2.8.2 Iluminación

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

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

- Instalaciones de suministro y reparto de energía

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

El suministro eléctrico se tomará de la red existente

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

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

2.8.3 Ventilación

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

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

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

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

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

2.8.4 Ambientes nocivos y factores atmosféricos

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

En caso de tormenta eléctrica se suspenderán los trabajos.

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

2.8.5 Detección y lucha contra incendios

No se prevé en la obra la existencia de carga térmica elevada, para facilitarlos se mantendrán adecuadas las 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.

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 mantenimiento manual y mecánica.
- IC-003. Subcontratación por proveedores de RED ELÉCTRICA a terceros.

4 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD

SE. Vitoria 220kV - Ampliación EvRe

Duración del trabajo: (meses) 6
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	8	5,11	41
2	Botas de seguridad	4	16	46,58	745
3	Botas de agua.	2	8	38,43	307
4	Guantes de trabajo.	36	144	4,38	631
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	8	28,33	227
8	Gafas antiimpactos.	6	24	4,78	115
9	Pantalla de protección facial	2	8	9,44	76
10	Pantallas y gafas para soldadura	1	4	7,81	31
11	Mandiles, polaina, guantes soldadura	1	4	26,38	106
12	Ropa de trabajo	2	8	69,20	554
				Coste Parcial	3.306

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	5	120,05	600
3	Malla perforada de delimitación	1.000	500	0,49	245
4	Cinta o cadena de delimitación	1000	500	0,04	20
5	Señales de obligación e informativas	60	30	3,01	90
6	Botiquín primeros auxilios	2	1	18,06	18
7	Tablero o camilla evac. accidentados	1	1	253,80	254
8	Extintores	4	2	30,80	62
				Coste Parcial	1.505

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 5.327

Asciende este Presupuesto de Seguridad a la cantidad de: **CINCO MIL TRESCIENTOS VEINTISIETE EUROS.**

Madrid, agosto de 2023

El Ingeniero industrial



David González Jouanneau

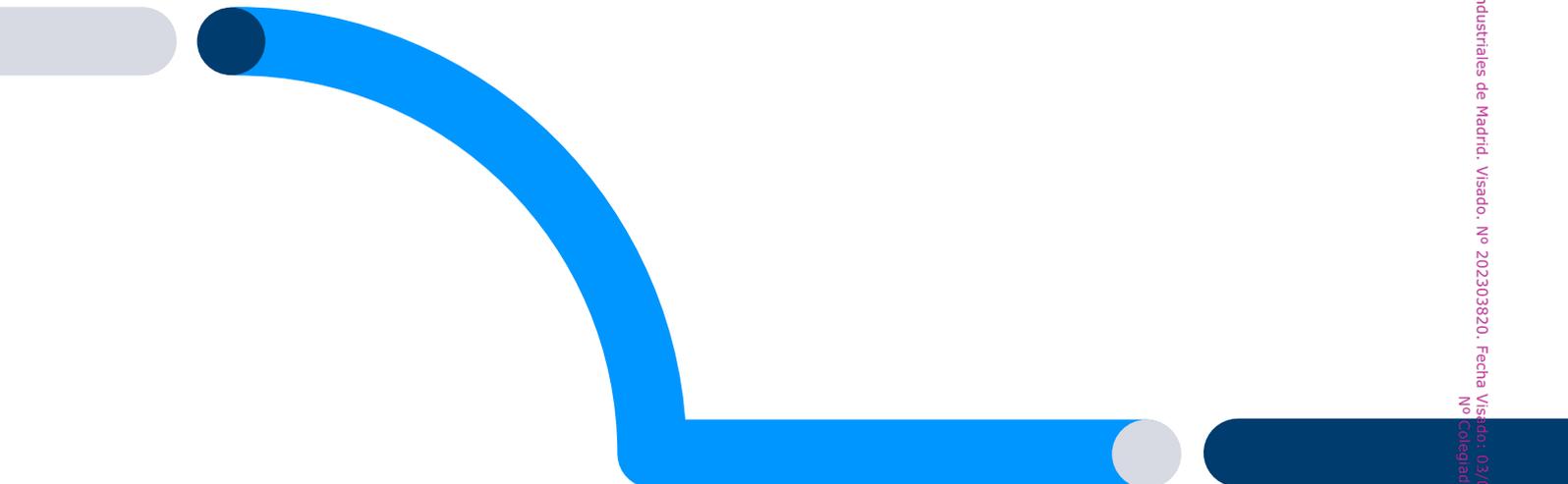
Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303820. Fecha Visado: 03/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <https://www.colim.es/Verificacion>. Nº Colegiado: 11729. Colegiado: DAVID GONZÁLEZ JOUANNEAU. Cod.Ver.: 37054211.

red eléctrica

Una empresa de Redeia



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN VITORIA 220 kV

DOCUMENTO 3

PLANOS

Dirección de **Ingeniería y Construcción**
Departamento de **Ingeniería de Subestaciones**
agosto de 2023

ÍNDICE DE PLANOS

	Nº DE PLANO
1. Situación y emplazamiento.	P-VITB10019
2. Esquema unifilar simplificado. Actual y futuro	P-VITA2003
3. Implantación general. Actual y futuro	P-VITB1002
4. Planta general. Actual y futuro	P-VITB20006_001
5. Secciones generales. Actual y futuro	P-VITB_SECCION
6. Planta cimentaciones y canales. Actual y futuro	P-VITC50041
7.1 Planta general de red de tierras. Actual y futuro	P-VITF10003
7.2 Planta general de tierras aéreas. Actual y futuro	P-VITF1005
8. Disposiciones de equipos. Casta ED-11 (CR30-4)	P-VITJ2018

Madrid, agosto de 2023

El Ingeniero industrial

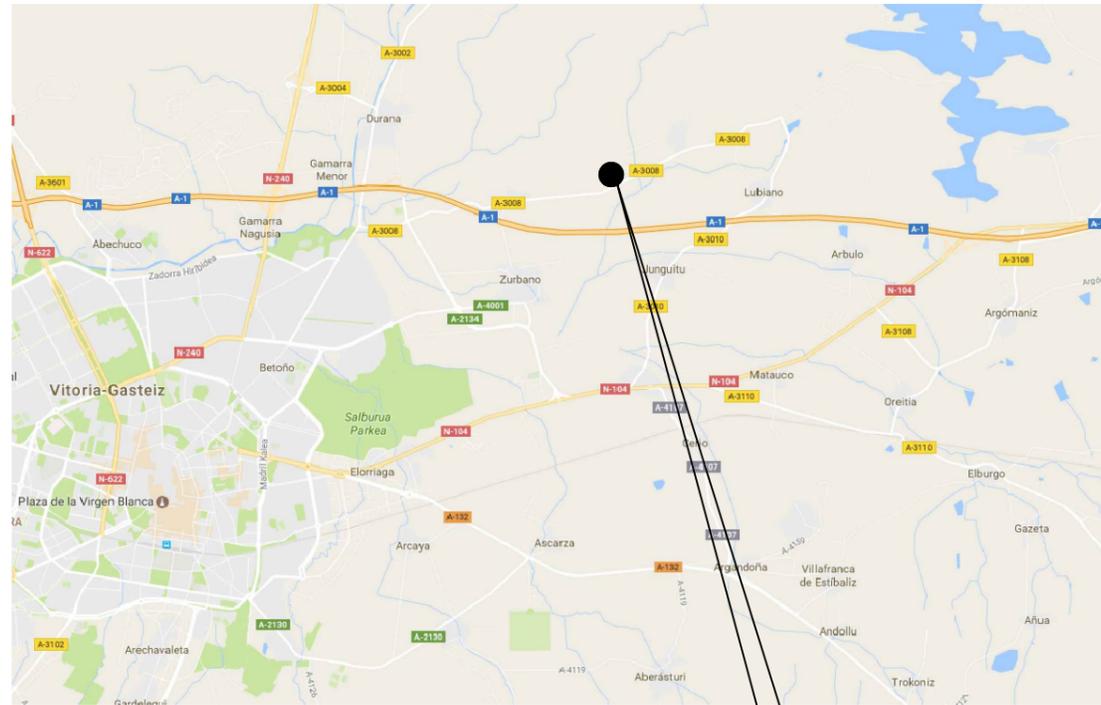


David González Jouanneau

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

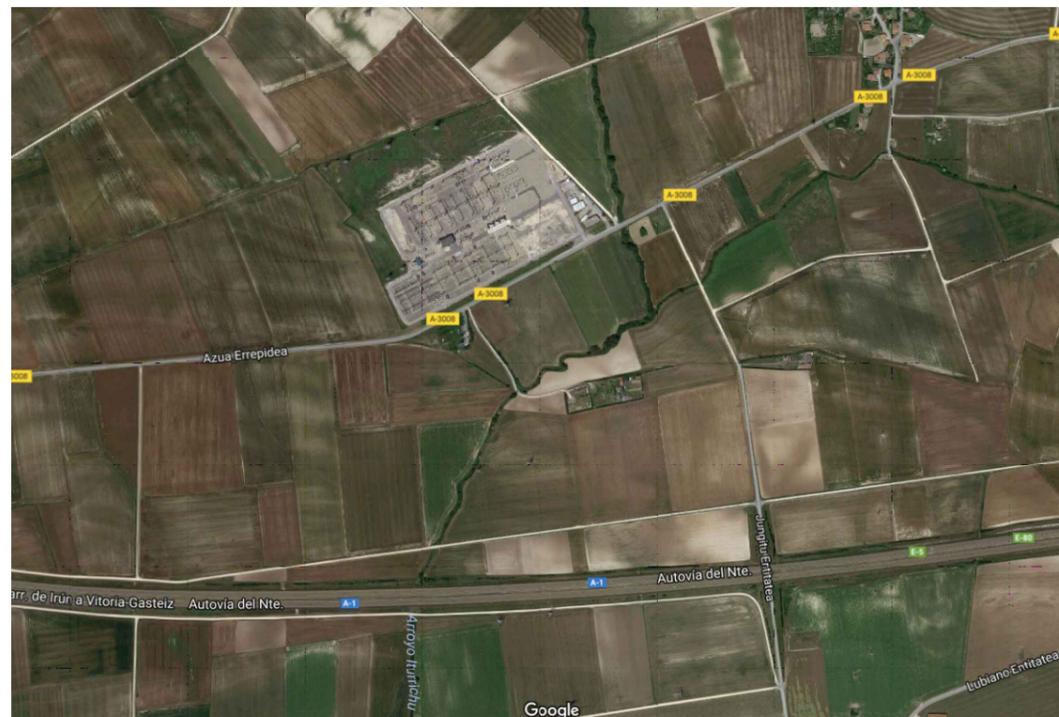
Red Eléctrica de España, S.A.U.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303820. Fecha Visado: 03/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <https://www.colim.es/Verificacion>. Cód. Ver: 37054211. Nº Colegiado: 11729. Colegiado: DAVID GONZÁLEZ JOUANNEAU



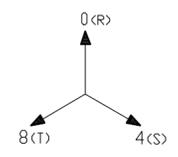
PLANO DE SITUACION

SUBSTACION DE VITORIA
PE NUEVA POSICION TRP5
(J-0614-S0104)

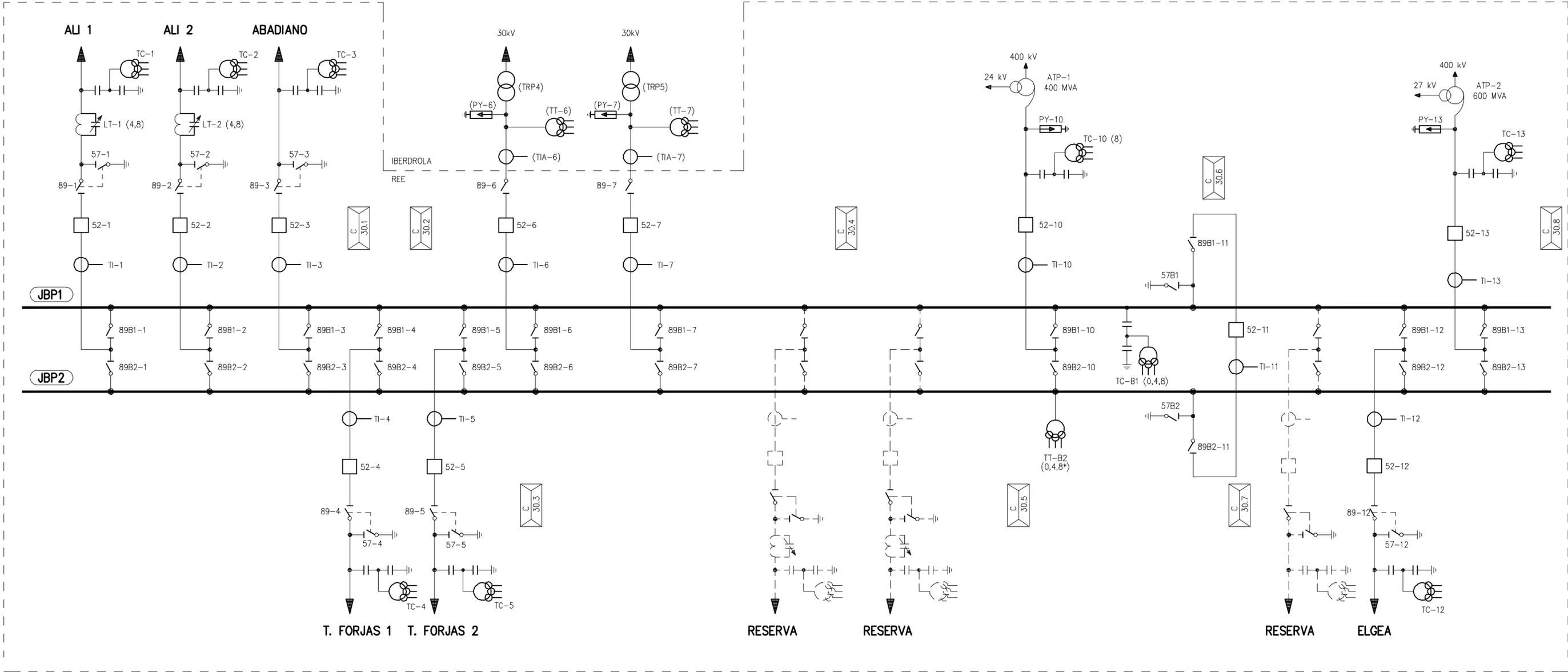


PLANO DE EMPLAZAMIENTO

A	JUN-23	N.B.A.	R.E.E.	AMPLIACIÓN L/EVRE CALLE 8
O	FEB-11	A.R.L.	R.E.E.	PRIMERA EDICIÓN (J-0279)
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
				INSTALACIÓN 220 kV VITORIA TÍTULO SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
				VÁLIDO PARA PTA 0 COORD. HUSO CÓDIGO J-00K0-S0350-1 A3 SIN ESCALA Nº P-VITB10019 HOJA



EDIFICIO CONTROL

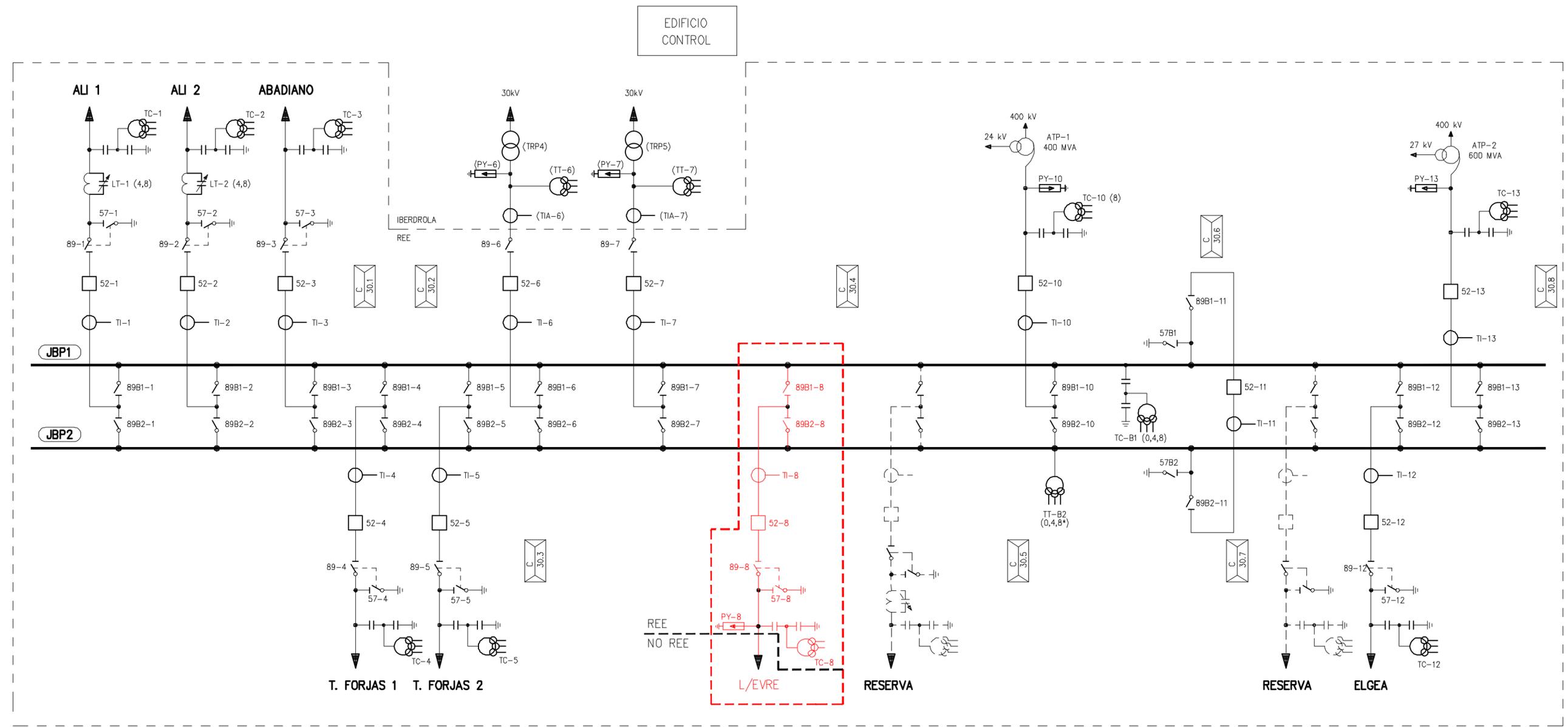
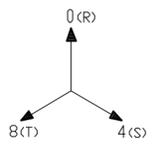


RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., en su calidad de titular de los derechos de explotación de la red eléctrica de España, S.A.U., no asume ninguna responsabilidad por errores de interpretación o de uso de los datos de esta obra. El presente documento es propiedad de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. y no puede ser reproducido, copiado, distribuido, ni utilizado en forma alguna, sin el consentimiento escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 2023030320. Fecha Visado: 03/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.ccoim.es/verificacion. Cod/Ver: 37054211. Nº Colegiado: 11279. Colegiado: DAVID GONZALEZ JOUANNEAU.

NOTA(*): TRANSFORMADOR CAPACITIVO EN FASE 8

E	NOV-18	A.C.M.	R.E.E.	DEFINITIVO CONFORME A LO CONSTRUIDO (J-0614-S0104)
D	MAY-17	A.G.M.	R.E.E.	COMENTARIOS REE
O	OCT-08	N.B.A.	R.E.E.	PRIMERA EDICIÓN (J-0279)
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
red eléctrica				INSTALACIÓN 220 kV VITORA
				VÁLIDO PARA PTA 0
				COORD. HUSO
				CÓDIGO J-00K0-S0350-1
				A2 SIN ESCALA
				Nº P-VITA2003 HOJA



NOTA(*): TRANSFORMADOR CAPACITIVO EN FASE 8

AMPLIACIÓN L/ EVRE

F	JUN-23	N.B.A.	R.E.E.	AMPLIACIÓN L/ EVRE CALLE 8
E	NOV-18	A.C.M.	R.E.E.	DEFINITIVO CONFORME A LO CONSTRUIDO (J-0614-S0104)
0	OCT-08	N.B.A.	R.E.E.	PRIMERA EDICIÓN (J-0279)
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
red eléctrica				INSTALACIÓN 220 kV VITORA
				VÁLIDO PARA PTA 0
				COORD. HUSO
				CÓDIGO J-00K0-S0350-1
				A2 SIN ESCALA
				Nº P-VITA2003 HOJA

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es el único titular de todos los derechos de propiedad intelectual de presente documento. Toda reproducción, total o parcial, sin el consentimiento expreso de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es expresamente prohibida. Toda reproducción, total o parcial, sin el consentimiento expreso de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es expresamente prohibida. Toda reproducción, total o parcial, sin el consentimiento expreso de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es expresamente prohibida. Toda reproducción, total o parcial, sin el consentimiento expreso de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es expresamente prohibida. Toda reproducción, total o parcial, sin el consentimiento expreso de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es expresamente prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: Nº 202303920, Fecha Visado: 03/08/2023, Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M., Para comprobar su validez: https://www.cadm.es/verificacion, Cod. Ver: 37054211, Nº Colegiado: 11729, Colegiado: DAVID GONZALEZ JOUANNEAU



COORD. UTM PORTICOS (ED50)		
PUNTOS	X	Y
1	532.507,3825	4.748.249,9620
2	532.531,3256	4.748.204,9316
3	532.538,8371	4.748.190,8045
4	532.527,6903	4.748.260,7598
5	532.551,6330	4.748.215,7290
6	532.559,1449	4.748.201,6020
7	532.547,9981	4.748.271,5570
8	532.571,9412	4.748.226,5270
9	532.543,5590	4.748.296,9457
10	532.561,2186	4.748.306,3351
11	532.578,8776	4.748.315,7245
12	532.435,0273	4.748.117,6712
13	532.449,1578	4.748.125,1845

COORD. UTM EJES REPLANTEO (ED50)		
PUNTOS	X	Y
A	532.488,1342	4.748.286,1628
B	532.551,9823	4.748.166,0819
C	532.592,3337	4.748.090,1920
D	532.392,9635	4.748.081,5301
E	532.684,2968	4.748.236,4348

COORD. UTM LIMITE PARCELA (ED50)		
PUNTOS	X	Y
F	532.781,8780	4.748.187,6082
G	532.552,2900	4.748.417,9400
H	532.202,8700	4.748.284,8500
I	532.279,3600	4.748.197,1200
J	532.258,7800	4.748.177,9300
K	532.288,8100	4.748.162,4600
L	532.373,3400	4.747.970,0600

COORDENADAS DE LOS PORTICOS (ETRS89 UTM HUSO 30)		
PUNTO	X	Y
14	532379.40	4747846.12
15	532394.41	4747854.10



© 2023 Microsoft Corporation © 2023 Maxar ©CNE5 (2023) Distribution Airbus DS

 AMPLIACION L/EVERE

EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
M	JUN-23	N.B.A.	R.E.E.	AMPLIACION L/EVERE CALLE 8
L	NOV-18	AGM	R.E.E.	DEFINITIVO CONFORME A LO CONSTRUIDO (J-0614-S0104)
O	OCT-08	E.S.F.	R.E.E.	PRIMERA EDICIÓN (J-0279)

red eléctrica	INSTALACION	220 kV VITORA	VÁLIDO PARA PTA. 0
	TÍTULO	IMPLANTACION GENERAL SITUACION FUTURA	COORD. J-00K-S0350-1
			CÓDIGO 1:1000
			Nº P-WTB20004 HOJA



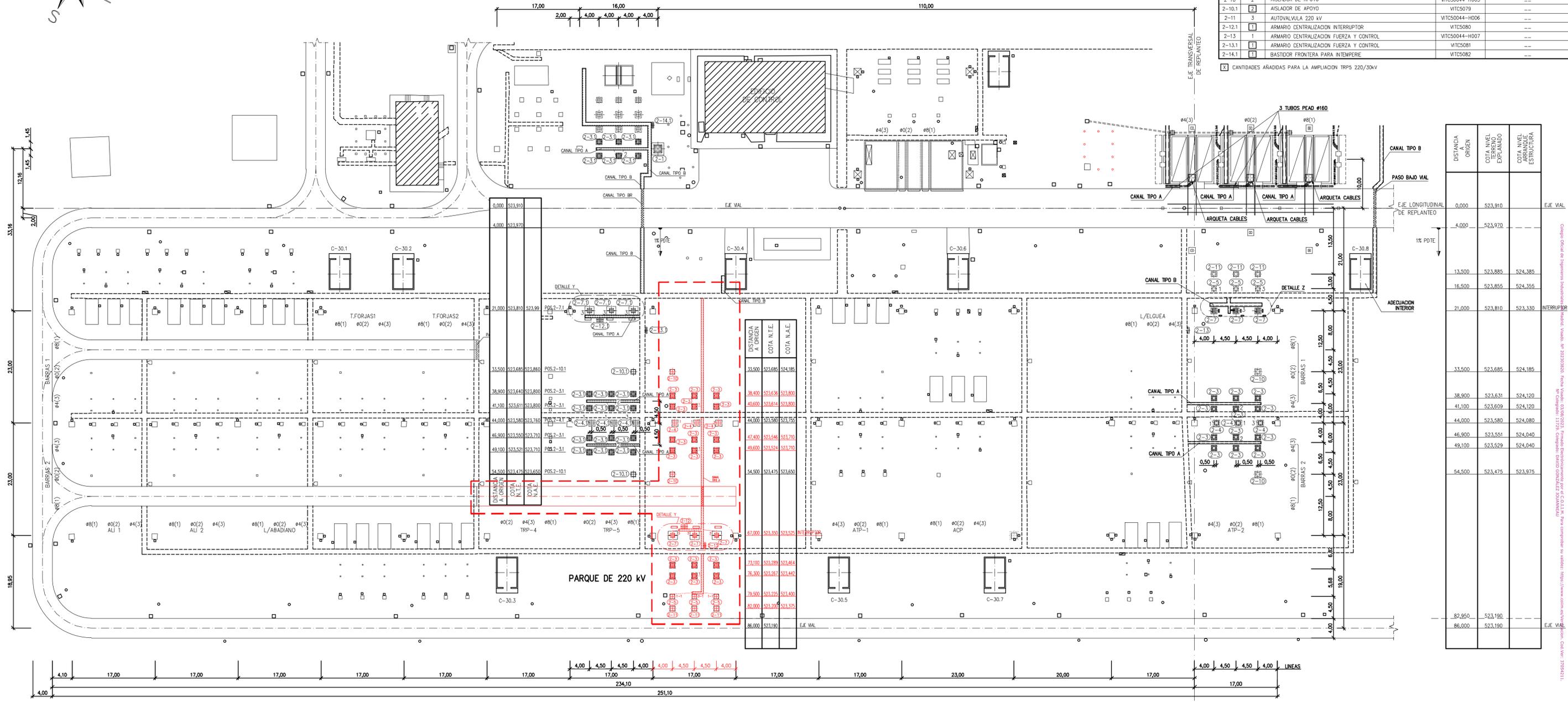
RELACION DE CIMENTACIONES - AMPLIACION L/EVRE (J-00K0-S0350-1)

POS.	CANT.	DENOMINACION	PLANO N°	OBSERVACIONES
2-3	18	SECCIONADOR ROTATIVO 220 kv	---	---
2-4	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD	---	---
2-5	3	TRAFO DE TENSION CAPACITIVO 220 kv	---	---
2-7	3	INTERRUPTOR	---	---
2-10	2	ASLADOR DE APOYO	---	---
2-11	3	AUTOVALVULA 220 kv	---	---
2-12	1	ARMARIO CENTRALIZACION INTERRUPTOR	---	---
2-13	1	ARMARIO CENTRALIZACION FUERZA Y CONTROL	---	---

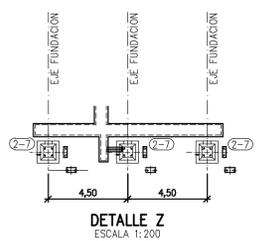
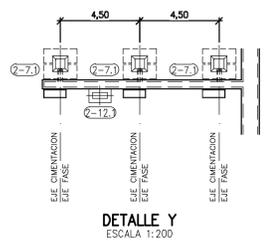
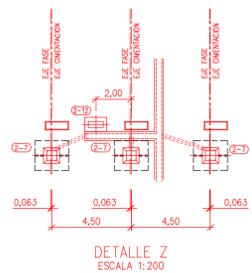
RELACION DE FUNDACIONES

POS.	CANT.	DENOMINACION	PLANO N°	OBSERVACIONES
2-1	1	PILAR PORTICO PRINCIPAL 220 kv	WTC5075	---
2-3	12	SECCIONADOR ROTATIVO 220 kv	WTC50044-H001	---
2-3.1	18	SECCIONADOR ROTATIVO 220 kv	WTC5076	---
2-4	3	TRAFO DE INTENSIDAD 220 kv	WTC50044-H002	---
2-4.1	3	TRAFO DE INTENSIDAD 220 kv	WTC5077	---
2-5	3	TRAFO DE TENSION CAPACITIVO 220 kv	WTC50044-H003	---
2-5.1	3	TRAFO DE TENSION CAPACITIVO 220 kv	WTC5078	---
2-7	3	INTERRUPTOR	WTC50044-H004	---
2-7.1	3	INTERRUPTOR	WTC5079	---
2-10	2	ASLADOR DE APOYO	WTC50044-H005	---
2-10.1	2	ASLADOR DE APOYO	WTC5079	---
2-11	3	AUTOVALVULA 220 kv	WTC50044-H006	---
2-12.1	1	ARMARIO CENTRALIZACION INTERRUPTOR	WTC5080	---
2-13	1	ARMARIO CENTRALIZACION FUERZA Y CONTROL	WTC50044-H007	---
2-13.1	1	ARMARIO CENTRALIZACION FUERZA Y CONTROL	WTC5081	---
2-14.1	1	BASTIDOR FRONTERA PARA INTENPERIE	WTC5082	---

☒ CANTIDADES AÑADIDAS PARA LA AMPLIACION TRP5 220/30KV



DISTANCIA ORIGEN	COTA NIVEL TERRENO EXPLANDADO	COTA NIVEL ARRANQUE ESTRUCTURA	INTERIOR
0,000	523,910		E.E. VAL
4,000	523,970		
13,500	523,885	524,385	
16,500	523,855	524,355	
21,000	523,810	523,330	INTERRUPTOR
33,500	523,685	524,185	
38,900	523,631	524,120	
41,100	523,609	524,120	
44,000	523,580	524,080	
46,900	523,551	524,040	
49,100	523,529	524,040	
54,500	523,475	523,975	
82,950	523,190		E.E. VAL
86,000	523,190		



AMPLIACION L/EVRE

- NOTAS.-**
1. DIMENSIONES EN METROS.
 2. LA CIFRA INDICADA EN ALGUNAS FUNDACIONES (1,2,3...) CORRESPONDE AL NUMERO DE TUBOS DE Ø90mm NECESARIOS SEGUN DETALLE DE LA FUNDACION CORRESPONDIENTE.
 3. LAS COTAS DE NIVEL DE TERRENO EXPLANDADO Y ARRANQUE DE ESTRUCTURA QUE APARECEN EN LAS GUITARRAS SE HAN DEFINIDO A PARTIR DE LA TOPOGRAFIA.

PLANOS DE REFERENCIA.-

WIB20006 PLANTA GENERAL
WIB20007 SECCIONES GENERALES

EDICION	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCION
G	JUN-23	N.B.A.	R.E.E.	AMPLIACION L/EVRE CALLE 8
F	NOV-18	A.G.M.	R.E.E.	DEFINITIVO CONFORME A LO CONSTRUIDO (J-0614-S0104)
O	OCT-08	E.B.F.	R.E.E.	PRIMERA EDICION (J-0279)

VALIDO PARA PTA. 0	
COORD.	HUBO
J-00K0-S0350-1	
A1	1:400
N°	F-WTC50041
HOJA	

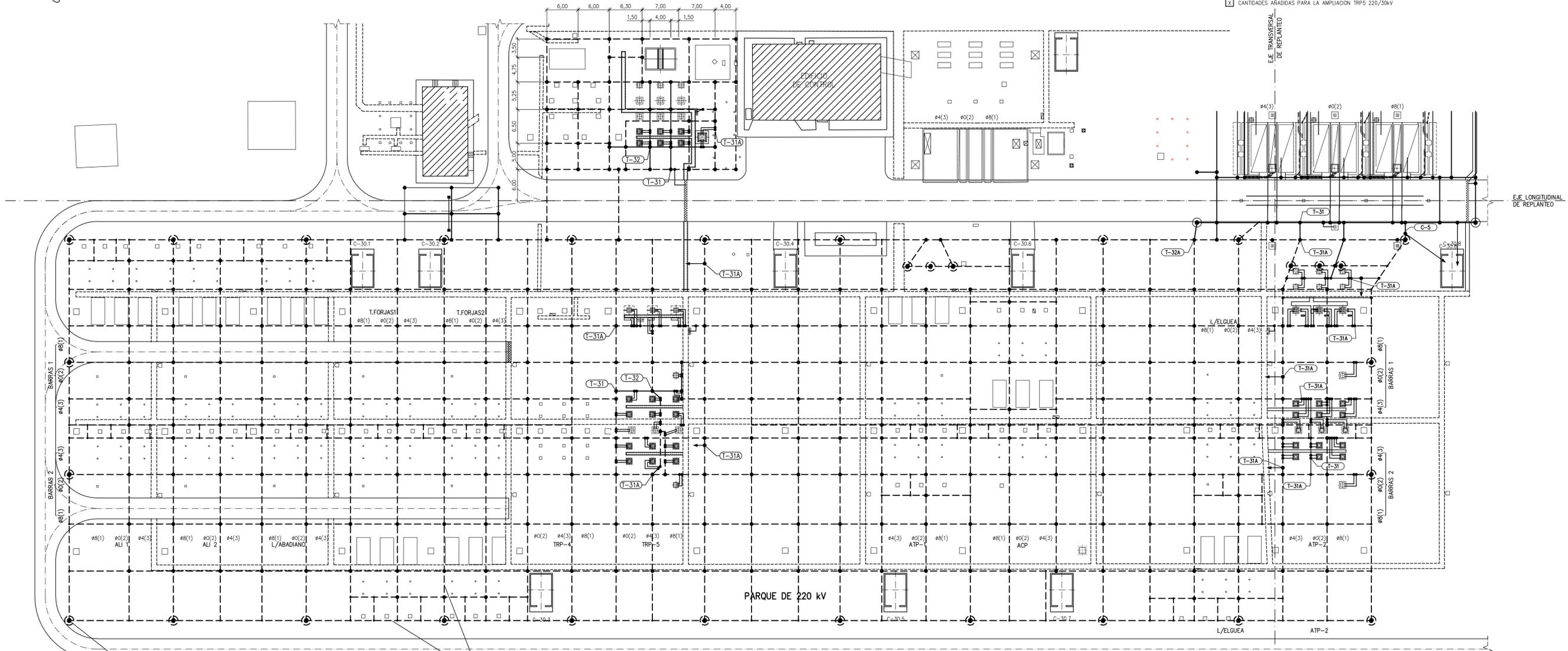
red eléctrica

TITULO: PLANTA GENERAL FUNDACIONES Y CANALES SITUACION FUTURA



RELACION DE MATERIALES					
CODIGO/LOTE	POS.	CANT.	DENOMINACION	OBSERVACIONES	SUMINISTRO
3050033	C-5	23m ²	CABLE DE CU DESNUDO DE 120mm ² #14,2mm	---	CONTRATISTA
---	T-31	3	SOLDADURA EXOTERMICA EN "T" PARA CABLES DE CU DESNUDOS 120mm ² (#14,2mm)	---	CONTRATISTA
---	T-32	7	SOLDADURA EXOTERMICA EN CRUZ PARA CABLES DE CU DESNUDOS 120mm ² (#14,2mm)	---	CONTRATISTA
---	T-31A	74	SOLDADURA EXOTERMICA EN "T" PARA CABLES DE CU DESNUDOS 120mm ² (#14,2mm) Y 95 mm ²	---	CONTRATISTA
---	T-32A	3	SOLDADURA EXOTERMICA EN CRUZ PARA CABLES DE CU DESNUDOS 120mm ² (#14,2mm) Y 95 mm ² (EXISTENTE)	---	CONTRATISTA
---	---	68	LATIGUILLO DE CONEXION A LA RED GENERAL DE TIERRAS	COMPUTADO POR UNIDAD	---

X CANTIDADES AÑADIDAS PARA LA AMPLIACION TRP5 220/30kV



PICA BIMETAL DE 3/4"

CABLE DE CU DESNUDO DE 95mm²

- SIMBOLOS**
- SOLDADURA ALUMNOTERMICA EN CRUZ O EN "T"
 - CONEXION A ESTRUCTURA
 - 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
 - MALLA PRINCIPAL DE CABLE DE CU DE 95 mm² A 50 cm DE PROFUNDIDAD
 - CONEXIONES CON LA MALLA PRINCIPAL CON CABLE DE CU DE 120 mm² (SE REALIZARAN DURANTE LOS TRABAJOS DE OBRA CIVIL):
 - PARA LOS SOPORTES DE APARATA SE DEJARAN LATIGUILLOS DE 1,50 m DE LONGITUD EN LA CIMENTACION.
 - PARA LAS COLUMNAS PRINCIPALES SE DEJARAN LATIGUILLOS DE 2,0 m DE LONGITUD EN LA CIMENTACION.
 - PARA LAS TIERRAS INTERIORES DE CASETAS Y EDIFICIOS DEJAR LATIGUILLOS DE 1,50 m EN EL INTERIOR.

- NOTAS:**
- LOS SIGUIENTES ELEMENTOS DEBERAN SER CONECTADOS A LA MALLA DE TIERRAS DENTRO DE LOS TRABAJOS DE OBRA CIVIL:
 - PUERTAS CASETAS
 - CERCOS METALICOS DE ARQUETAS (TANTO DE CABLES COMO DE DRENAJE) Y CANALES REFORZADOS
 - CERRAMIENTO APROXIMADAMENTE CADA 20 m
 - CIMENTACIONES DE CASETAS
 - SE DARÁ CONTINUIDAD EN LAS CASETAS A LAS ARMADURAS DE MURO DE CIMENTACIÓN Y SOLERA

PLANOS DE REFERENCIA:
VITF10004 PLANTA GENERAL. RED DE TIERRAS DE ACOMPAÑAMIENTO

EDICION	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCION
F	MAY-18	AG.M.	R.E.E.	DEFINITIVO CONFORME A LO CONSTRUIDO (J-0814-50104)
E	MAY-17	AG.M.	R.E.E.	COMENTARIOS REE
O	FEB-11	E.B.F.	R.E.E.	PRIMERA EDICION (J-0279)

red eléctrica	INSTALACION	220 kV VITORIA	VÁLIDO PARA PTA. 0
	TITULO	PLANTA GENERAL RED DE TIERRAS	CÓDIGO J-000-S0350-1
			AT 1-400
			Nº P-VITF10003 HOJA

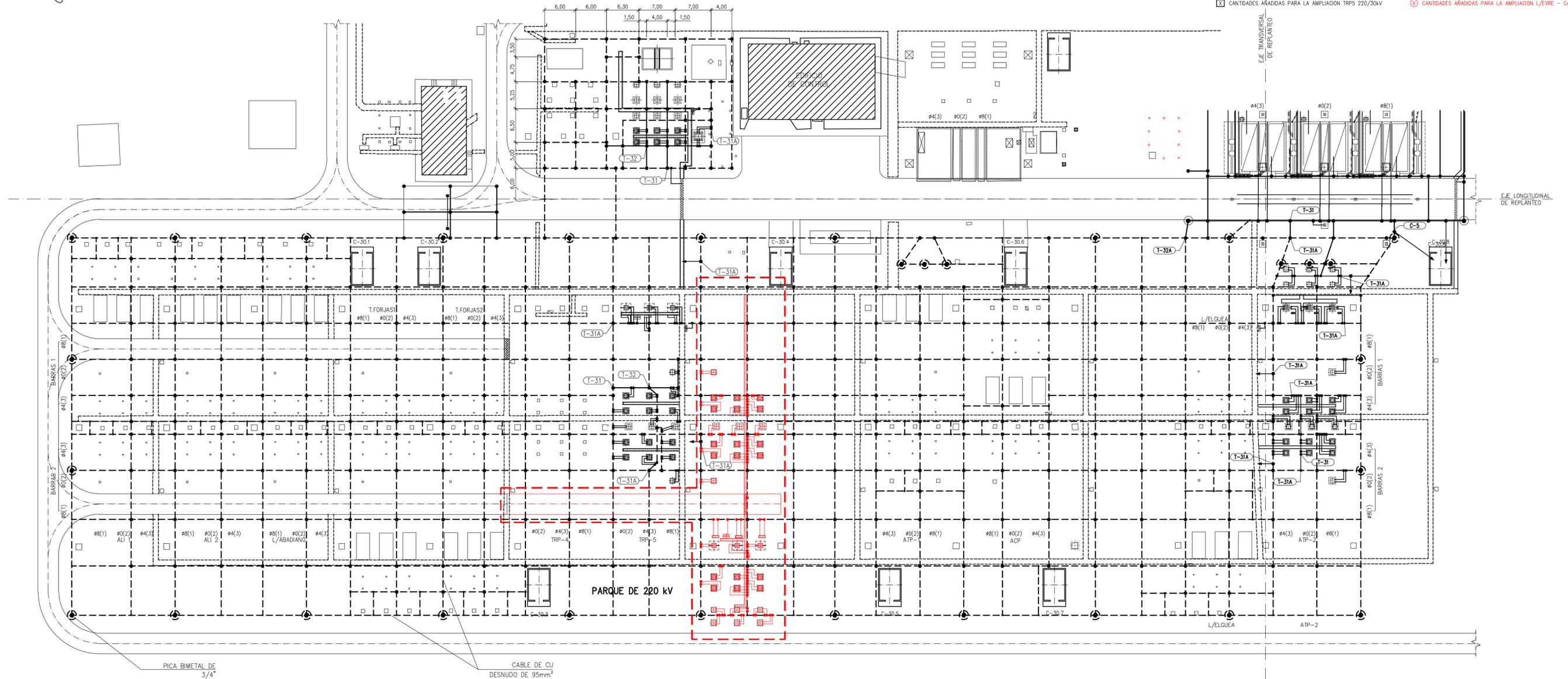
RED ELÉCTRICA DE VITORIA, S.A. es una empresa de capital mixto, formada por el 50% de la RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A. y el 50% de la RED ELÉCTRICA DE VITORIA, S.A. La RED ELÉCTRICA DE VITORIA, S.A. es una empresa de capital mixto, formada por el 50% de la RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A. y el 50% de la RED ELÉCTRICA DE VITORIA, S.A. La RED ELÉCTRICA DE VITORIA, S.A. es una empresa de capital mixto, formada por el 50% de la RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A. y el 50% de la RED ELÉCTRICA DE VITORIA, S.A.

Proyecto de Ingeniería Industrial de Redes de Media Tensión, Nº 20230320. Fecha: Madrid, 03/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.T.I.M. Para comprobar su validez: https://www.com.san/verificacion. Cód. Verif.: 3198311. Nº Colegiado: 11729. Colegiado Único: GONZALEZ DOMINGUEZ



RELACION DE MATERIALES					
CODIGO/LOTE	POS.	CANT.	DENOMINACION	OBSERVACIONES	SUMINISTRO
3050033	C-5	23	CABLE DE CU DESNUDO DE 120mm ² #14.2mm	--	CONTRATISTA
--	T-31	3	SOLDADURA EXOTERMICA EN "T" PARA CABLES DE CU DESNUDOS 120mm ² (#14.2mm)	--	CONTRATISTA
--	T-32	7	SOLDADURA EXOTERMICA EN CRUZ PARA CABLES DE CU DESNUDOS 120mm ² (#14.2mm)	--	CONTRATISTA
--	T-31A	74	SOLDADURA EXOTERMICA EN "T" PARA CABLES DE CU DESNUDOS 120mm ² (#14.2mm) Y 95 mm ²	--	CONTRATISTA
--	T-32A	3	SOLDADURA EXOTERMICA EN CRUZ PARA CABLES DE CU DESNUDOS 120mm ² (#14.2mm) Y 95 mm ² (EXISTENTE)	--	CONTRATISTA
--	--	63	LATIGUILLO DE CONEXION A LA RED GENERAL DE TIERRAS	COMPUTADO POR UNIDAD	--

X CANTIDADES AÑADIDAS PARA LA AMPLIACION TRP5 220/30kV
 X CANTIDADES AÑADIDAS PARA LA AMPLIACION L/EVRE - CALLE 8



- SIMBOLOS**
- SOLDADURA ALUMNOTERMICA EN CRUZ O EN "T"
 - CONEXION A ESTRUCTURA
 - CONEXION A CERRAMIENTO
 - CONEXION A RED DE TIERRAS DE ACOMPAÑAMIENTO (HASTA DENTRO DE CANAL DE CABLES CERCAND)
 - MALLA PRINCIPAL DE CABLE DE CU DE 120 mm² A 60 cm DE PROFUNDIDAD
 - MALLA PRINCIPAL DE CABLE DE CU DE 95 mm² A 50 cm DE PROFUNDIDAD
 - CONEXIONES CON LA MALLA PRINCIPAL CON CABLE DE CU DE 120 mm² (SE REALIZARAN DURANTE LOS TRABAJOS DE OBRA CIVIL):
 - PARA LOS SOPORTES DE APARMENTA SE DEJARAN LATIGUILLOS DE 1.50 m DE LONGITUD EN LA OMENTACION.
 - PARA LAS COLUMNAS PRINCIPALES SE DEJARAN LATIGUILLOS DE 2.0 m DE LONGITUD EN LA OMENTACION.
 - PARA LAS TIERRAS INTERIORES DE CASSETAS Y EDIFICIOS DEJAR LATIGUILLOS DE 1.50 m EN EL INTERIOR.

X AMPLIACION L/EVRE

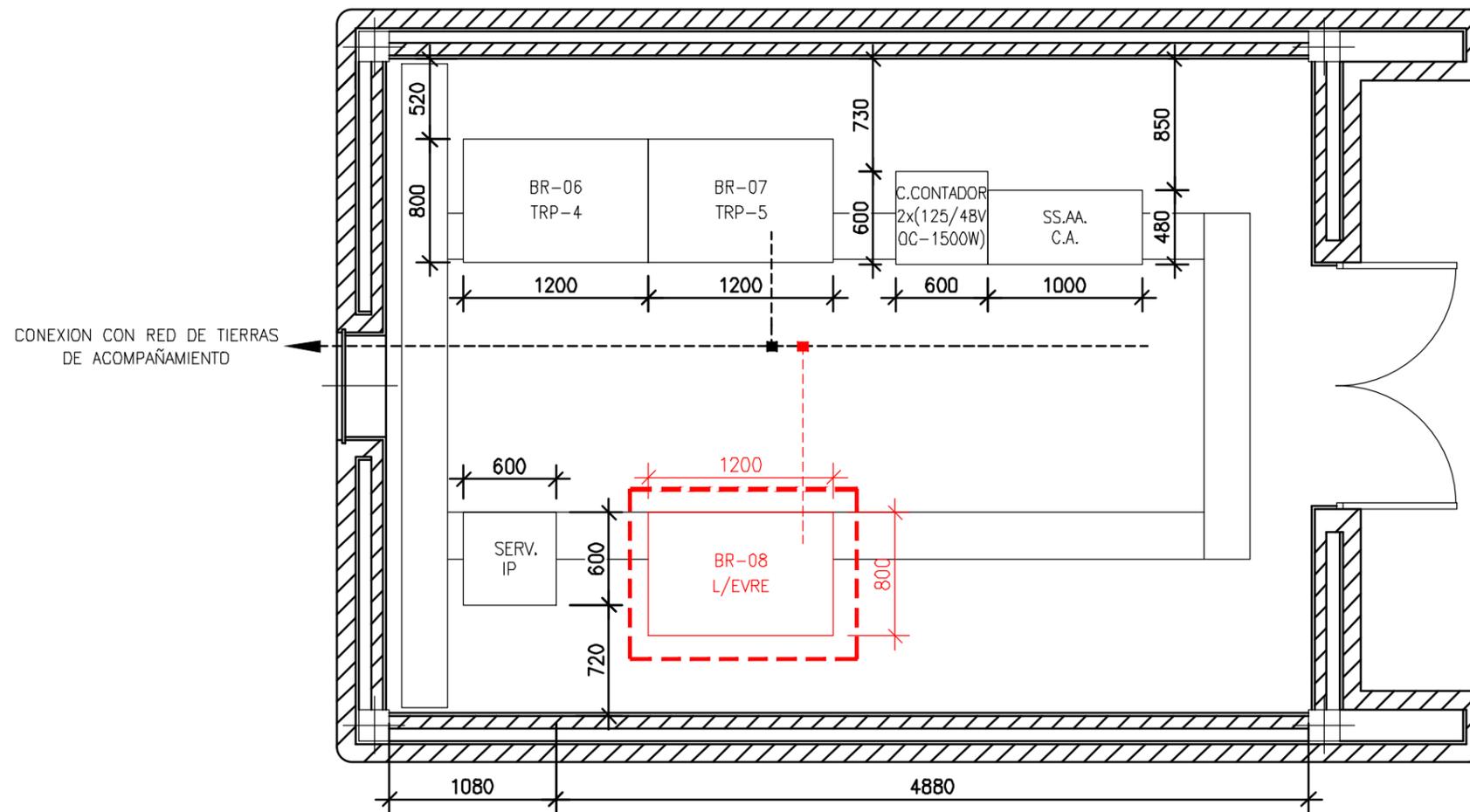
- NOTAS:**
- LOS SIGUIENTES ELEMENTOS DEBERAN SER CONECTADOS A LA MALLA DE TIERRAS DENTRO DE LOS TRABAJOS DE OBRA CIVIL:
 - PUERTAS CASSETAS
 - CERCOS METALICOS DE ARQUETAS (TANTO DE CABLES COMO DE DRENAJE) Y CANALES REFORZADOS
 - CERRAMIENTO APROXIMADAMENTE CADA 20 m
 - OMENTACIONES DE CASSETAS
 - SE DARÁ CONTINUIDAD EN LAS CASSETAS A LAS ARMADURAS DE MURO DE OMENTACION Y SOLERA

PLANOS DE REFERENCIA:
 WIF10004 PLANTA GENERAL. RED DE TIERRAS DE ACOMPAÑAMIENTO

EDICION	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCION
G	JUN-23	N.B.A.	R.E.E.	AMPLIACION L/EVRE CALLE 8
F	MAY-18	A.G.M.	R.E.E.	DEFINITIVO CONFORME A LO CONSTRUIDO (J-0614-S0104)
O	FEB-11	E.B.F.	R.E.E.	PRIMERA EDICION (J-0279)

red eléctrica	INSTALACION	220 kV VITORA	VÁLIDO PARA PTA. 0
	TÍTULO	PLANTA GENERAL RED DE TIERRAS SITUACION FUTURA	CÓDIGO J-00K-S0350-1
			A1 1:400
			Nº P-WIF10003 HOJA

COMPAÑIA DE INGENIERIA INDUSTRIAL DE MADRID, S.A. (C.I.I.M.) PARA CONSULTAR SU ESTADO: https://www.ciiim.com/verificacion/consultar/378411



 AMPLIACIÓN L/ EVRE

NOTAS:

1. 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 CASSETAS DE RELES.
2. PANEL SERA SUMINISTRADO EN LA OBRA CIVIL Y MONTADO POR EL CONTRATISTA DE MONTAJE.

PLANOS DE REFERENCIA:

VITF10004 PLANTA GENERAL. RED DE TIERRAS DE ACOMPAÑAMIENTO

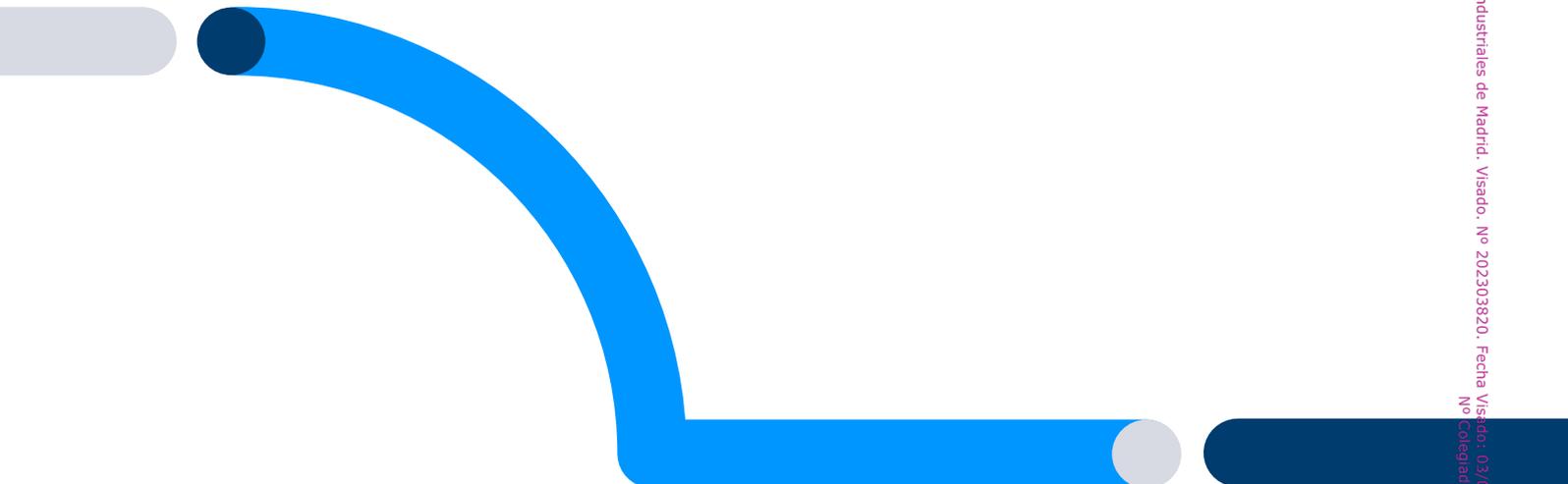
SIMBOLOS:

- CABLE DESNUDO DE Cu de 120mm²
- T DERIVACION EN "T" MEDIANTE GRAPA DE CONEXION (TIPO T-3, S/PL. VITF20012)
- CONEXION A EQUIPO O CUADRO MEDIANTE TERMINAL DE PRESION (TIPO T-5, S/PL. VITF20012)

C	JUN-23	N.B.A.	R.E.E.	AMPLIACIÓN L/EVRE CALLE 8
B	NOV-18	AG.M.	R.E.E.	DEFINITIVO CONFORME A LO CONSTRUIDO (J-0614-S0104)
0	DIC-08	G.I.M.	R.E.E.	PRIMERA EDICIÓN (J-0279)
EDICIÓN	FECHA	PROYECTADO	VERIFICADO	DESCRIPCIÓN
red eléctrica			INSTALACIÓN	G.I.M. VITORA
			TÍTULO	DISPOSICIÓN DE EQUIPOS EN CASETA CR-30.4
				VÁLIDO PARA PTA 0
				COORD. HUSO
				CÓDIGO J-00K0-S0350-1
		A3	1:40	
			Nº P-VITJ2018	HOJA

red eléctrica

Una empresa de Redeia



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN VITORIA 220 kV

DOCUMENTO 4

PRESUPUESTO

Dirección de **Ingeniería y Construcción**
Departamento de **Ingeniería de Subestaciones**
agosto de 2023

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 VITORIA 220 kV (en euros)

1.1. Ingeniería de proyecto	66.957
1.1.1. Ingeniería	54.432
1.1.2. Definición.....	12.525
1.2. Materiales.....	316.151
1.2.1. Aparamenta	164.601
Interruptor	48.638
Transformadores de media.....	60.435
Seccionadores.....	49.129
Aisladores.....	1.440
Pararrayos.....	4.959
1.2.2. Protecciones, control y comunicaciones	85.170
Bastidores, cuadros y convertidores.....	14.287
Sistemas de control remoto	7.084
Sistemas de telecomunicaciones.....	12.431
Protecciones.....	33.862
Equipos de sincronismo.....	1.357
Cables	16.149
1.2.3. Estructura metálica.....	66.380
1.3. Construcción	375.791
1.3.1. Obra civil de parque	228.609
1.3.2. Montaje electromecánico.....	111.041
1.3.3. Telecomunicaciones.....	6.647
1.3.4. Pruebas y puesta en servicio.....	20.000
1.3.5. Servicios diversos.....	9.494
 TOTAL PRESUPUESTO 1	 758.899 euros

1 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL (en euros)

2.1. Seguridad y salud laboral	5.327
TOTAL PRESUPUESTO 2	5.327 euros

2 PRESUPUESTO TOTAL

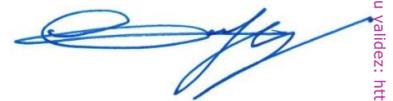
3.1. SUBESTACIÓN.....	758.899 €
3.2. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL.....	5.327 €

TOTAL **764.226 EUROS**

El presupuesto total de la ampliación de la subestación VITORIA 220kV asciende a **SETECIENTOS SESENTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS VEINTISÉIS EUROS.**

Madrid, agosto de 2023

El Ingeniero industrial



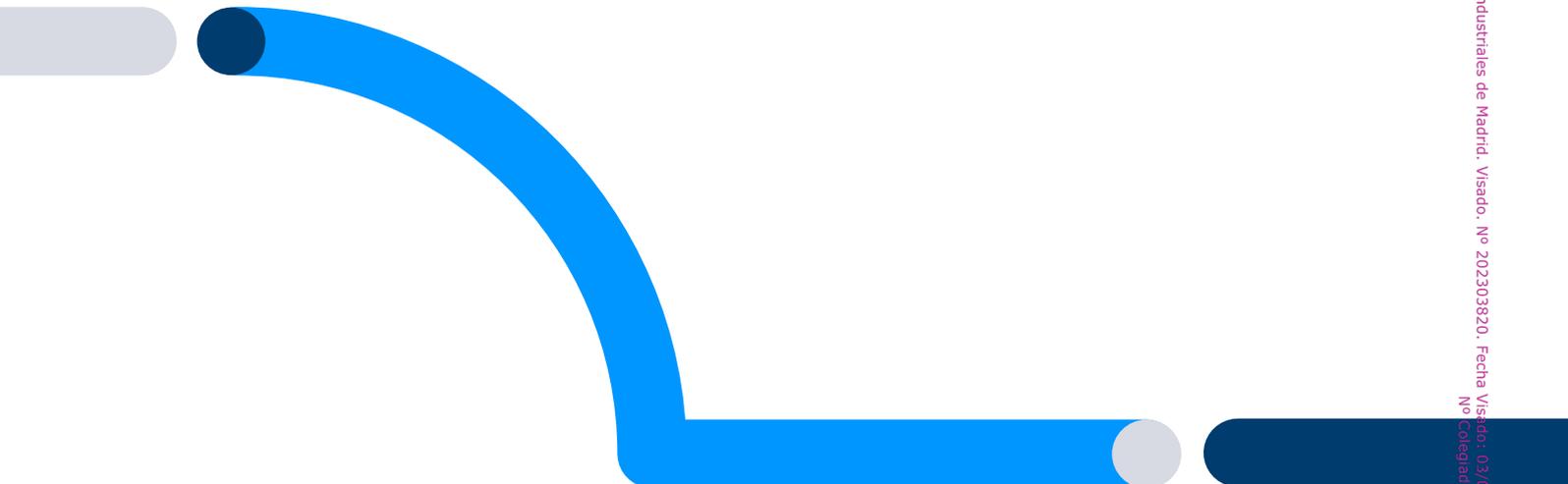
David González Jouanneau

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.

red eléctrica

Una empresa de Redeia



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN VITORIA 220 kV

DOCUMENTO 5

ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS

Dirección de **Ingeniería y Construcción**
Departamento de **Ingeniería de Subestaciones**
agosto de 2023

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	5
5 RESULTADOS	10
6 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	11
7 CONCLUSIONES.....	11
8 REFERENCIAS	12

1 OBJETO

El objeto de este estudio es estimar las emisiones de campo magnético en el exterior accesible por el público del parque de 220 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 220 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 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”.

4 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN Y DATOS DE CÁLCULO

El parque de 220 kV AIS del proyecto tipo tiene las siguientes características:

Nivel de 220 kV.

- Tipo..... Intemperie convencional
- Topología..... Doble barra
- Posiciones de línea..... 4
- Posiciones de barras..... 2
- Posiciones de acoplo..... 1
- Superficie aprox. del parque..... 14852 m²

El estado de carga considerado consiste en considerar los dos transformadores 400/220 kV a potencia máxima y conectados a la barra 1. Las líneas se conectan a la barra 2, estando el acoplamiento cerrado, por tanto, por el acoplamiento pasa toda la potencia aportada por los transformadores. La línea 1 evacúa su potencia máxima y la línea 2 la restante hasta completar la aportada por los transformadores.

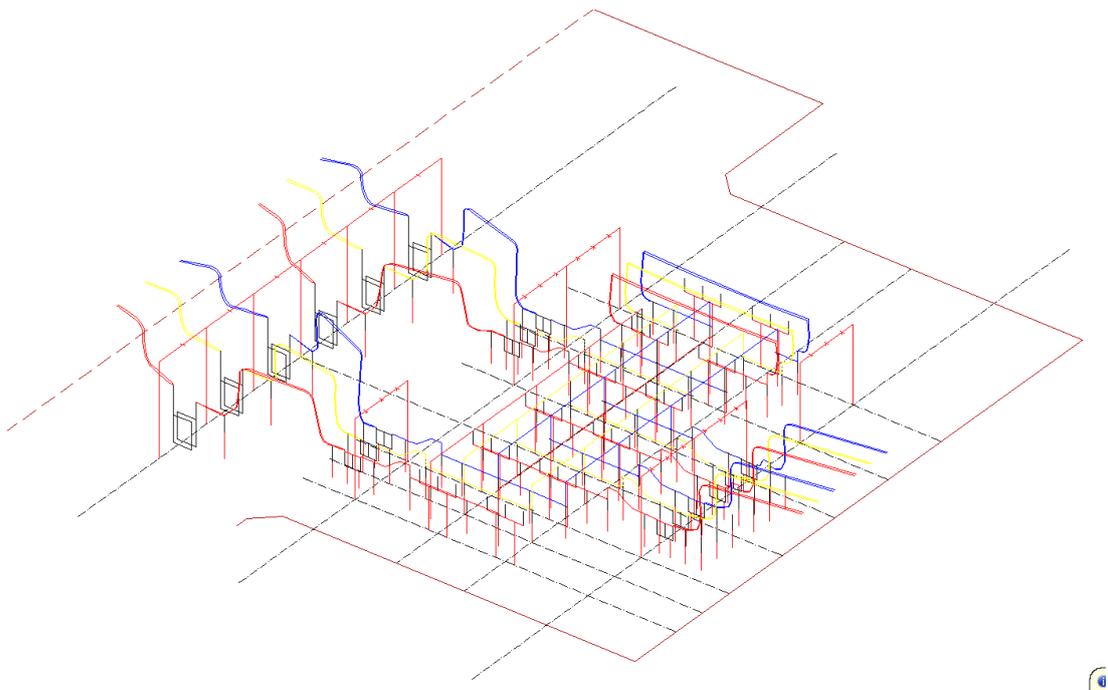


Figura 1. Modelo 3D de los cables de la instalación.

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

POSICIÓN O TRAMO	REF.	INTENSIDAD (A)	FASE (°)	TIPO
TRAFO 1 400 kV	1	866 ₍₂₎	0	Trifásica equilibrada
TRAFO 2 400 kV	2	866 ₍₂₎	0	Trifásica equilibrada
TRAFO 1	3	1575 ₍₂₎	0	Trifásica equilibrada
TRAFO 2	4	1575 ₍₂₎	0	Trifásica equilibrada
UNIÓN DE BARRAS	5	3150	0	Trifásica equilibrada ₍₁₎
LÍNEA 1	6	2624 ₍₁₎	0	Trifásica equilibrada
LÍNEA 2	7	525	0	Trifásica equilibrada

(1) Intensidad correspondiente a la capacidad de transporte máxima de la línea, 1000 MVA.

(2) Intensidad correspondiente a la potencia máxima del transformador, 600 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.

No se han tenido en cuenta las aportaciones del parque adyacente de 400 kV, salvo el de los conductores representados en la figura 3.

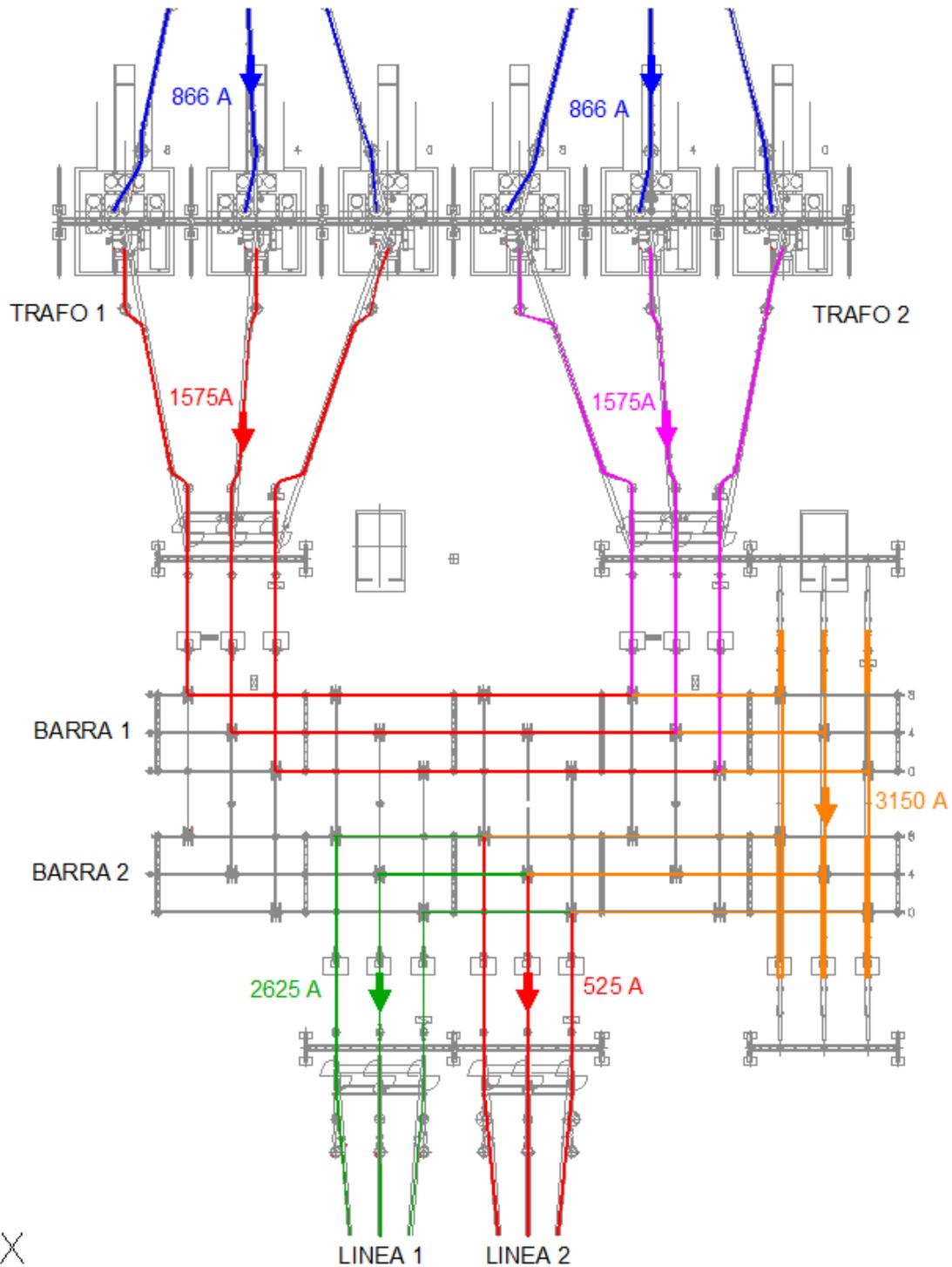


Figura 3. Intensidades estimadas para cálculo de campo magnético

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.

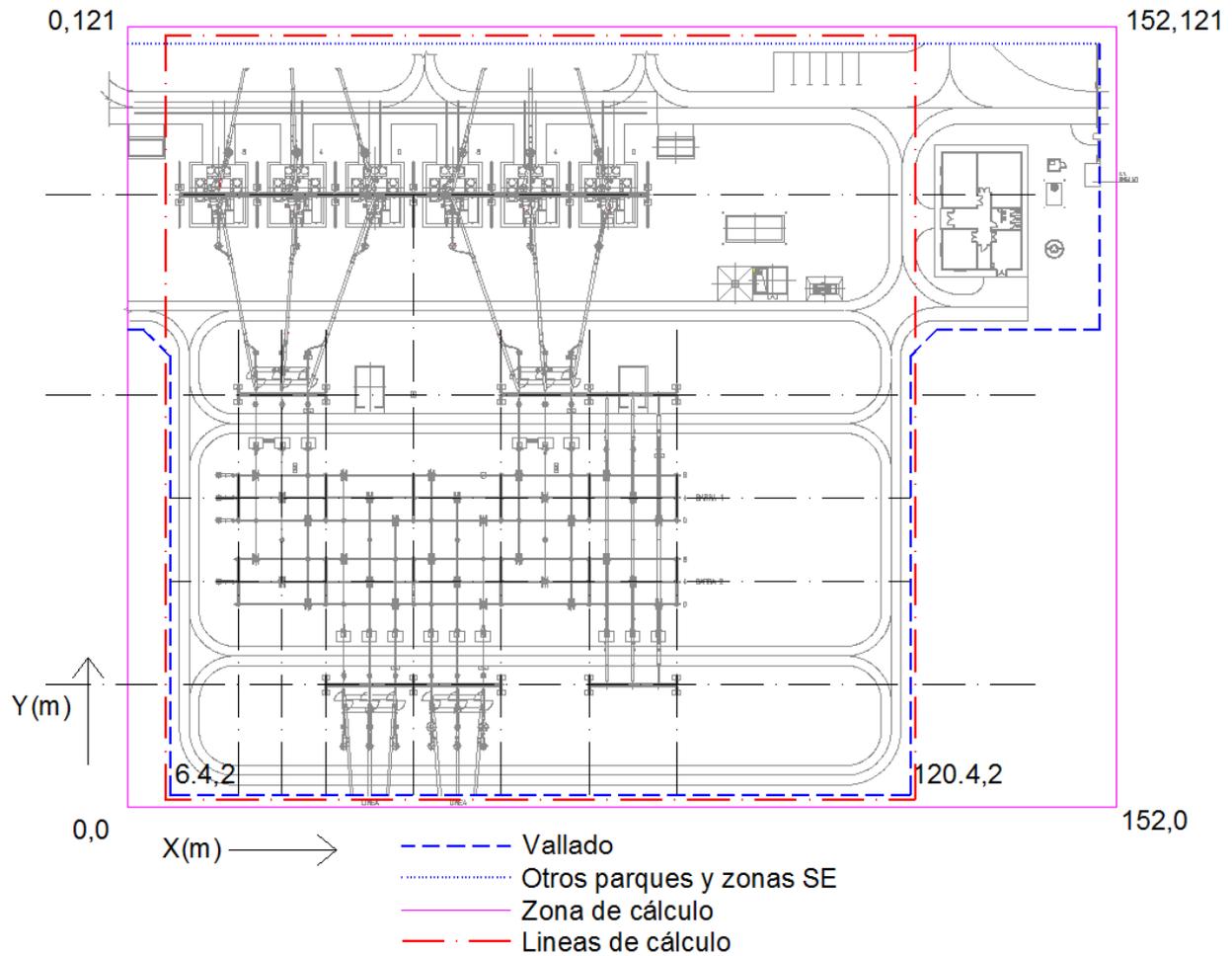


Figura 4. Vallado y zonas límite del cálculo

5 RESULTADOS

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

Se ha obtenido el campo magnético en el parque de 220 kV, a 1 metro de altura del suelo. Los resultados obtenidos se representan tanto en el límite exterior del parque de 220 kV. (requerimiento reglamentario) como en el interior del mismo.

Debido a la irregularidad del vallado exterior, y a que los valores de campo magnético obtenidos están alejados de los límites reglamentarios, se ha considerado más adecuado presentar los resultados en las 4 líneas de cálculo representadas en la figura 4, aunque no coinciden en todo su recorrido con el vallado real del parque. En las zonas donde coincide el recorrido del vallado del parque con las líneas de cálculo, estas se sitúan en el exterior, a **0.2 m** del mismo.

Los valores más elevados de campo en el exterior se producen en la zona de entrada de las líneas de 220 kV, siendo de **18 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 17, correspondiendo a una separación de 7.6 x 7.56 m. La resolución utilizada para el cálculo es de 0.2 m.

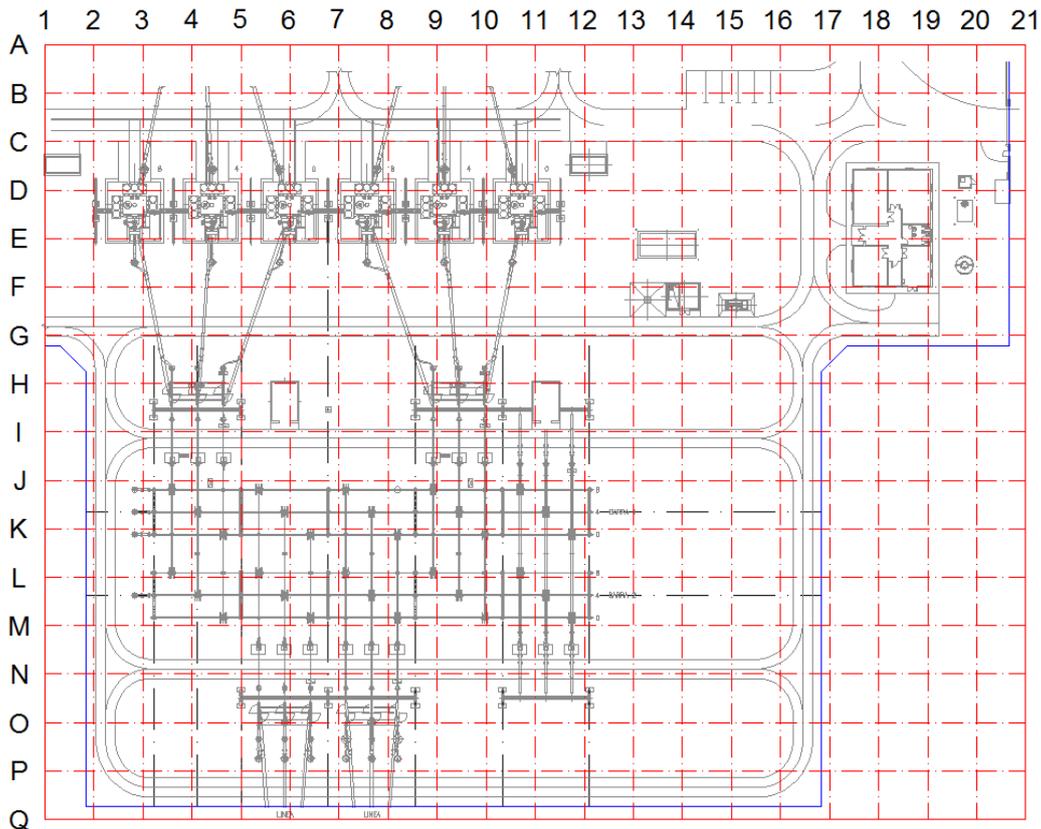


Figura 5. Cuadrícula para resumen de los resultados

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

Figura 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 220 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 μT ., 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 recogida 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 220 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 μT para el campo magnético a la frecuencia de la red, 50Hz.

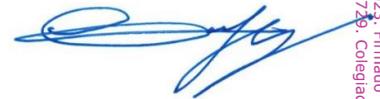
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. No 202303820. Fecha Visado: 03/09/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.colim.es/Verificacion_Cod_Ver: 37054211. No Colegiado: 11729. Colegiado: DAVID GONZALEZ DE JAVIER

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, agosto de 2023

El Ingeniero industrial



David González Jouanneau

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303820. Fecha Visado: 03/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <https://www.colim.es/Verificacion>. Cod.Ver: 37054211. No Co. Madrid: 1729. Colegiado: DAVID GONZALEZ JOUANNEAU