



Executing your decarbonisation vision

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV

DCSP.0010.2.M.GN.201-7A

MEMORIA DESCRIPTIVA

BADAJOS, EXTREMADURA (ESPAÑA)

Tabla 1.- Control de versiones del documento

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
0A	30/06/2025	Emisión Inicial	JRD	JRD	JMO
1A	06/08/2025	Actualización de las especificaciones técnicas de los transformadores junto con ajustes en el esquema unifilar	PLN	JRD	JMO
2A	09/10/2025	Modificación completa de la arquitectura de la SET, incluyendo cambio de tecnología y transformación.	PLN	JRD	JMO
3A	06/11/2025	Modificación completa de la arquitectura de la SET, incluyendo cambio de transformación.	VJO/JRD	JRD	JMO
4A	28/11/2025	Modificación descripción inicial de la SET	VJO/JRD	JRD	JMO
5A	05/01/2026	Corrección configuración SET Enlace	VJO/JRD	JRD	JMO
6A	10/02/2026	Modificación tras revisión	PLN	JRD	JMO
7A	04/08/2026	Inserción Memoria de Cálculo	PLN	JRD	JMO

Sevilla, agosto de 2026

Firmado por

***4967**

JOAQUÍN MARTÍN-OAR

El Ingeniero Industrial

Joaquín Martín-Oar María-Tomé

Nº de colegiado 07149 – COIIAOC Sevilla

Contenido

1	OBJETO Y BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	6
1.1	Introducción	6
1.2	Objeto	6
1.3	Promotor e ingeniería	7
2	NORMATIVA APLICADA	8
2.1	Normativa y regulación	8
2.2	Cumplimiento del código técnico de la edificación	10
3	PARAMETROS GENERALES DE DISEÑO	12
3.1	Condiciones ambientales	12
3.2	Parámetros de diseño	12
4	EMPLAZAMIENTO.....	14
4.1	Configuración.....	14
5	OBRA CIVIL.....	18
5.1	Acondicionamiento del terreno y movimientos de tierra	18
5.2	Canalizaciones para sistema de drenajes y arquetas.	20
5.3	Canalizaciones para cables	20
5.4	Bancada del transformador	21
5.5	Cimentaciones	21
5.6	Cierre perimetral y accesos	22
5.7	Viales interiores	22
5.8	Urbanización y acabados	23
5.9	Edificio	23
6	RED DE TIERRAS.....	24
6.1	Red de tierras inferiores.....	24
6.2	Tierra de protección.....	25
6.3	Tierra de servicio	26
7	EQUIPOS PRINCIPALES DE LA SUBESTACIÓN	27
7.1	Sistema de 400 kV	27
7.2	Sistema de 220 kV	30

7.3	Transformador de potencia	33
7.4	Conductores Desnudos	42
7.5	Conductores Aislados	42
8	SERVICIOS AUXILIARES	42
8.1	Principios generales de los SSAA.....	42
8.2	Régimen de Funcionamiento	43
8.3	Equipos Principales	45
9	CONTROL Y PROTECCIONES.....	46
9.1	Arquitectura del sistema de control y protección.....	46
9.2	Sistema de protecciones.....	48
10	OTRAS INSTALACIONES Y SERVICIOS	49
10.1	Equipos de medida y facturación	49
10.2	Sistema de comunicaciones	51
10.3	Sistema de detección de incendio y extinción	51
10.4	Sistema de Climatización y ventilación	51
10.5	Alumbrado	52
10.6	Seguridad y vigilancia	53
11	MEMORIA DE CÁLCULO PARA LOSA DE PROTECCIÓN DE TUBERÍA DE GAS	54
11.1	Objeto y alcance de la memoria.....	54
11.2	Antecedentes.....	54
11.3	Normativa y bibliografía de referencia.....	55
11.4	Materiales	55
11.5	Consideraciones sobre las características mecánicas del suelo	55
11.6	Descripción de la solución adoptada.....	56
11.7	Comprobaciones realizadas sobre la losa	56
11.8	Comprobaciones realizadas sobre la solera.....	57
11.9	Plano detalle.....	58

ACRÓNIMOS

- MW. _ Mega Watios
- MWp. _ Mega Watios pico
- MWn. _ Mega Watios nominales
- kV. _ kilovoltios
- kVA. _ kilovoltio Amperio
- ha. _ Hectáreas
- R.E.E. _ Red Eléctrica Española
- FV. _ Fotovoltaica (Planta)
- CCTV. _ Closed-circuit television _ Circuito Cerrado de Televisión (Video)
- CC. _ Corriente Continua
- CA. _ Corriente Alterna
- M.T. _ Media Tensión
- B.T. _ Baja Tensión
- IVA _ Informe viabilidad de acceso
- SCADA System _ Supervisory Control And Data Acquisition. Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos
- REBT. _ Reglamento Eléctrico de Baja Tensión
- UNE. _ Normas UNE (Una Norma Española)
- SS.AA _ Servicios Auxiliares
- TSA_ Transformador de servicios auxiliares
- CT. _ Centro de Transformación
- THD _ Total Harmonic Distortion _ Factor de distorsión armónica
- CGBT _ Cuadro General de Baja Tensión
- FO. _ Fibra óptica
- SAI. _ Sistema de Alimentación Ininterrumpida

1 OBJETO Y BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 INTRODUCCIÓN

La subestación eléctrica Enlace 400/220 kV (en adelante, SET Enlace) se proyecta con una capacidad total de transformación de 1.200 MVA (8x150MVA), contemplando en una primera fase de ejecución la instalación y puesta en servicio de 900 MVA (6x150MVA).

Se trata de una instalación que recibirá una línea aérea S/C Dúplex de 400 kV procedente de la subestación Riocaya, propiedad de Red Eléctrica de España (REE), actualmente concedida, y prevé la posible conexión futura de una segunda línea D/C de 400 kV.

La subestación está diseñada bajo una configuración de redundancia (2N), y por tanto, reduce el nivel de tensión mediante ocho (8) autotransformadores de 400/220 kV de 110/150 MVA que garantiza la continuidad del servicio ante la indisponibilidad de cualquiera de los elementos principales de la instalación si bien, en la primera fase, solo se instalarán seis (6) autotransformadores de 400/220 kV de 110/150 MVA.

Esta disposición permite la operación independiente de cada embarrado, así como la interconexión de los extremos de los transformadores de potencia, donde se efectuará el cambio de nivel de tensión.

Desde el parque exterior de 220 kV se proyectan cuatro salidas de línea subterránea de 220 kV, destinadas a la conexión con la subestación DC GIS Badajoz 220/20 kV.

La SET 400/220kV Enlace se ubicará en las proximidades de la subestación Riocaya, concretamente en las parcelas con referencias catastrales 06900A148000140000JK, 06900A148000650000JB y 06900A148000090000JM.

Se ha previsto la reserva de espacio en los embarrados de 400 kV y 220 kV para la futura conexión de transformadores adicionales, de modo que la subestación quede preparada para posibles ampliaciones o modificaciones sin necesidad de realizar intervenciones estructurales significativas.

1.2 OBJETO

El presente documento se redacta con el fin último de obtener la aprobación del proyecto de ejecución de acuerdo a lo recogido en 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 según el Real Decreto 337/ 2015 de 9 de mayo.

Al objeto mencionado con anterioridad se especifican las condiciones técnicas de ejecución de la subestación eléctrica Enlace 400/220 kV, siendo las características principales de esta instalación las siguientes:

- Parque de 400 kV, configuración en doble barra con seccionamiento:
 - Una (1) posición de entrada línea AT
 - Una (1) posición de entrada línea AT de reserva futura ampliación
 - Dos (2) conjunto de embarrados principales de 400kV con medida de tensión
 - Seis (6) posiciones de transformación (Primario)
 - Dos (2) posiciones de transformación a equipar a futuro (Primario)
 - Dos(2) Posición de acoplamiento de barras de 400 kV
 - Dos (2) posiciones de seccionamiento de barras de 400 kV
- Seis (6) Transformadores de potencia 400/220 kV; 110/150 MVA
- Dos (2) Transformadores de potencia 400/220 kV; 110/150 MVA (a equipar a futuro)
- Parque de 220 kV, configuración en doble barra con:
 - Seis (6) posiciones de transformación (Secundario)
 - Dos (2) posiciones de transformación a equipar a futuro (Secundario)
 - Dos (2) conjunto de embarrados principales de 220kV con medida de tensión
 - Dos (2) posiciones de seccionamiento de barras de 220 kV
 - Dos (2) Posiciones de acople de barras de 220 kV
 - Cuatro (4) posiciones de salida línea subterránea AT

1.3 PROMOTOR E INGENIERÍA

Se redacta por encargo de la empresa Data Riocaya, S.L., como promotora de las instalaciones.

- **DENOMINACIÓN SOCIAL:** DATA RIOCAYA, S.L.
- **CIF:** B70639497
- **DIRECCIÓN SOCIAL:** Avenida de España 18, 2º Oficina 1ª (Cáceres)
- **PERSONA DE CONTACTO:** Juan Jose Cara García

Redacta el presente proyecto INGENOSTRUM S.L. mediante el técnico que suscribe Joaquín Martín -Oar María Tomé, Ingeniería Industrial, colegiado en el COIIAOC de Sevilla con el número 07149, con domicilio en Avd. de la Constitución nº34, 1ºI, 41001, Sevilla.

- **INGENIERÍA:** INGENOSTRUM S.L.
- **CIF:** B-91.832.873
- **TÉCNICO REDACTOR:** Joaquín Martín – Oar María-Tomé
- **TITULACIÓN:** Ingeniero Industrial, 07149 - COIIAOC-Sevilla

2 NORMATIVA APLICADA

2.1 NORMATIVA Y REGULACIÓN

El diseño, cálculo y justificación del presente proyecto cumplirá las normas y regulaciones que se listan a continuación:

Producción eléctrica

- R.D. 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (Orden 12 de abril de 1999) y Procedimientos Técnicos (Resolución de 12 de febrero de 2004 de la Secretaría de Estado de Energía, Desarrollo Industrial y Pequeña y Mediana Empresa).
- R.D. 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- R.D. 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.
- R.D. 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico.
- R.D. 1454/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico.
- R.D. 7/2006, de 23 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes en el sector energético.
- R.D. 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- R.D- Ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

Obra civil

- PG-3 Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes
- R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Documentos Básicos del CTE aplicables.
- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras.
- EUROCODIGOS EN-1990 a 1999.
- Real Decreto 470/2021 por el que se aprueba el Código Estructural, reglamentación que regula las estructuras de hormigón, de acero y mixtas de hormigón-acero, tanto de edificación como de obra civil.

Instalaciones de BT. Generadores de BT

- R.D. 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (REBT).
- Normas UNE/IEC.

Instalaciones de BT. Instalación interior de SSAA.

- R.D. 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. REBT.
- Normas UNE y UNE-EN. Incluida UNE-EN-211435:5 que sustituye a UNE-EN-21435:5 en la que se basa el RD 842/2002.
- Normas UNE 20322 sobre clasificación de zonas de características especiales

Instalaciones de AT/MT.

- R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- R.D. 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias IT-LAT 01 a 09. RLAT.
- Recomendaciones UNESA.
- Normalización Nacional. Normas UNE y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-02.
- Ley 40/1994, de 30 de diciembre, de ordenación del Sistema Eléctrico Nacional.
- Norma IEC 60502-1:2004/A1:2009, para "Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones nominales de 1 kV a 30 kV".
- Recomendaciones UNESA.
- 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.
- Procedimientos de Operación de REE.
- Seguridad industrial
- R.D. 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual
- R.D. 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción Anexo IV.
- R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- R.D. 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- R.D. 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- 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.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el RD 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

Otras normativas

- R.D. 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).
- Resto de normas relativas a Construcción y Protección Contra Incendios aplicables a Instalaciones Eléctricas de Alta y Baja Tensión.
- Norma IEEE 980
- Norma IEC 61936-1

2.2 CUMPLIMIENTO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

De acuerdo con el Párrafo 2 del Artículo 2 del Capítulo 1 de la parte I del Código Técnico de la Edificación: "El CTE se aplicará a las obras de edificación de nueva construcción, excepto a aquellas construcciones de sencillez técnica y de escasa entidad constructiva, que no tengan carácter residencial o público, ya sea de forma eventual o permanente, que se desarrollen en una sola planta y no afecten a la seguridad de las personas".

En este sentido, el edificio que albergará los equipos de la subestación, que se desarrolla en una única planta y para el que se prevé un acceso ocasional para mantenimiento, no permanente, por parte de operarios, cumple con estas condiciones, en base a lo cual no se le exigirá el cumplimiento de la totalidad de requisitos establecidos en el CTE.

La construcción, no obstante, cumplirá con todos los requisitos exigidos por esta normativa en lo relativo a Seguridad Estructural y Seguridad en Caso de Incendio.

Seguridad Estructural

La estructura está destinada a cumplir las Exigencias Básicas 1 y 2 (según el RD 314/06, CTE).

- La resistencia y la estabilidad del edificio es adecuada y óptima para llevar a cabo la función para la que se construye y soportar las acciones e influencias previsibles durante las fases de construcción y usos previstos del edificio, y que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el mantenimiento previsto. Quedará justificado en los cálculos estructurales.
- La aptitud al servicio será conforme con el uso previsto del edificio, de forma que no se produzcan deformaciones inadmisibles, se limite a un nivel aceptable la probabilidad de un comportamiento dinámico inadmisibles y no se produzcan degradaciones o anomalías inadmisibles.

Exigencias

El DB-SE constituye la base para los Documentos Básicos siguientes y se utilizará conjuntamente con ellos:

- DB SE Seguridad estructural.
- DB SE-AE Acciones en la edificación.
- DB SE-C Cimentaciones.
- DB SE-A Estructuras de acero.
- DB SE-F Estructuras de fábrica.
- NCSE-02 Norma sismorresistente

2.2.1 Seguridad en caso de incendio

Se cumplirá el Real Decreto 164/2025, de 4 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

Exigencias

- SI 1 Propagación interior
- SI 2 Propagación exterior
- SI 3 Evacuación de ocupantes
- SI 4 Instalaciones de protección contra incendios

- SI 5 Intervención de los bomberos
- SI 6 Resistencia al fuego de la estructura

3 PARAMETROS GENERALES DE DISEÑO

3.1 CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones meteorológicas utilizadas para el diseño del presente proyecto son las siguientes:

- Temperatura ambiente media máxima anual: 25,4 °C. (fuente: NOAA)
- Temperatura ambiente media mínima anual: 11,4 °C. (fuente: NOAA)
- Altura sobre el nivel del mar: 203 m.

3.2 PARÁMETROS DE DISEÑO

Los parámetros principales del sistema eléctrico que condicionan el diseño de las obras e instalaciones son los siguientes:

Tabla 2.- Características principales de Diseño del sistema eléctrico

MAGNITUD/ CARACTERÍSTICA	UD.	PRIMARIO	SECUNDARIO
Tensión nominal	kV	400	220
Tensión más elevada para el material	kV	420	245
Frecuencia nominal	Hz	50	50
Tensión soportada frec. industrial	kV	630	460
Tensión soportada impulso tipo rayo (BIL)	kVp	1425	1050
Pot. Activa de Diseño Conex. Lin 1	MWn	500	-
Int. Nominal de Diseño Línea Entrada	A	777,7	-
Int. Nominal MAX. Barra 400 kV	A	777,7	-
Potencia Nominal Trafo 1	MVA	110/150	-
Potencia Nominal Trafo 2	MVA	110/150	-
Potencia Nominal Trafo 3	MVA	110/150	-
Potencia Nominal Trafo 4	MVA	110/150	-
Potencia Nominal Trafo 5	MVA	110/150	-
Potencia Nominal Trafo 6	MVA	110/150	-
Potencia Nominal Trafo 7 (futuro)	MVA	110/150	-
Potencia Nominal Trafo 8 (futuro)	MVA	110/150	-

MAGNITUD/ CARACTERISTICA	UD.	PRIMARIO	SECUNDARIO
Int. Nominal secundario ATR1	A	-	424,2
Int. Nominal secundario ATR2	A	-	424,2
Int. Nominal secundario ATR3	A	-	424,2
Int. Nominal secundario ATR4	A	-	424,2
Int. Nominal secundario ATR5	A	-	424,2
Int. Nominal secundario ATR6	A	-	424,2
Int. Nominal secundario ATR7 (futuro)	A	-	424,2
Int. Nominal secundario ATR8 (futuro)	A	-	424,2
Int. Nominal MAX. Barra 220 kV	A	-	1.696,8
Intensidad máx. de defecto trifásico	kA	50	40
Conexión del neutro		Rígido	Rígido
Nivel Aislamiento/Nivel		Muy Fuerte	Muy Fuerte
Línea de fuga mínima aisladores	mm/kV	31	31

La aparamenta para la tensión de 400 kV será instalada con equipos para una tensión máxima $U_m = 420\text{kV}$ y en el nivel de 220 kV se instalarán con equipos para niveles de tensión máxima $U_m = 245\text{ kV}$ normalizados.

Los niveles de aislamiento seleccionados son los especificados en el “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de Alta Tensión” (ITC-RAT 12).

Según este, la subestación se considera perteneciente al Grupo B de instalaciones.

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN LA SUBESTACIÓN

Las distancias mínimas de aislamiento al aire, fase a tierra y entre fases, se establecen para una tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo de 1425 kV, en una altitud inferior a 1.000 m.s.n.m. en el parque de 400 kV y una tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo de 1050 kV, para el parque de 220kV

Estas distancias han sido calculadas según se establece en el “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones de Alta Tensión” (ITC-RAT 12).

4 EMPLAZAMIENTO

La localización de la subestación tiene las siguientes características:

- Ciudad/Municipio: Badajoz (Badajoz).
- Región: Extremadura
- País: España

La ubicación de la subestación quedará definida por las coordenadas UTM con los vértices del perímetro de la misma. En la siguiente tabla se indican dichas coordenadas UTM, según el sistema de referencia ETRS89 HUSO 29.

Tabla 3.- Coordenadas de los vertices de la subestación

PERÍMETRO SUBESTACIÓN	COORDENADA X	COORDENADA Y
PUNTO 1	671496,23	4310568,75
PUNTO 2	671760,37	4310503,80
PUNTO 3	671711,54	4310305,22
PUNTO 4	671447,41	4310370,16

Finca:

- **Termino municipal:** Badajoz
- **Provincia:** Badajoz (Extremadura)
- **Polígono:** 148
- **Parcelas:** 14, 65 y 9
- **Referencia catastral:** 06900A148000140000JK
06900A148000650000JB
06900A148000090000JM

4.1 CONFIGURACIÓN

La subestación eléctrica Enlace estará compuesta por dos niveles de tensión (400 kV y 220 kV) y estará compuesta por aparamenta de instalación exterior aislada al aire (AIS) con doble embarrado y seccionamiento en barras para ambos niveles de 400 kV y 220 kV.

Esta instalación permitirá la interconexión entre ambos lados de los transformadores de potencia, donde se llevará a cabo el cambio de nivel de tensión.

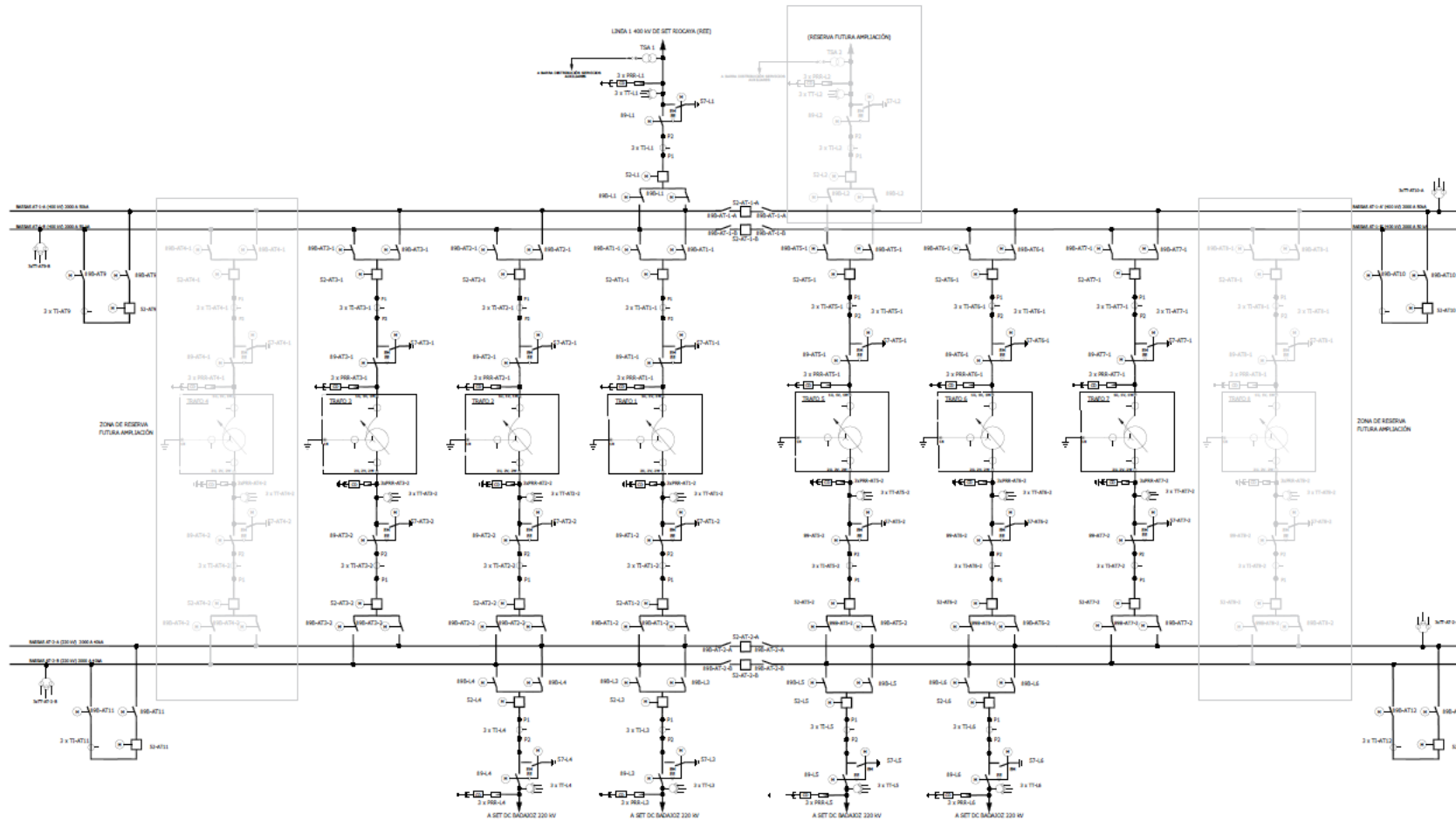
A tal efecto, se instalarán seis autotransformadores de 400/220 kV con una potencia nominal de 150/110 MVA cada uno. Asimismo, se prevé la incorporación futura de dos autotransformadores adicionales con las mismas características técnicas, incluyendo la conexión del neutro rígidamente puesta a tierra en el lado de alta tensión.

La subestación contempla la construcción de dos edificios que alberguen los principales sistemas y equipos necesarios para el funcionamiento seguro y eficiente de la instalación.

El diseño de la subestación cumplirá con los estudios de cortocircuito (sin ser limitativos), tanto trifásico como monofásico, estabilidad, flujo de cargas en la red de alta tensión, sobretensión de la red y coordinación de aislamiento, así como también los cálculos del sistema de tierras, ajuste de relés, flechas y tensiones de conductores.

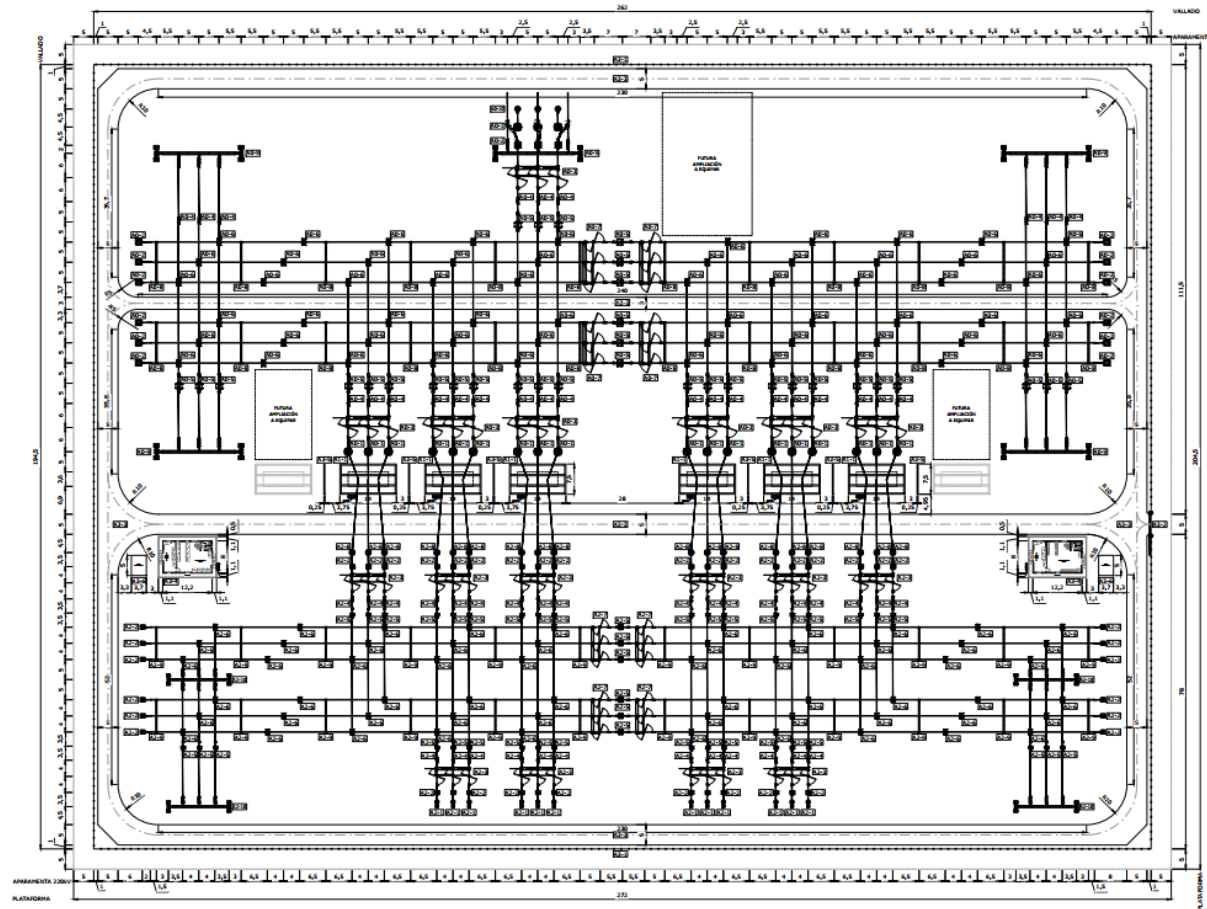
Cada componente estará diseñado para soportar las máximas corrientes eléctricas de operación, las corrientes momentáneas de cortocircuito y de larga duración, resistir las sobretensiones causadas por la línea sin carga, la operación de interruptores, fallas eléctricas y descargas atmosféricas sin sufrir deformaciones o daños; su diseño y construcción considera las condiciones climatológicas del emplazamiento, seísmos y vientos de acuerdo con los valores establecidos en los criterios de diseño civil.

Figura 1.- Esquema unifilar de la subestación¹



¹ Ver plano DCSP.0010.2.D.EL.201 Unifilar General

Figura 2.- Layout Subestación²



² Ver plano DCSP.0010.2.D.GN.202 Layout General

5 OBRA CIVIL

5.1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO Y MOVIMIENTOS DE TIERRA

En el emplazamiento se ejecutará un desbroce y limpieza previa del terreno. Posteriormente se realizará el movimiento de tierras y terraplenado para la formación y adecuación de la plataforma de la subestación.

La plataforma explanada final será completamente horizontal y por tanto se determinará el nivel de terreno explanado (NTE) de la plataforma en base a:

- La topografía de la parcela.
- Las características del terreno que se describan en el informe geotécnico.
- Los métodos de ejecución y materiales indicados en las prescripciones generales para las obras de carreteras y puentes en vigor.
- Los accesos y drenajes previstos.

Los desmontes o terraplenes no tendrán una altura superior a 2 m. Todas las edificaciones que se requieran deberán separar su línea de fachada de la base o coronación de un desmonte o terraplén una distancia mínima de 3 m.

La pendiente de los taludes no podrá ser superior al 50%.

La categoría de la explanada será E1 (módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga según $NLT-357 \geq 60$ MPa). Para su formación únicamente se permitirá el empleo de los siguientes suelos definidos según el artículo 330 del PG3:

- Suelos seleccionados: Serán los que se utilicen para la coronación de la plataforma.
- Suelos Adecuados y/o Tolerables: Se utilizarán en cimientos y núcleos de rellenos.

Todas las tierras procedentes de desmontes y excavaciones serán depositadas en vertederos autorizados. El material clasificado como marginal o inadecuado no podrá ser utilizado en ninguna parte de la obra.

Se extenderá tierra vegetal en los taludes como soporte de una posterior siembra o revegetación de manera que todas las superficies queden integradas en el entorno textural y cromáticamente.

El orden de realización de los trabajos será:

- Extendido de tierra vegetal sobre las superficies.
- Preparación del terreno.
- Siembra/revegetación.

5.1.1 Protección de la plataforma frente a escorrentías

Se deberá proteger la plataforma frente a la escorrentía superficial, evacuando esta hacia zonas más bajas. También será necesario proteger las zonas de recepción para evitar la erosión y reducir la velocidad del agua (podrán usarse empedrados o soluciones equivalentes).

En el camino de acceso a la parcela se construirá un sistema similar al de la plataforma, con los drenajes transversales, caños, bajantes, etc. que sean necesarios.

El drenaje comprenderá:

- La recogida de las aguas pluviales o de deshielo procedentes de la plataforma y sus márgenes, mediante cunetas y sus imbornales y sumideros. Se tendrá en cuenta la construcción de terraplenes y desmontes que se hayan podido ejecutar junto con la explanada, de manera que en la superficie de recogida de precipitaciones se considerará, además de la superficie propia de la plataforma, la superficie correspondiente a la proyección horizontal de los terraplenes.
- La evacuación de las aguas recogidas a través de arquetas y colectores longitudinales, preferentemente y siempre que sea posible a sistemas de alcantarillado. En caso de no ser posible la conducción hasta un sistema de alcantarillado, el vertido se podrá realizar por playa de grava, vertido natural o pozo filtrante.
- La restitución de la continuidad de los cauces naturales interceptados por la instalación, mediante su acondicionamiento y la construcción de obras de drenaje transversal.

5.1.2 Muros de escollera u hormigón armado

Si al ejecutarse la explanada, las laderas o taludes presentan problemas de estabilidad, estará justificada la ejecución de muros, que deberán proporcionar un nivel de contención o de sostenimiento adecuado.

Para el proyecto y ejecución de los muros de escollera, se seguirá en todos los casos los criterios de diseño y cálculos establecidos en la Guía para el Proyecto y la ejecución de Muros de Escollera en Obras de Carretera del Ministerio de Fomento.

En el caso de que se decida ejecutar un muro fabricado con hormigón armado, el material a emplear deberá ser el siguiente:

- Hormigón HA-20/P/20/XC1 ($f_{ck} > 25 \text{ N/mm}^2$ a los 28 días).
- Coeficiente parcial de seguridad del hormigón de 1,5.
- Acero B500S ($f_y > 500 \text{ N/mm}^2$, $f_s > 550 \text{ N/mm}^2$).
- Coeficiente parcial de seguridad para el acero de 1,15.

5.2 CANALIZACIONES PARA SISTEMA DE DRENAJES Y ARQUETAS.

Se realizará la excavación del terreno para los distintos tipos de canales de cables prefabricados, con o sin drenaje inferior.

Igualmente, se ejecutarán las zanjas para la colocación de canales de drenaje necesarios consistentes en tubos de PEHD, hormigonados en los pasos bajo vial, así como la ejecución de arquetas de paso, mediante paredes de fábrica de ladrillo macizo sobre solera de hormigón en masa. Se aprovechara la inclinación natural del terreno para favorecer la evacuación de aguas pluviales en la parcela, construyéndose una salida de drenaje con orientación Sur, hacia el cauce del embalse.

Será necesario también realizar una canalización para tendido de tubería de abastecimiento de agua del edificio de la subestación. Este abastecimiento de agua se realizará mediante depósitos destinados únicamente a este uso. El sistema de abastecimiento contará con equipos destinados al tratamiento anti legionela, según el Real Decreto 487/2022, de 21 junio.

5.3 CANALIZACIONES PARA CABLES

Las canalizaciones para cables se ejecutarán según el trazado y disposición indicada en planos y con las dimensiones especificadas en los mismos. Serán de hormigón armado con la disposición de armadura abiertas para no formar bucles de tensiones eléctricas en el hormigón.

Dispondrán de un soporte adecuado para que el sistema de cables de la subestación sea dispuesto sobre el fondo de la canalización, donde se practicarán drenajes para las aguas pluviales.

Se cerrarán con tapas de hormigón armado de tramos cortos para el fácil acceso a las operaciones de mantenimiento y reparación.

Se ejecutará la excavación del terreno o a través de las propias cimentaciones armadas de la aparamenta, para las canalizaciones de cables de dos, tres o cuatro tubos corrugados PEAD de doble pared y $\varnothing 90\text{mm}$, así como para la realización de las arquetas eléctricas necesarias, en aquellos puntos donde sea necesario la conducción de cableado eléctrico desde la base de las estructuras metálicas hasta los canales y atarjeas de hormigón

Los canales de conductores de potencia serán independientes a los canales de control y medición.

La instalación de alumbrado perimetral se realizará mediante enterramiento entubado.

5.4 BANCADA DEL TRANSFORMADOR

La cimentación para las bancadas soportarán los esfuerzos transmitidos por los transformadores de potencia en funcionamiento permanente. Se diseñarán como una viga elástica apoyada en el terreno y con una carga uniformemente repartida igual a la presión que ejerce sobre el terreno toda la fundación con una acción 1,25 veces el peso del transformador más el peso propio.

Estas bancadas también realizarán el trabajo de recuperación de aceite en el caso de una eventual fuga del mismo desde la cuba de los transformadores (Autoportantes), por ello constarán de un cubeto que albergará todo el aceite contenido en cada uno de los mismos, más un porcentaje de reserva del **25%** para el agua pluvial y estarán unidas al depósito general de recogida de aceite mediante tuberías.

Se finalizarán el mismo con la instalación Tramex con una capa de bolos de superficiales para evitar la propagación de llamas en caso de derrame accidental de aceite en el cubeto.

Los depósitos de recogida de aceite, conectado con las bancadas de los transformadores, estarán constituidos por muretes de hormigón armado sobre solera del mismo material. La parte superior estará formada por un forjado unidireccional formado por viguetas de hormigón pretensado y bovedilla cerámica.

La capacidad del depósito de aceite corresponderá al volumen de dieléctrico de cada transformador, mayorada en previsión de entrada de agua.

5.5 CIMENTACIONES

Para soporte y sujeción de los elementos instalados en la subestación, se dispondrá de cimentaciones adecuadas a tal efecto. Estas cimentaciones estarán destinadas a soportar el peso y sollicitaciones a los esfuerzos transmitidos por la estructura metálica soporte de la aparamenta de 400 kV y 220 kV.

Las cimentaciones a construir son las de los pórticos de líneas, soportes para aparamenta de 400 kV y 220 kV de la aparamenta del parque exteriores. Estas serán de hormigón armado y llevarán placas de anclaje de las estructuras sobre sus peanas (2ª fase de hormigonado).

Las fundaciones serán definidas de acuerdo a las estructuras a cimentar y a la naturaleza del terreno.

La realización de las cimentaciones se ejecutará como norma general con hormigón armado HA-25, siguiendo el procedimiento estándar:

- Excavación de pozos.
- Hormigonado de capa inferior con hormigón de limpieza.
- Colocación de las armaduras y pernos de anclaje.
- Vertido y vibrado del hormigón.

- Proceso de curado del hormigón.
- Colocación y fijación de estructuras metálicas.
- Terminación de la segunda fase o peana

Las distintas secciones de las armaduras dependerán de cada una de las cimentaciones y estarán definidas en los planos.

La tipología de cimentaciones estará definida en los planos teniendo por norma general:

- Cimentaciones de estructuras:
 - Zapatas aisladas
 - Hormigón armado HA-25
- Cimentaciones de cierre perimetral:
 - Zapata continua perimetral
 - Hormigón armado HA-25
- Cimentaciones de edificio:
 - Losa de cimentación o zapatas (según tipo de edificio)
 - Hormigón armado HA-25

5.6 CIERRE PERIMETRAL Y ACCESOS

La subestación será vallada en todo su perímetro por un cerramiento formado por un vallado de malla electrosoldada de acero de diámetro mínimo 5 mm y con una altura mínima de 2,5 m. tenido únicamente acceso por las puertas automáticas de vehículos y peatonales dispuestas. El acceso a la subestación se realizará únicamente a través dichos accesos que se encontrarán restringidos a personal no autorizado.

5.7 VIALES INTERIORES

Se proyectan viales interiores destinados al acceso y servicio de la subestación. Los viales principales tendrán una anchura de 5 metros, mientras que los viales secundarios de inspección dispondrán de 3 metros de anchura.

Todos ellos se ejecutarán con firme rígido formado por 15 cm de hormigón HM-25 sobre una base de zahorra artificial debidamente compactada, con el objetivo de garantizar la capacidad portante de la explanada y la durabilidad de la infraestructura.

La totalidad de los accesos a la subestación, al edificio principal, a los edificios anexos y al cerramiento perimetral estará provista de la señalización reglamentaria de seguridad para instalaciones de alta tensión, consistente en pictogramas normalizados que advierten del peligro eléctrico y de la presencia de tensión en la instalación.

5.8 URBANIZACIÓN Y ACABADOS

La urbanización de la planta se finalizará, diferenciando tres zonas:

- Acerado perimetral del edificio de hormigón fratasado con inclinaciones hacia el exterior del edificio con pendientes del 1% y anchura de 1 m. Sobresaldrá de la cota 0,00 del terreno al menos 15 cm (NTE+15).
- Viales de interiores, según se ha descrito en el apartado anterior.
- Superficie de grava diámetro mínimo 60 mm para conformar una superficie de drenaje de lluvias y de mejoramiento de seguridad para las tensiones de contacto y de paso. Tendrá un espesor mínimo de 10 cm y máximo de 15 cm. La cota de terminación será considerada la cota 0,00 del terreno (NTE+10).

5.9 EDIFICIO

La subestación contará con dos edificios de control de una sola planta, dimensionados para albergar los equipos de protección, medida y control, con previsión para futuras ampliaciones. Cada edificio se destinará a un nivel de tensión: uno para 400 kV y otro para 220 kV.

Los servicios auxiliares se alimentarán desde transformadores TSA de 400/0,4 kV ubicados en la zona de 400 kV, los cuales proveerán energía a los cuadros de baja tensión de cada edificio. En su interior, ambos dispondrán de las dependencias necesarias para la operación y control de la subestación, incluyendo una sala de protección y medida específica para su nivel de tensión.

En cuanto a su construcción, los edificios podrán ejecutarse in situ con estructura metálica cimentada sobre zapatas aisladas unidas por vigas de atado. Alternativamente, se admiten construcciones prefabricadas de hormigón, compuestas por un cerramiento de paneles de hormigón armado con malla electro-soldada doble y apoyadas sobre una losa continua de hormigón armado.

La cubierta, podrá ser de tipo metálica mediante panel Sándwich o formada con placas de hormigón armadas con mallas electro-soldadas, rematadas en su parte superior mediante impermeabilización y en su interior con aislante a base de poliuretano.

En la sala de protección y medida dispondrá un suelo técnico para la distribución de cables de control.

Exteriormente del edificio irán rematado con una acera perimetral de 1 m.

Para el acceso exterior a las distintas dependencias se instalarán puertas metálicas de dimensiones adecuadas para el paso de los equipos a montar.

Por otro lado, dispondrá de un sistema de climatización mediante equipos autónomos tipo Split, garantizando un control eficiente de la temperatura. La ventilación se llevará a cabo mediante extractores industriales con salida directa al exterior, asegurando la renovación del aire.

Asimismo, se implementará sistemas de alumbrado conforme a los niveles reglamentarios, con circuitos protegidos mediante interruptores magnetotérmicos y dispositivos diferenciales, optimizando la seguridad y el rendimiento.

Adicionalmente, se instalará una caseta destinada al sistema de protección contra incendios (PCI), que albergará el grupo de bombeo principal, el sistema de control, válvulas de seccionamiento y los elementos necesarios para garantizar el funcionamiento autónomo del sistema según normativa vigente.

6 RED DE TIERRAS

6.1 RED DE TIERRAS INFERIORES

Se define la puesta a tierra como la unión metálica directa entre uno o varios elementos de la subestación y uno o varios electrodos enterrados al suelo. Con ello se cumplen dos objetivos básicos: garantiza la seguridad de las personas y protege las instalaciones. Las funciones principales de esta parte de la instalación son:

- Forzar la derivación al terreno de las corrientes de cualquier naturaleza que se puedan originar, proporcionando un circuito de baja impedancia.
- Establecer un potencial de referencia permanente, evitando diferencias de potencial entre diferentes puntos por la circulación de dichas corrientes.

Las diferencias de potencial a controlar son la tensión de paso y de contacto, definidas en el apartado de cálculos correspondiente.

Como se comprueba en dicho apartado, las tensiones de paso y de contacto son inferiores a las admisibles según la norma IEC, y, por tanto, el diseño es válido. Por otro lado, el diseño cumple con las disposiciones recogidas en la ITC-RAT-13.3: "Elementos de las instalaciones de Puesta a tierra y Condiciones de montaje". Los criterios de diseño considerados son los siguientes:

Los criterios de diseño considerados son los siguientes:

Las intensidades de cortocircuito previstas en el horizonte 2026 para el parque de 400 kV son las siguientes:

- | | |
|--|----------------------|
| • Monofásica | 11,53 kA |
| • Trifásica | 15,06 kA |
| • Intensidad disipada por la malla (I_g) [kA] | 10,544 kA |
| • Impedancia equivalente de todos los hilos de guarda [Ω] | 1,38 Ω |
| • Relación de impedancias (X/R) | 14,19 |
| • Tiempo de despeje de falta | 1 Seg. |
| • Resistividad del terreno | 145 $\Omega \cdot m$ |

NOTA: Estos datos deberán confirmarse durante la fase previa a la ejecución, con objeto de asegurar que la ejecución final de la red de tierra considere posibles variaciones posteriores a la redacción de este proyecto técnico

Características del sistema:

Se realizará red de puesta a tierra principal enterrada formando una retícula de **10x10 m**. El conductor principal de malla será de las siguientes características:

- Sección: **120 mm²**
- Conductor: Cobre de cobre electrolítico según EN 60228

Los límites de la malla de puesta a tierra se extenderá al menos 1,00 m hacia el exterior del cierre de la subestación.

Todas las conexiones de la red base subterránea se realizará mediante soldadura aluminotérmica (tipo Cadwell).

Todas las conexiones de conductores hacia el exterior del suelo se realizarán con uniones de termofusión.

Se reforzará, en caso de ser necesario, en los extremos de la malla con picas para disminuir las tensiones de contacto y paso.

Las salidas aéreas de los conductores de puesta tierra se realizarán lo más pegadas posible al hormigón de la cimentación.

Del mismo modo, cada estructura contiene dos conexiones independientes.

Figura 3.- Uniones malla de tierra



6.2 TIERRA DE PROTECCIÓN

Tal y como se recoge en la ITC-RAT-13, se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones.

Se pondrán a tierra los siguientes elementos:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra
- Las envolventes de los conjuntos de armarios metálicos
- Las puertas metálicas de los locales
- Las vallas y cercas metálicas
- Las columnas, soportes, pórticos, etc.
- Las estructuras y armaduras metálicas del edificio que contengan instalaciones de alta tensión

- Las armaduras metálicas de los cables
- Las tuberías y conductos metálicos
- Las carcasas de transformadores, generadores, motores y otras máquinas
- Hilos de guarda o cables de puesta a tierra de las líneas aéreas
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra
- Pantalla de separación de los circuitos primario y secundario de los transformadores de medida o protección

Los transformadores de servicios auxiliares de la subestación tendrá tres conexiones de puesta tierra: estructura, equipo y neutro de BT.

6.3 TIERRA DE SERVICIO

Se conectarán a tierra los elementos de la instalación necesarios y entre ellos:

- Los neutros de los transformadores, que lo precisen, en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas
- El neutro de los alternadores y otros aparatos o equipos que lo precisen
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida o protección, salvo que existan pantallas metálicas de separación conectadas a tierra entre los circuitos de alta y baja tensión de los transformadores
- Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas

Los equipos transformadores de medida y protección dispondrán de conexión a caja centralizadora para formar el neutro de tensiones y corrientes.

Las puestas a tierra de protección y de servicio se conectarán entre sí, constituyendo una instalación de tierra general.

6.3.1 Red de Apantallamiento aérea

Con el objeto de proteger los equipos e infraestructuras de descargas atmosféricas directas, la subestación está dotada con una red de tierras aérea, unida a la malla de tierra de la instalación garantizando una unión eléctrica adecuada.

Se instalarán pararrayos tipo Franklin según las directrices de la IEEE - 998-2012 - Guide for Direct Lightning Stroke Shielding of Substations. admitiéndose como alternativa la instalación de soluciones de pararrayos con puntas de cebado siempre que se justifique debidamente.

Tanto para el amarre de los conductores como para soportes de aparatos se utilizan estructuras metálicas formadas por perfiles de alma llena de la serie de fabricación normal en este país, con acero S275JR (soldable) exigiéndole la calidad soldable y llevan una protección de superficie galvanizada ejecutada de acuerdo con la norma EN/ISO 1461, siendo su peso en zinc de 5 gr/dm². de superficie galvanizada.

7 EQUIPOS PRINCIPALES DE LA SUBESTACIÓN

En este apartado se incluyen las características técnicas de los principales elementos y aparataje de la subestación.

7.1 SISTEMA DE 400 kV

Tabla 4.- Características Transformador de tensión

Transformador de tensión	
Instalación	Exterior
Conexión neutro de la red	Rígido a tierra
Tensión más elevada del material	420 kV
Frecuencia	50Hz
Nivel de aislamiento onda 1,2/50 μ s (BIL)	1.425 kV
Tensión soportada a frecuencia industrial (1 Minuto)	1.050 kV
Poder de corte	50 kA
Relación de transformación (kV)	400: $\sqrt{3}$ / 0.11: $\sqrt{3}$ - 0.11: $\sqrt{3}$ - 0.11: $\sqrt{3}$
Núcleo #1	10 VA cl. 0.2
Núcleo #2	10 VA cl. 0.2
Núcleo #3	20 VA cl. 0.5-3P
Núcleo #4	20 VA cl. 0.5-3P
Nivel aislamiento/Línea Fuga	III / 31 mm/kV
Tipo de aislamiento	Polimérico/Porcelana

Tabla 5.- Autoválvulas

Autoválvula	
Instalación	Exterior
Frecuencia Nominal	50Hz
Conexión de la autoválvula	Fase-Tierra
Conexión neutro de la red	Rígido a tierra
Tensión de servicio entre fases	400 kV
Tensión más elevada para el material	420 kV
Tensión asignada (Ur)	342 kV
Tensión funcionamiento continuo (Uc)	267 kV
Clase de descarga de línea	4
Intensidad de descarga nominal	20 kA
Nivel de aislamiento de los equipos (BIL)	1.425 kV
Tensión residual máxima para onda 8/20 μ s	1.050 kV
Nivel aislamiento/Línea Fuga	III / 31 mm/kV
Tipo de aislamiento	Polimérico/Porcelana

Tabla 6.- Características Interruptor automático

Interruptor automático	
Instalación	Exterior
Configuración	Doble barra con seccionamiento
Tensión más elevada del material	420 kV
Frecuencia	50Hz
Tecnología cámara de corte	SF6
Intensidad nominal	2000 A
Poder de corte	50 kA
Nivel aislamiento/Línea Fuga	III / 31 mm/kV
Tipo de mando	Eléctrico unipolar a resorte

Tabla 7.- Características Transformador de intensidad

Transformador de intensidad	
Instalación	Exterior
Configuración	Doble barra con seccionamiento
Tensión más elevada del material	420 kV
Frecuencia	50Hz
Tecnología cámara de corte	SF6
Nivel aislamiento/Línea Fuga	III / 31 mm/kV
Poder de corte	50 kA
Relación de transformación (kV)	800-400/5-5-5-5A
Núcleo #1	10 VA cl. 0.2s
Núcleo #2	10 VA cl. 0.2s
Núcleo #3	20 VA cl. 0.5
Núcleo #4	50 VA 5P20
Núcleo #5	50 VA 5P20

Tabla 8.- Características Transformador de intensidad (entre barras 400 kV)

Transformador de intensidad	
Instalación	Exterior
Tensión más elevada del material	420 kV
Frecuencia	50Hz
Tecnología cámara de corte	SF6
Poder de corte	50 kA
Nivel aislamiento/Línea Fuga	III / 31 mm/kV
Relación de transformación (kV)	800-400/5-5-5A
Núcleo #1	20 VA cl. 0.5
Núcleo #2	50 VA 5P20
Núcleo #3	50 VA 5P20

Tabla 9.- Características Transformador de intensidad (posición trafo)

Transformador de intensidad	
Instalación	Exterior
Tensión más elevada del material	420 kV
Frecuencia	50Hz

Transformador de intensidad	
Tecnología cámara de corte	SF6
Poder de corte	50 kA
Nivel aislamiento/Línea Fuga	III / 31 mm/kV
Relación de transformación (kV)	400-200/5-5-5A
Núcleo #1	20 VA cl. 0.5
Núcleo #2	50 VA 5P20
Núcleo #3	50 VA 5P20

Tabla 10.- Seccionador Línea (con PAT)

Seccionador tripolar PAT	
Instalación	Exterior
Tipo	Rotatorio columna central
Tensión más elevada del material	420 kV
Frecuencia	50Hz
Intensidad Limite dinámica	125 kA
Tipo de seccionador	Mando Motorizado
Cuchillas de puesta a tierra	Si (Motorizada)
Nivel de aislamiento al impulso	1.425 kV
Tensión soportada frecuencia industrial (1 Minuto)	1.050 kV
Tensión de maniobra	125 V c.c
Nivel aislamiento/Línea Fuga	III / 31 mm/kV
Accionamiento	Eléctrico por motor a 125 Vcc Manual sin tensión.
Tensiones auxiliares:	
Motor de accionamiento	125 V c.c.
Bobinas de cierre	125 V c.c.
Calefacción interna del mando	230 V c.c.

Tabla 11.- Seccionador barras (sin PAT)

Seccionador tripolar sin PAT	
Instalación	Exterior
Tipo	Rotatorio columna central
Tensión más elevada del material	420 kV
Frecuencia	50Hz
Intensidad Limite dinámica	125 kA
Tipo de seccionador	Mando motorizado
Cuchillas de puesta a tierra	No
Nivel de aislamiento al impulso	1.425 kV
Tensión soportada frecuencia industrial (1 Minuto)	1.050 kV
Tensión de maniobra	125 V c.c
Nivel aislamiento/Línea Fuga	III / 31 mm/kV
Accionamiento	Eléctrico por motor a 125 Vcc Manual sin tensión.
Tensiones auxiliares:	
Motor de accionamiento	125 V c.c.

Seccionador tripolar sin PAT	
Bobinas de cierre	125 V c.c.
Calefacción interna del mando	230 V c.c.

Tabla 12.- Seccionador de barras (Pantógrafo)

Seccionador de barras (Pantógrafo)	
Instalación	Exterior
Tipo	Pantógrafo
Tensión más elevada del material	420 kV
Frecuencia	50Hz
Intensidad Limite dinámica	125 kA
Tipo de seccionador	Mando motorizado
Nivel de aislamiento al impulso	1.425 kV
Tensión soportada frecuencia industrial (1 Minuto)	1.050 kV
Tensión de maniobra	125 V c.c.
Nivel aislamiento/Línea Fuga	III / 31 mm/kV
Accionamiento	Eléctrico por motor a 125 Vcc Manual sin tensión.
Tensiones auxiliares:	
Motor de accionamiento	125 V c.c.
Bobinas de cierre	125 V c.c.
Calefacción interna del mando	230 V c.c.

7.2 SISTEMA DE 220 kV

Tabla 13.- Características Interruptor automático

Interruptor automático	
Instalación	Exterior
Tensión más elevada del material	245 kV
Frecuencia	50Hz
Tecnología cámara de corte	SF6
Intensidad nominal	2000 A
Poder de corte	40 kA
Nivel aislamiento/Línea Fuga	III / 31 mm/kV
Tipo de mando	Eléctrico unipolar a resorte

Tabla 14.- Características Transformador de intensidad (posición Trafo)

Transformador de intensidad	
Instalación	Exterior
Tensión más elevada del material	245 kV
Frecuencia	50Hz
Tecnología cámara de corte	SF6
Intensidad nominal	2000 A
Poder de corte	40 kA
Relación de transformación (kV)	400-200/5-5-5A
Nivel aislamiento/Línea Fuga	III / 31 mm/kV

Transformador de intensidad	
Núcleo #1	20 VA cl. 0.5
Núcleo #2	30 VA 5P20
Núcleo #3	30 VA 5P20

Tabla 15.- Características Transformador de intensidad (entre barras 220 kV)

Transformador de intensidad	
Instalación	Exterior
Tensión más elevada del material	245 kV
Frecuencia	50Hz
Intensidad nominal	2000 A
Poder de corte	40 kA
Relación de transformación (kV)	2000-1000/5-5-5A
Nivel aislamiento/Línea Fuga	III / 31 mm/kV
Núcleo #1	20 VA cl. 0.5
Núcleo #2	30 VA 5P20
Núcleo #3	30 VA 5P20

Tabla 16.- Características Transformador de intensidad (líneas)

Transformador de intensidad	
Instalación	Exterior
Tensión más elevada del material	245 kV
Frecuencia	50Hz
Intensidad nominal	2000 A
Poder de corte	40 kA
Relación de transformación (kV)	800-400/5-5-5-5A
Nivel aislamiento/Línea Fuga	III / 31 mm/kV
Núcleo #1	10 VA cl. 0.2s
Núcleo #2	20 VA cl. 0.5
Núcleo #3	30 VA 5P20
Núcleo #4	30 VA 5P20

Tabla 17.- Características Transformador de tensión

Transformador de tensión	
Instalación	Exterior
Tensión más elevada del material	245 kV
Frecuencia	50Hz
Tecnología cámara de corte	SF6
Tensión soportada a frecuencia industrial (1 Minuto)	460 kV
Poder de corte	40 kA
Nivel de aislamiento onda 1,2/50 µs (BIL)	2000 kV
Nivel aislamiento/Línea Fuga	III / 31 mm/kV
Relación de transformación (kV)	220:√3/ 0.11:√3- 0.11:√3- 0.11:√3
Núcleo #1	10 VA cl. 0.2
Núcleo #2	20 VA cl. 0.5-3P
Núcleo #3	20 VA cl. 0.5-3P

Tabla 18.- Seccionador Linea (con PAT)

Seccionador tripolar PAT	
Instalación	Exterior
Tipo	Rotatorio dos columnas y apertura central
Tensión más elevada del material	245 kV
Frecuencia	50Hz
Tecnología cámara de corte	SF6 o gas (sintético o natural)
Intensidad Limite dinámica	125 kA
Tipo de seccionador	Mando motorizado
Cuchillas de puesta a tierra	Si (Motorizado)
Nivel de aislamiento al impulso	1.050 kV
Tensión soportada frecuencia industrial (1 Minuto)	460 kV
Tensión de maniobra	125 V c.c
Accionamiento	Eléctrico por motor a 125 Vcc Manual sin tensión.
Nivel aislamiento/Línea Fuga	III / 31 mm/kV
Tensiones auxiliares:	
Motor de accionamiento	125 V c.c.
Bobinas de cierre	125 V c.c.
Calefacción interna del mando	230 V c.c.

Tabla 19.- Seccionador Barras (sin PAT)

Seccionador tripolar	
Instalación	Exterior
Tipo	Rotatorio dos columnas y apertura central
Tensión más elevada del material	245 kV
Frecuencia	50Hz
Intensidad Limite dinámica	125 kA
Tipo de seccionador	Mando motorizado
Cuchillas de puesta a tierra	No
Nivel de aislamiento al impulso	1.050 kV
Tensión soportada frecuencia industrial (1 Minuto)	460 kV
Tensión de maniobra	125 V c.c
Accionamiento	Eléctrico por motor a 125 Vcc Manual sin tensión.
Nivel aislamiento/Línea Fuga	III / 31 mm/kV
Tensiones auxiliares:	
Motor de accionamiento	125 V c.c.
Bobinas de cierre	125 V c.c.
Calefacción interna del mando	230 V c.c.

Tabla 20.- Seccionador de barras (Pantógrafo)

Seccionador de barras (Pantógrafo)	
Instalación	Exterior
Tipo	Pantógrafo
Tensión más elevada del material	245 kV

Seccionador de barras (Pantógrafo)	
Frecuencia	50Hz
Tecnología cámara de corte	SF6
Intensidad Limite dinámica	125 kA
Tipo de seccionador	Mando motorizado
Nivel de aislamiento al impulso	1.050 kV
Tensión soportada frecuencia industrial (1 Minuto)	460 kV
Tensión de maniobra	125 V c.c
Accionamiento	Eléctrico por motor a 125 Vcc Manual sin tensión.
Nivel aislamiento/Línea Fuga	III / 31 mm/kV
Tensiones auxiliares:	
Motor de accionamiento	125 V c.c.
Bobinas de cierre	125 V c.c.
Calefacción interna del mando	230 V c.c.

Tabla 21.- Autoválvulas

Autoválvulas	
Instalación	Exterior
Tensión más elevada del material	245 kV
Frecuencia	50Hz
Tensión asignada (Ur)	198 kV
Tensión funcionamiento continuo (Uc)	156 kV
Clase de descarga de línea	3
Intensidad de descarga nominal	10 kA
Nivel de aislamiento de los equipos (BIL)	1050 kV
Tensión residual máxima para onda 8/20 μ s	460 kV

7.3 TRANSFORMADOR DE POTENCIA

En el diseño de la subestación eléctrica se contemplan seis autotransformadores de potencia nominal 150/110 MVA, con relación de transformación 400/220 kV y grupo de conexión YNa0, así como la futura instalación de dos autotransformadores adicionales con las mismas características

Este será trifásico, con arrollamientos sumergidos en aceite y diseñado para servicio en exterior. El dieléctrico será aceite que circulará en el interior de la cuba por convección natural y la conexión del neutro será rígida a tierra.

Las normas de diseño, fabricación, ensayos y tolerancias del transformador son las del conjunto UNE-EN-60076. Las características generales del transformador se resumen en el siguiente cuadro:

Tabla 22.- Características transformador

Transformador Potencia	
Instalación	Exterior
Tipo de asilamiento	Aceite mineral
Frecuencia Nominal (Hz)	50
Refrigeración	ONAN/ONAF
Potencia (MVA)	110/150
Tensión arrollamiento primario (kV)	400
Tensión arrollamientos secundario (kV)	220
Regulación de tensión en carga (OLTC)	$\pm 10 \times 1,5\%$
Tensión de cortocircuito, U_{cc} (%)	13
Grupo de conexión	YN _a 0
Tensión de ensayo impulso tipo rayo en AT (kVp)	1.425
Tensión de ensayo Frecuencia Industrial en AT (kV)	1.050
Conexión Neutro	Rígido a tierra

- Arrollamientos

Los arrollamientos serán conductores de cobre electrolítico, exento de impurezas, aislados en papel y sin soldaduras.

Las características de disposición relativa de los devanados de la sección de cobre emplear y el tipo de bote bobinado emplear encadenados arrollamientos se indicará en fases posteriores del proyecto.

Los materiales para emplear son insolubles y químicamente inactivos en baño de aceite caliente. Las bobinas y el núcleo, completamente ensamblados, secados al vacío inmediatamente después de impregnarse de aceite dieléctrico para asegurar así la eliminación de humedad y aceite de los materiales aislantes.

- Núcleo del transformador

El núcleo del transformador trifásico de potencia es de tres columnas.

La construcción del núcleo asegurará la máxima reducción de las corrientes parásitas. Estará fabricado mediante chapas de acero el silicio de grano orientado, de bajas pérdidas por histéresis y alta permeabilidad magnética. Cada chapa estará cubierta de material aislante resistente al aceite caliente. Asimismo, las chapas estarán exentas de impurezas y perfectamente aplanadas.

Las chapas magnéticas serán montadas de manera tal que existan en el núcleo amplios conductos de enfriamiento para eliminar puntos calientes, y obtener de esta manera una distribución uniforme simétrica del campo magnético.

Las columnas han de ser fuertemente prensadas por medio de bloqueos y pernos pasantes adecuadamente aislados. Las culatas serán bloqueadas por medio de perfiles de acero y sistemas de tirantes y pernos aislados.

El armazón que soporta el núcleo es una estructura reforzada que reunirá la resistencia mecánica suficiente y no presentará deformaciones permanentes en ninguna de sus partes. Se fabricará de tal manera que quede firmemente sujeto a la cuba en ocho puntos tanto en la parte superior como en la inferior. La estructura de sujeción se realizará de forma que se reduzcan al mínimo las corrientes parásitas.

El diseño del transformador minimizará al máximo las vibraciones de la máquina una vez puesta servicio bajo cualquier condición operación.

La conexión a tierra del núcleo magnético transformador para evitar posibles acumulaciones de carga electrostáticas será accesible desde el exterior mediante un borne pasatapas. El sistema permitirá tanto la conexión equipotencial a la tapa del transformador como la posibilidad de conexión externa a la red de tierras general de la subestación. Dicha unión equipotencial es fácilmente retirable para pruebas.

- Aceite dieléctrico

El aceite será del tipo mineral aislante y deberán cumplir las especificaciones de las siguientes normativas para evitar futuros problemas en el funcionamiento del transformador:

Tabla 23.- Normativa aplicable para análisis Transformadores Potencia

Análisis	Normativa	Límite
Contenido en agua, valoración Karl-Fischer (ppm)	UNE-EN 60814:1999	<20
Tensión de ruptura dieléctrica (kV/2,5 mm)	UNE-EN 60156:97	>50
Índice de neutralización (mg KOH/g)	PT-QUI-25 Ed 02	<0,15
Tangente del ángulo de pérdidas dieléctricas (tan δ) 90°C	UNE 60247:04	<0,20
Aspecto Visual*	ISO 2049:96	LIMPIO
Índice de Color*	ISO 2049:96	<4

Adicionalmente, se recomienda realizar análisis periódicos para controlar el nivel de existencia de gases disueltos en el mismo.

El sistema de preservación de aceite es libre con desecadores.

- Depósito de recogida de aceite

El depósito se sujetará con ménsulas a la cuba del transformador, sobre tapa, con objeto de minimizar la superficie ocupada en planta. Está preparado para pleno vacío.

La capacidad del depósito conservador debe impedir que el nivel de aceite descienda por debajo del nivel de los flotadores relé Buchholz (se considera una diferencia temperatura de 120 °C). De la misma forma, se permitirá la sobrecarga establecida por la norma UNE 20110 sin derramar aceite a través del conservador.

El depósito dispondrá de tres secciones independientes y estancas entre sí, correspondientes al cambiador de tomas en carga y las citadas cajas de aceite. Cada sección tendrá un tapón de llenado, una válvula de vaciado, una válvula de expansión de la cuba y el depósito correspondiente, un indicador de nivel magnético con dos contactos alarma nivel 1 por mismo nivel de aceite, así como un indicador de nivel óptico.

Cada recinto independiente del depósito conservador dispone de un secador de aire con silicagel: uno para el depósito de la cuba, uno para las cajas adaptadores aceite, y otro para el depósito cada del cambio de tomas. Todos ellos incorporan una mirilla de cristal alargada que permite ver todo su contenido, y están situados a una altitud máxima de 1.5 metros.

- Cuba

La cuba del transformador estará construida con chapas de acero de bajo porcentaje de carbono, adecuado para soldadura y reforzado con perfiles de acero.

La cuba forma parte de un cuerpo único, indivisible, al cual se le atornillará la tapa. Las juntas de las chapas serán a prueba de aceite caliente.

En el interior de la caja han sido previstas las necesarias guías para mantener el núcleo, con sus arrollamientos, en la justa dirección al ser introducido o extraído.

Asimismo, entre el núcleo arrollado y el fondo de la caja existirá espacio suficiente para recoger los sedimentos.

Todas las bridas, juntas, argollas de montaje, etc. y otras partes fijadas al tanque están unidas por soldadura.

El diseño minimiza todas las aberturas necesarias para garantizar todas las operaciones de montaje y posterior mantenimiento y se garantizan las dimensiones apropiadas circulares y rectangulares.

La tapa de la cuba estará atornillada a la misma como se indicado anteriormente, y será proyectada de manera que se eviten posibles depósitos de agua sobre la superficie externa y posibilite que las burbujas de gas y aire se dirijan hacia el relé Buchholz. La resistencia mecánica de la cuba ante sobrepresión interna será superior a 1 bar.

Asimismo, la cuba está prevista para pleno vacío por un período mínimo de 48 horas.

Se emplearán válvulas de sobrepresión, que garanticen la coordinación de actuación, de acuerdo con el tarado de las mismas, tanto a presión como gradiente de presión, y considerando tanto su número y ubicación.

Las válvulas deben asimismo abrir ante cualquier sobre presión interna mayor de su presión de tarado causada por perturbaciones internas y volverán a cerrar después de haber actuado. Las válvulas irán equipadas con cuatro contactos de actuación para señalización de alarma.

La cuba viene preparada con dos terminales por la puesta tierra de la cuba, ubicados en los extremos opuestos de la parte inferior del mismo y preparados para un conductor de cobre. La grapa suministrada permite asimismo la conexión de cable de tierra en forma de bucle.

- Protecciones propias del transformador

Dispondremos de varias medidas de protección del transformador, las clasificaremos en función de su causa:

Tabla 24.- Protecciones propias del Transformadores Potencia

Causas	Tipo efecto	Protección
Cortocircuito	Mecánico	Protección diferencial Liberador de presión
Sobreintensidad Defectos de refrigeración Defectos de gases en aceite	Térmico	Relé de imagen térmica Relé Buchholz
Sobretensiones Nivel de aceite	Dieléctrico	Protección diferencial Autoválvulas Protección sobreintensidad Relé Buchholz Nivel de aceite

- Relé Buchholz

El relé Buchholz irá colocado en la tubería entre la cuba del transformador y el depósito de expansión, rellenándose el interior de este con aceite durante la operación de este.

Cuando se detecta presencia de gas en el aceite del transformador, se eleva hacia el depósito de expansión, que está situado en la parte superior del transformador, pasando por la cámara del relé. Al ocurrir esto, el nivel de aceite decae y activa un interruptor que nos proporciona la alarma propia del transformador: Relé Buchholz.

El gas no debe pasar desde el interior del relé a la tubería antes de que la alarma se active.

Figura 4.- Relé Buchholz



Otra función importante del relé Buchholz es regular el flujo de aceite entre la cuba del transformador y el depósito de expansión. En el caso de que el flujo exceda de un límite de velocidad se activa un contacto de disparo en el relé.

- Termómetro y relés de imagen térmica

Se ha de suministrar, además:

- Un termómetro de aceite con cuatro juegos de contactos, con funciones de alarma de nivel 1 y nivel 2 por temperatura de aceite y marcha y parada del equipo de refrigeración
- Un relé de imagen térmica y un transformador de intensidad tipo Bushing, cuatro juegos de contactos, con funciones de alarma de nivel 1 y nivel 2 por temperatura de devanado y marcha y parada del equipo de refrigeración.

Tanto termómetro, como relés de imagen térmica disponen adicionalmente de salida analógica (0-5 mA) para indicación a distancia.

Se suministra una resistencia de platino Pt-100 para la indicación a distancia de la temperatura del aceite del transformador, mediante señal analógica (0-5 mA).

Las sondas de termómetros y relés de imagen térmica estarán protegidas de la intemperie con una envolvente de chapa desmontable.

Los relés de imagen térmica y el termómetro se alojarán en un armario galvanizado en caliente y pintado con tapa de cristal y adosado a la cuba.

Este armario llevará termostato y resistencia de caldeo. Dispondrá asimismo de circuito monofásico protegido mediante interruptor magnetotérmico, contactos de alarma NC debidamente conectados a bornes, para la alimentación eléctrica del equipo.

La ubicación será tal que puedan ser observados fácilmente desde el suelo, y que tengan una escala conveniente. Las escalas estarán graduadas en grados centígrados, indicándose la histéresis de apertura y cierre de los contactos auxiliares, mediante placa adecuada, así como con los niveles de alarma (niveles 1 y 2) recomendados por el fabricante, de acuerdo con el resultado del ensayo de calentamiento.

- Relé liberador de presión

Si se origina un rastreo o un cortocircuito en un transformador lleno de aceite esto va generalmente acompañado por una sobrepresión en la cuba debido al gas originado por la descomposición y la evaporación del aceite.

Si la cuba se provee de un respiradero de apertura instantánea la sobrepresión alcanzada puede ser limitada a una magnitud inofensiva para la cuba.

El liberador de presión consiste en un cuerpo de brida y un disco en aluminio que es resistente a la corrosión. Sobre la parte central del disco hay un perno de acero que retiene el muelle. En la válvula de cierre hay dos juntas una arriba de forma especial y otra lateral tórica haciendo un anillo.

Cuando la válvula está cerrada, el cierre superior está presionando contra la brida.

Si se mueve el disco de cierre una superficie menor a 2mm, sigue manteniendo la estanqueidad. Si debido a la presión interna el disco se eleva más de esta

medida, deja de ser estanco en este cierre aumentando la superficie de presión de aceite a todo el disco y con ello la fuerza total contra el muelle.

Una vez obtenida la presión sobre toda la superficie la apertura de la válvula es instantánea con la consiguiente liberación de la sobrepresión.

Cuando la sobrepresión desaparece, el cierre se consigue por la tensión del muelle primero en la zona lateral y posteriormente por la zona superior y es presionado entre 1~2 mm. De esta forma, la presión eventual que permanece atrapada entre los dos cierres y la válvula está en las condiciones ideales para comenzar otra vez el disparo.

Figura 5.-Válvula Alivio Transformador Potencia



La válvula está también provista de una señal óptica cuando dispara o se abre. Esta señal la origina una varilla que permanece retenida una vez proyectada a través del agujero central de la cubierta, cuando la válvula abre. Para dejar la señal en posición normal (reseteo) una vez desaparecida la sobrepresión, hay que empujar la varilla hacia dentro hasta que apoye de nuevo sobre el cierre.

La válvula está provista con unos contactos de alarma montados sobre un micro en la cubierta. El micro y caja conexiones es estanco a prueba de agua y puede ser conectado a una alarma o señalización local o remota para cuando la unidad actúa.

El micro es accionado por el movimiento hacia arriba de la señal óptica. Una vez que el micro es accionado, mantiene esta posición y da la alarma o señal continuamente hasta que manualmente uno baja la señalización óptica.

- Refrigeración:

La refrigeración de los transformadores es ONAN/ONAF correspondientes al **75%/100%** respectivamente de la potencia nominal del transformador, mediante radiadores adosados a la cuba (con independización mediante válvulas) y ventiladores accionados por termostato.

El transformador estará construido para funcionar en régimen permanente con la siguiente refrigeración:

Natural (ONAN)

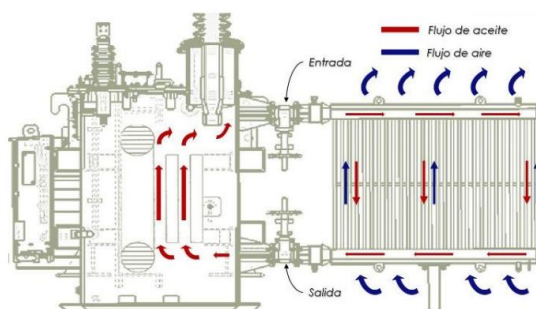
Por radiadores desmontables de chapa estampada, galvanizados en caliente, pintados del mismo color que el transformador, unidos a la cuba por medio de válvulas de tipo mariposa (DIN 42560) que permitan su desmontaje sin necesidad de retirar el aceite.

Las válvulas irán montadas entre bridas, no se admitirán válvulas directamente soldadas a la cuba.

Los radiadores estarán diseñados para soportar las mismas condiciones de presión y vacío especificadas para la cuba.

Los radiadores estarán provistos de tapones de purga y vaciado, así como de cáncamos de suspensión para facilitar su manejo.

Figura 6.-Esquema de refrigeración ONAN



Forzada (ONAF)

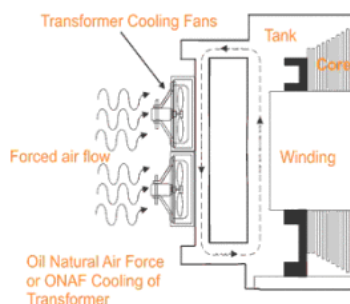
Por medio de ventiladores con motores trifásicos, 400 V, rotor de jaula, protegidos mediante rejillas que impidan la entrada de pájaros y otros animales.

El suministro incluirá un sistema automático para poner en marcha los ventiladores mandados por termómetro y/o termostatos. Este automatismo incluirá la posibilidad de la puesta en marcha manual de los ventiladores mediante conmutador, tanto local como a distancia (remoto).

Los motores de los ventiladores se protegerán mediante interruptores automáticos con características de disparo adecuados para protección de motores. Deberán incorporar contactos auxiliares para señalización y alarma remotas de cualquier defecto de los ventiladores.

Los motores deberán estar provistos de una placa de características de material resistente a la corrosión, fijada a la carcasa en un lugar fácilmente visible. Además, en la placa de características o en otra independiente, deberá venir indicado el sentido de giro del motor, correspondiente a la forma de impulsión/extracción del aire prevista por el fabricante del transformador.

Figura 7.-Esquema de refrigeración ONAF



- Regulador de tomas

El transformador vendrá equipado con una regulador de tomas en carga (OLTC) $\pm 10 \times 1,5\%$ este regulador permite variar varias relaciones de tensión por medio de pasos discretos. Así, se consigue un transformador con un número de espiras variable, permitiendo la regulación de voltaje en el devanado secundario.

Figura 8.- OLTC (Over Load Tap Charger) – Intercambiador de Tomas en Carga



Dispone de los enclavamientos necesarios para evitar operaciones falsas o intempestivas. En particular, se evita que, al pasar de uno a otro escalón adyacente, el conmutador se pare en posición intermedia y que una conmutación, una vez iniciada, no se concluya. Asimismo, permite operación local manual mediante manivela suministrada para tal fin, bloqueándose el motor en caso de inserción de manivela.

La regulación en carga se realizará en A.T. (borne de neutro) y tiene un total de 10 posiciones. Se emplea sistema inversor. La regulación se realizará a potencia y flujo constante en todas las tomas.

La posición 1 es la de mayor tensión y la 10 la de menor tensión, de forma que subir escalón corresponda a subir tensión en el secundario a igual tensión en el primario.

La posición del conmutador de tensión se indica también a distancia por ser conmutador en carga. Se dispone para el usuario de dos (2) coronas de contactos transmisores de posición libres de potencial.

El cambiador de tomas viene equipado con finales de carrera de señal de primera y última toma de regulación, y contacto libre de potencial para señalar inserción de manivela. Al alcanzar la toma mínima o máxima del cambiador, se dará una alarma al sistema de supervisión indicándonos en qué toma se encuentra el regulador.

7.4 CONDUCTORES DESNUDOS

Para las conexiones aéreas entre el pórtico de línea y los Bushings así como en la conexión del trafo a la AIS de 400kV y 220 kV se usará un conductor dúplex ACSR – LA 545 “Cardinal”.

7.5 CONDUCTORES AISLADOS

Para la conexión del transformador de potencia 400/220 kV con la posición de 220 kV se utilizará 1 conductor aislado VOLTALENE RHE-RA+2OL 127/220 (245) kV 1x2000MK Al +T375Al

Las líneas de 220 kV se han proyectado con cable aislado VOLTALENE RHE-RA+2OL 127/220 (245) kV 1x2000MK Al +T375Al con 1 conductor por fase y aislamiento XLPE de la serie 132/230 kV con sus correspondientes botellas terminales.

8 SERVICIOS AUXILIARES

8.1 PRINCIPIOS GENERALES DE LOS SSAA

Los servicios generales de cada edificio de medida y control estarán alimentados desde dos fuentes principales:

- TSA conectados a la posición de línea en 400 kV
- Grupo Electrónico Diésel

Del mismo modo, los servicios auxiliares de la subestación se componen de tensión de servicio en corriente alterna (CA), con tensión nominal 400/230 Vca, 50 Hz y tensión de servicio en corriente continua de 125 Vcc.

Los equipos de comunicaciones usan tensiones de 48 Vcc., aunque esta tensión es obtenida internamente a partir de una alimentación externa en 125 Vcc y suministran energía a las protecciones, relés y lógicas de control.

El UPS proporcionará alimentación continua y estable a los equipos críticos de CA, incluyendo SCADA, HMI, Digital Hub, sistemas de vigilancia y RTU, con baterías internas capaces de garantizar al menos 2 horas de autonomía. El mismo se compone de un conjunto estático rectificador-inversor con módulo de bypass estático que alimenta la sección de subdistribución AC correspondiente.

El cuadro general de servicios auxiliares se equipará con una barra de tensión segura en alterna (230 Vca), la cual, alimentará, a través de un ondulator, de la barra de tensión continua (125 Vcc), el sistema UPS y de la barra principal 400/230 Vca.

Los equipos principales que componen todo el sistema de servicios auxiliares serán los siguientes:

- Equipos de Corriente Alterna (Vca)
 - Dos (2) conjuntos Transformadores TSA, 400/0,40 kV y 250 kVA x 3.
 - Un (1) Cuadro general de corriente alterna (220 Vcc)
 - Un (1) sistema UPS 230 Vca
 - Un (1) Grupo electrógeno 160 kVA.
- Equipos de Corriente Continua (Vcc)
 - Un (1) Conjunto Rectificador-batería de 125 Vcc
 - Un (1) Cuadro general de corriente continua (125 Vcc)

Igualmente, el transformador de servicios auxiliares y el grupo electrógeno diésel funcionaran a través de un cuadro de conmutación automático que habilitara el funcionamiento únicamente de una alimentación en caso de falta o fallo.

8.2 RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO

Desde el punto de vista del tipo de alimentación de los servicios auxiliares, se distinguen en general cinco tipos de regímenes de funcionamiento atendiendo a distintos atributos de las cargas que habrá que tener en cuenta para dimensionar los equipos de alimentación (Transformadores, Generador Diesel, Baterías)

- Cargas esenciales
- Cargas no esenciales
- Cargas permanentes
- Cargas Puntuales
- Cargas intermitentes

Cargas esenciales

Aquellas que su continuidad de funcionamiento es vital para la seguridad de la instalaciones. Estas cargas las componen:

- Equipos de Protección
- UCP (Unidad Central de Posición)
- UCS (Unidad Central de Subestación)
- Sistema de Comunicaciones
- Central de Incendios
- Alarmas General
- Maniobras de interruptores

Un fallo en la continuidad de funcionamiento en algunas de estas cargas podría provocar una falla de la integridad de los equipos y seguridad de las personas.

Se alimentarán desde el sistema de almacenamiento de baterías, bien de forma directa por los circuitos de CC de la subestación o mediante el empleo de un inversor de CC a CA para las cargas de CA.

Cargas no esenciales

Se designará como “Cargas No Esenciales” aquellas que su continuidad de funcionamiento no es vital para la seguridad de la instalaciones.

A su vez las cargas no esenciales pueden ser “Cargas No Esenciales pero Necesarias” y “Cargas No Esenciales y no Necesarias”.

Las “Cargas No Esenciales pero Necesarias” son aquellas que, aun siendo vitales para el funcionamiento de la subestación, permiten una interrupción por cortos periodos de funcionamiento, 2-3 minutos máximos. Entre estas cargas están:

- Oficinas (W/Workstation)
- Climatización de salas (W/m²)
- Sistema Anti intrusión
- Sistema de Ventilación Transformador (W/MW)
- Alumbrado de Salas (W/m²)
- Motor Resorte de interruptores
- Motor seccionadores
- Alumbrado interior Tableros

Las “Cargas No Esenciales y No Necesarias” son aquellas que su falta de continuidad no ponen en inminente peligro la integridad y seguridad de la subestación.

Cargas permanentes

Se designará como “Cargas Permanentes”, sean “Esenciales” o “No Esenciales”, aquellas cargas cuyo régimen de funcionamiento de forma continuada está contemplado en periodos de tiempo superior a 5-10 minutos. Estas cargas serán consideradas para el cálculo continuado del sistema de SSAA (incluyendo la capacidad de almacenamiento del banco de baterías).

Cargas puntuales

Se designará como “Cargas Puntuales”, sean “Esenciales” o “No Esenciales”, aquellas cargas cuyo régimen de funcionamiento de forma continuada está contemplado en periodos de tiempo inferior a 1 minuto. Estas cargas no suelen coincidir en el tiempo y además, su tiempo de actuación como carga es muy limitado. De forma estadística no tienen gran influencia en la capacidad de carga del sistema de almacenamiento de baterías, pero se emplearán, junto a las cargas permanentes para dimensionar la punta de potencia máxima que deberá soportar el sistema de SSAA, Red, Grupo diésel y Baterías.

Cargas Intermitentes

Son aquellas cargas cuyo régimen de funcionamiento de forma continuada está contemplado en periodos de tiempo en servicio de conversión de un sistema de SSAA a otro. Estas cargas serán esencialmente los convertidores y rectificadores.

8.3 EQUIPOS PRINCIPALES

8.3.1 Transformador de SSAA

El transformador de servicios auxiliares, en adelante SSAA, dará servicio eléctrico a la subestación en baja tensión.

El transformador de SSAA, será del tipo SSVT (Transformador de voltaje aislado en aceite para baja tensión) y estará debidamente dimensionado para alimentar de forma permanente todos los sistemas auxiliares de la subestación. El conjunto estará conformado por tres unidades monofásicas SSVT, conectadas en banco trifásico, asegurando la correcta distribución de energía en baja tensión y la continuidad del servicio.

Las características principales de cada transformador de SSAA serán:

Tabla 25.- Características Trafo SSAA

Transformador Servicios Auxiliares	
Instalación	Exterior
Tipo	OIL-PAPER
Potencia (kVA)	3x250
Tensión primario (kV)	400
Tensión secundario (kV)	0,4
Grupo de conexión (formado por 3 SSVT monofásicos)	Dyn11
Frecuencia	50Hz
Refrigeración	ONAN
Tipo de aislamiento	Polimérico/Porcelana

8.3.2 Grupo electrógeno diésel

El diseño de la subestación contempla la instalación de un grupo electrógeno diésel con capota insonorizada y para instalación en exterior, dispuesto sobre bancada, que será capaz de alimentar los servicios auxiliares en caso de pérdida del suministro $\leq 80\%$ Vn.

Dispone de depósito de combustible para tener una autonomía de 12 horas a máxima capacidad y equipo asociado de trasiego. Este depósito viene incorporado en la propia bancada del grupo y dispone de doble pared, por lo que no es necesario disponer de depósito auxiliar para recogida de fugas.

El grupo nunca entrará en funcionamiento mientras esté funcionando el transformador de servicios auxiliares. La unidad de control de servicios auxiliares se encargará de realizar la conmutación entre las alimentaciones posibles.

El grupo generador diésel tendrá una potencia mínima de 160 kVA, similar a la del transformador de servicios auxiliares.

8.3.3 Cuadro general de servicios auxiliares

Se instalará un cuadro general de servicios auxiliares en la sala eléctrica común de la subestación.

El cuadro estará alimentado desde las fuentes independientes y no simultáneas indicadas en los apartados anteriores (grupo electrógeno o transformador de servicios auxiliares).

El embarrado del cuadro estará constituido por 3 barras de fase y 1 barra de neutro. Para garantizar la facilidad del mantenimiento, tendrá una configuración de barra partida, realizándose la conexión de ambas barras a través de un interruptor motorizado. En caso de pérdida de una de las alimentaciones principales se pueden acoplar ambas barras.

El equipo UPS, los equipos rectificadores de 125 Vcc. y el cuadro de comunicaciones de corriente alterna irán conectados a ambas barras.

La conmutación de fuentes se realizará de forma automática utilizando interruptores motorizados.

La medida de energía consumida por los servicios auxiliares se realizará en BT, para lo cual se dispone de un contador de potencia activa de clase 1, que se ubicará en dicho Cuadro General de Servicios Auxiliares de C. A.

9 CONTROL Y PROTECCIONES

La subestación emplea para las funciones de medida, protección y control una serie de elementos basados en tecnología digital, cuya característica fundamental es que son equipos programables, comunicables, capaces de traspasarse señales, medidas y ordenes entre sí a través de una unidad central con la que todos están comunicados, y que a su vez es capaz de comunicar esta red inferior con otras redes o con puestos remotos (por ejemplo, el centro de control).

Este conjunto de equipos electrónicos, informáticos y de telecomunicaciones constituyen el sistema integrado de control y protección de la subestación.

Con el fin de que las subestaciones puedan comunicarse entre sí, sus sistemas de control y protección se basan en la norma internacional IEC 61850.

9.1 ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCIÓN

El sistema de control de una subestación lo podemos dividir en tres niveles, según indica la norma IEC 61850:

Nivel 0: Local (Process Level).

Será preferente y se accionará desde el gabinete de la propia aparamenta.

Se considera que pertenece a este nivel el conjunto de equipos primarios de la subestación (interruptores, seccionadores, transformadores, etc.) y sus elementos de interfase con el sistema de protección y control (trafos de medida, bobinas de accionamiento, etc).

Nivel 1: Local IHM (Bay/Unit Level).

Mando de segundo nivel y se accionará desde la oficina de operación de la propia subestación o Interfaz Hombre-Máquina en el gabinete de control de la sala eléctrica.

Corresponde a las equipos conectados directamente al nivel 1, denominados unidades de control de posición (UCP). Para cada una de las posiciones del parque, funciones de protección, control, adquisición de datos, medida, lógica programable, calidad de servicio y monitorización.

Nivel 2: UCS (Station Level).

Unidad Central o Nivel SCADA y actuaciones remotas (las actuaciones de seguridad remotas, 85D, serán preferentes a cualquier mando local).

Corresponde al conjunto de equipos centrales del sistema, la Unidad Central de Subestación (UCS), que se comunica de forma digital con los equipos de posición y realizan las funciones globales del sistema, tales como: automatismos, operación local, registros de sucesos, informes de faltas e incidencias, etc.

Se dispondrá de enclavamientos eléctricos para las maniobra que tenga en cuenta:

- Posición de aparamenta que pueda afectar a la maniobra.
- Estado de operación de aparamenta que pueda afectar a la maniobra.
- Enclavamiento de actuación de Nivel Preferente.
- Sincronismos entre puntos opuestos en las maniobras de cierre
- Enclavamiento por actuación de protecciones.
- Maniobra de seccionadores sin carga.

Para que el sistema de protección sea lo más efectivo posible, todo sistema eléctrico se divide en zonas que puedan ser fácilmente desconectadas de la red en un tiempo muy corto. De esta forma se produce la mínima distorsión posible en la parte del sistema que permanece en servicio. Estas zonas se conocen como zonas de protección.

La zonas de protección deben estar dispuestas de forma que exista un solape entre ellas, para evitar que haya áreas no protegidas, siendo los transformadores de intensidad los que marcan realmente los límites de cada zona de protección.

Dentro de una instalación eléctrica se pueden producir diversos tipos de faltas, que, si persisten en el tiempo, pueden ocasionar daños en los equipos eléctricos y electrónicos, inestabilidad en el sistema o daños al personal encargado de la explotación de la instalación.

La zona donde se produce la falta debe ser aislada lo más pronto posible con el fin de que no se vean afectadas las demás partes de la instalación.

9.2 SISTEMA DE PROTECCIONES

9.2.1 Protección de posiciones de líneas 400kV/220 kV

Se instalará en el edificio de control dos armarios integrados de protecciones de control, para las protecciones del transformador y para las de la línea de alta tensión. Para el transformador, se dispondrá una protección principal, además de una protección secundaria en el lado de AT.

Protección de Línea

- Sobreintensidad (50/51)
- Sobreintensidad por el neutro (50N/51N)
- Protección diferencial Línea (87L)
- Protección diferencial Barra (87B)
- Protección de distancia (21)
- Sobreintensidad direccional (67N)
- Comprobación de sincronismo (25)
- Protección de mínima tensión (27)
- Protección de máxima tensión (59)
- Relé de enclavamiento (86)
- Relé para equilibrio de fases (46)
- Oscilografía (OSC)

9.2.2 Protección del Transformador de potencia

La protección del transformador de potencia en su lado de AT (400 kV) se compone del equipos de protección principal y secundaria, sobre las que se añaden relés de vigilancia y de protección con funciones siguientes activadas:

La protección TR primaria incluirá las siguientes funciones:

- Función diferencial de transformador (87T-1)
- Función de sobreintensidad temporizada inversa e instantánea (51/50)
- Función de sobreintensidad temporizada inversa e instantánea del neutro (51N/50N)
- Función de protección de falta a tierra instantánea/temporizada (51G/50G)
- Osciloperturbografo (OSC).

La protección TR secundaria incluirá las siguientes funciones:

- Función diferencial de transformador (87T-2)
- Función de sobreintensidad temporizada inversa e instantánea (51/50).
- Función de sobreintensidad temporizada inversa e instantánea del neutro (51N/50N)
- Función de protección de falta a tierra instantánea/temporizada (51G/50G)
- Osciloperturbografo (OSC).

Adicionalmente se añadirán relés con las siguientes funciones activadas:

- Función mínima tensión (27)
- Función de fallo de interruptor (50BF)
- Función de discordancia de polos (2-1).

- Bloqueo por enclavamiento (86).
- Vigilancia continua de disparo sobre 1ª Bobina (3-1)
- Vigilancia continua de disparo sobre 1ª Bobina (3-2)

Y las protecciones propias el transformador de potencia:

- Sobrepresión Relé Buchholz (63B)
- Sobrepresión Relé Jansen intercambiador tomas (63J)
- Alarma válvula de alivio (63L)
- Imagen térmica devanados (49T).
- Disparo por sonda temperatura aceite (26T)

Asimismo, se utiliza una protección de respaldo en el lado de media tensión (220 kV), que incluye la función sobreintensidad de tiempo inverso (51), la función de sobreintensidad de tiempo definido (50), la función fallo de interruptor (50S-62) y la función de mínima tensión (27).

10 OTRAS INSTALACIONES Y SERVICIOS

10.1 EQUIPOS DE MEDIDA Y FACTURACIÓN

La medida para facturación como se ha dicho anteriormente en este documento, se llevará a cabo en la subestación en el nivel de 400 kV, y se hará con conformidad al Reglamento Unificado de Puntos de Medida (R.U.P.M.) Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto.

El punto de medida principal y redundante se situara en el punto frontera, donde se medirá y se conectarán los equipos de medida, de forma que la energía registrada en los puntos de medida corresponda al intercambio de energía y potencias del punto frontera.

Cada equipo de medida estará compuesto por un contador electrónico combinado de potencia activa (con una clase de precisión 0.2 s) y reactiva (clase de precisión 0,5 s).

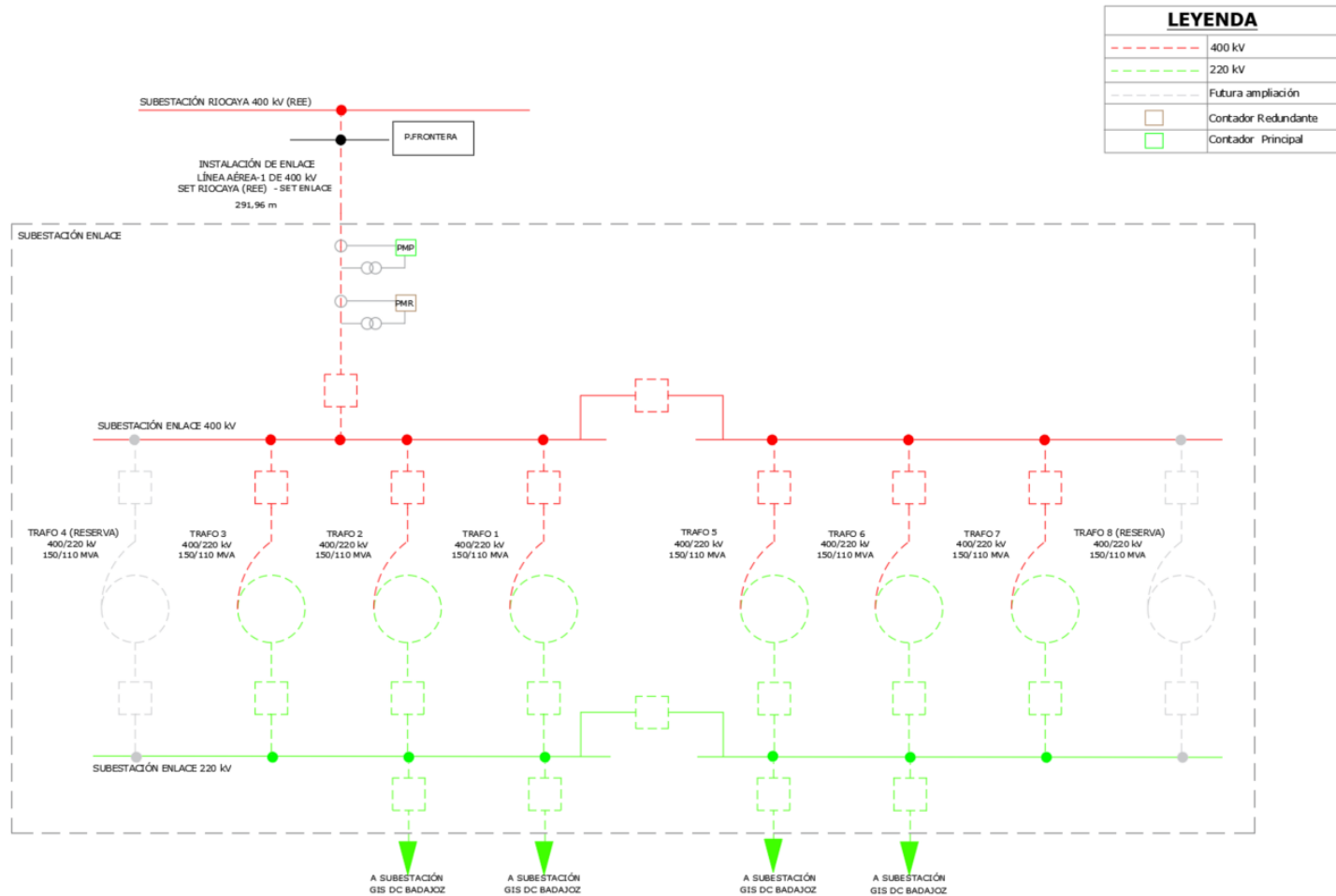
La medida de SSAA llevará un punto de medida aparte.

Asimismo, estas posiciones dispondrán de medida de tensión, intensidad, activa y reactiva instantánea que ayudarán entre otros a las maniobras pertinentes y tendrán carácter informativo.

Todas las medidas serán enviadas a los centros competentes a través del sistema de comunicaciones por fibra óptica.

El esquema de nudo simplificado para la medida y facturación se resume en la siguiente figura

Figura 9.- Esquema de Nudo Simplificado y puntos de Medida³



³ Ver plano DCSP.0010.2.D.EL.200 Unifilar Nudo

10.2 SISTEMA DE COMUNICACIONES

Se instalará un sistema de telecomunicaciones por medio de fibra óptica monomodo a través del cable de tierra aéreo y un sistema adicional de comunicaciones GPRS para establecer respaldo en caso de fallo.

Los equipos de protecciones recogerán las medidas en los distintos armarios según su posición y estos se conectarán por fibra a la unidad central de comunicaciones de la subestación, que hará a su vez de puerta de enlace para conectarse a la unidad de SCADA de la subestación.

Las telecomunicaciones se usarán tanto para el control, monitorización y protecciones entre las subestaciones y centro de control.

Las comunicaciones tendrán una tensión 48 Vcc., si bien esta tensión se obtendrá internamente mediante equipos que se alimentan en 125 Vcc. desde la el cuadro de servicios auxiliares de corriente continua.

10.3 SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO Y EXTINCIÓN

El sistema de protección contra incendios se ajustará a las exigencias de la ITC14 del RAT, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación.
- La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación, por lo que respecta a daños a terceros.
- La presencia o ausencia de personal de servicio permanente en la instalación.
- La naturaleza y resistencia al fuego de la estructura del edificio y sus cubiertas.
- La disponibilidad de medios públicos de lucha contra incendios.

Ver anexo de Protección contra Incendios en el *Documento Anexo a la Memoria de Cálculos* de este Proyecto.

10.4 SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

El edificio estará dotados de un sistema de climatización por bomba de calor con termostato situado en la zona de control del edificio que permitirá conservar unas condiciones uniformes de temperatura y humedad en el interior del edificio.

El sistema de climatización estará formado por unidades Tipo Split que constarán de unidad de condensación y maquina evaporadora y estarán repartidas en cada una de las salas del edificio.

Estarán calculadas con una potencia frigorífica acorde a las condiciones térmicas estándar de funcionamiento de los equipos y de bienestar de las personas que ocuparán los puestos de control y operación del edificio.

Para conseguir una buena ventilación en las instalaciones con el fin de evitar calentamientos excesivos, se dispondrán entradas y salidas de aire adecuadas, en el caso en que se emplee ventilación natural. La ventilación podrá ser forzada, en cuyo caso la disposición de los conductos será la más conveniente según el diseño de la instalación eléctrica, y dispondrán de dispositivos de parada automática para su actuación en caso de incendio.

La ventilación de las distintas estancias del edificio se llevará a cabo mediante extractores de tipo industrial colocados en los muros y paramentos del edificio y que conducirán el caudal de aire al exterior directamente.

También se colocarán extractores de menor potencia en los aseos del edificio, así como en el almacén o taller.

10.5 ALUMBRADO

En el interior del edificio, el alumbrado normal se realizará con lámparas de LED, tanto en la salas eléctricas, SCADA, como en la de control y protecciones.

El alumbrado normal se llevará cabo mediante luminarias semiestancas equipadas con equipos de fluorescencia en alto factor o luminarias tipo LED. Su distribución será empotrada en falso techo en la zona de control y de forma uniforme evitándose sombras y zonas de baja luminosidad que dificulten las labores de control y de explotación.

En los puntos que así se requiera se dispondrá de un alumbrado localizado que refuerce al general de la instalación.

Los accesos se alumbrarán con focos de LED en cada una de las puertas del edificio.

En la zona de intemperie se colocarán báculos repartidos uniformemente a lo largo y ancho del terreno, que serán gobernados mediante fotocélula. Para trabajos nocturnos en la subestación, se dispondrá de un alumbrado intensivo, que se activará desde el armario de CA de SSAA.

Los proyectores que instalar en el exterior serán de tipo LED y proporcionarán una luminosidad adecuada para el acceso y trabajo nocturno en la subestación. Se instalarán sobre báculo de 3 m de altura en el parque de intemperie y directamente en la pared del edificio sobre las puertas de éste.

Dentro del edificio, los niveles de iluminación serán de 500 lúmenes en la sala de celdas y de control.

El edificio estará dotado de los sistemas de alumbrado de emergencia necesarios de arranque instantáneo ante la ausencia de la tensión principal. Los equipos serán autónomos y de potencia y rendimiento reglamentario. Además de las funciones propias de alumbrado en emergencia, cumplirán también las de señalización de los diferentes puntos de salida y evacuación del personal.

Los circuitos de alumbrado se alimentarán desde el cuadro principal de servicios auxiliares donde se dispondrán los interruptores magnetotérmicos de protección de los diferentes circuitos, así como los dispositivos de protección diferencial de los mismos.

10.6 SEGURIDAD Y VIGILANCIA

10.6.1 Control de Acceso

Se requieren dos controles de acceso similares, uno para la puerta de acceso a la subestación y otro para la puerta de acceso del edificio será por medio de tarjetas magnéticas identificadoras de personal autorizado.

El sistema de control de accesos tendrá tres funciones, el registro, almacenamiento e identificación de los funcionarios, visitantes y el control de ingreso a las diferentes áreas internas. Este sistema estará instalado en computadores dedicados que no necesiten estar en línea para funcionar.

Además, tendrá un sistema de asignación de claves con privilegios configurables para los operadores

10.6.2 Detectores de Intrusión

Se deberá hacer un diseño detallado que garantice la detección de cualquier intruso dentro del edificio. Los sistemas de prevención y detención contendrán:

- Sistema de detención de intrusión perimetral en exteriores.
- Sistemas de detección de presencia/intrusión en interiores
- Sistema de centralización de alarmas

Los detectores deberán ser detectores de movimiento, insensibles a ruidos tales como truenos o vehículos circulantes por las cercanías.

También se requiere la instalación de detectores de presencia de Intrusos dentro del edificio de control.

10.6.3 Sistema de CCTV

El sistema contará con

- Cámaras fijas IR
- Cámara Domo 360°
- Grabador digital

El número y disposición de cámaras se determinará en función de la morfología y tipo de sistema de seguridad existente en la planta fotovoltaica.

El sistema de tendrá conexión con el sistema de telecomunicaciones y podrá tener acceso a la monitorización de las imágenes en remoto desde el centro de control de la Propiedad.

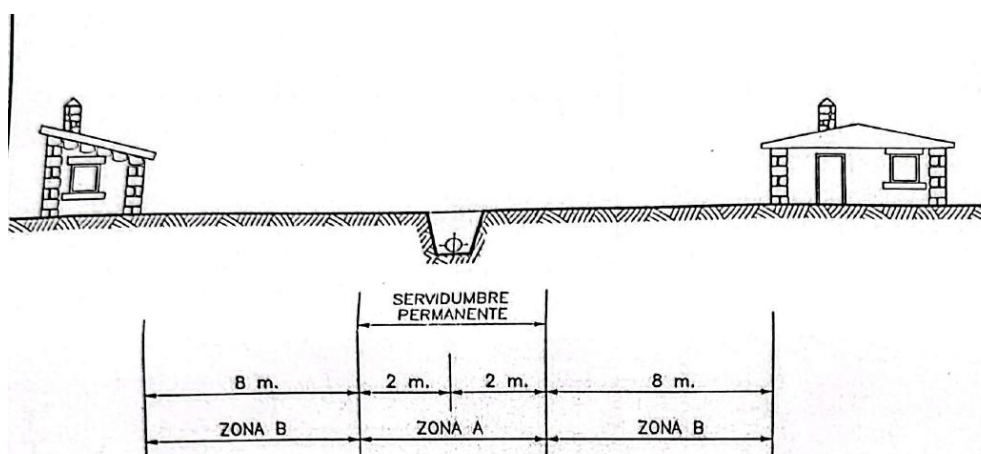
11 MEMORIA DE CÁLCULO PARA LOSA DE PROTECCIÓN DE TUBERÍA DE GAS

11.1 OBJETO Y ALCANCE DE LA MEMORIA

Se redacta el presente documento como justificación de la solución adoptada para el cruzamiento que tendrá lugar durante la ejecución del camino de acceso previsto en el proyecto de Infraestructuras eléctricas de consumo del Data Center NOSTRUM EVERGREEN (DC Badajoz), con una tubería de gas de la compañía de gas ENAGAS Transporte SAU.

Se plantearán dos soluciones, una para cada zona de servidumbre:

- Losa de hormigón armado, en la zona A de servidumbre.
- Solera de hormigón con armado en cara inferior, en la zona B de servidumbre



Ambas soluciones se hallan definidas con detalle en el plano NOS-DC-BAZ1-F1-NOS-SE-DR-CV-210.

11.2 ANTECEDENTES

Las dos soluciones que se detallan en el presente documento se han diseñado para satisfacer completamente los requisitos exigidos por la compañía ENAGAS Transporte SAU, recogidos en los CONDICIONADOS TECNICOS General y Particular, remitidos por la Consejería de Agricultura, ganadería y Desarrollo sostenible. Dirección General de Industria, Energía y Minas de fecha 11/03/2026 (N/REF AIE 206-2026), para el proyecto de Infraestructuras eléctricas de consumo del Data Center NOSTRUM EVERGREEN (DC Badajoz).

11.3 NORMATIVA Y BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

Para la comprobación de los estados límite de los distintos elementos de hormigón se adopta el vigente Código Estructural (CodE). Se aplicarán por tanto los coeficientes de seguridad, tanto para materiales como para acciones, definidos en la citada normativa.

A efectos de comprobar la solera se adoptan los valores de masa máxima por eje permitidas por el RD 2822/1998.

Además de esta normativa reglamentaria, se ha tomado como referencia la siguiente bibliografía:

- [1] Formulario del ingeniero, 1976, A. Grekow et al.
- [2] Principles of Foundation Engineering, 5th Ed, Braja Das

11.4 MATERIALES

- Hormigón Armado. Tanto para la losa como para la solera se adopta un hormigón: HA-25/B/30/XC2
 $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ $\gamma_c = 1,50$ $f_{cd} = 16,67 \text{ MPa}$
- Acero Barras de Refuerzo: B 500 S
 $f_{ck} = 500 \text{ MPa}$ $\gamma_c = 1,15$ $f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$
- Hormigón de limpieza: HL-150/B/30

11.5 CONSIDERACIONES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL SUELO

Se desconocen las características geomecánicas del terreno sobre el que se ejecutarán losa y solera, adoptándose para el caso de la solera unos valores aproximados que encajarían con un terreno de carácter granular (arenoso) de compacidad media:

Módulo de Deformación: $E_s = 25 \text{ MPa}$

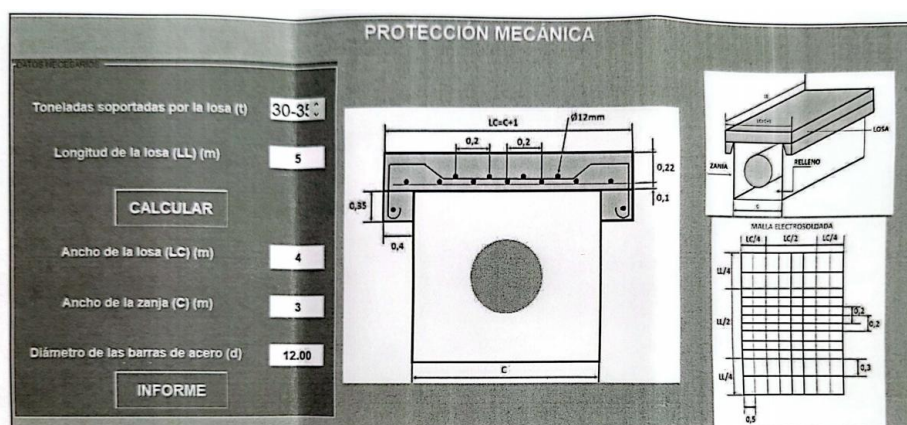
Coefficiente de Poisson: $\nu = 0.30$

En el caso de la losa, al prescindirse de la colaboración del terreno para su comprobación, es indiferente a efectos del cumplimiento de ELU.

a. Losa de protección de la tubería en Zona A de servidumbre

La losa, de acuerdo con el croquis proporcionado en el condicionado técnico tendrá un canto de 250 mm, y se apoyará sobre dos zunchos armados con cuantías mínimas de 400x700 mm de sección.

Figura 10.- Croquis proporcionado en el condicionado técnico



b. Solera en la zona B de servidumbre

La solera se comprueba asumiendo un modelo de losa apoyada sobre lecho elástico sometida a carga puntual, obteniéndose los esfuerzos de cálculo más representativos a partir de la solución de este modelo particular resuelto en la referencia [1].

La losa de protección, tal como se halla definida en el plano NOS-DC-BAZ1-F1-NOS-SE-DR-CV-210, tiene unas dimensiones en planta de 4,00 m de largo y 5,00 m de ancho, y se apoya sobre zunchos de 0,40x0,70 m. El canto de la losa es de 250 mm, con un recubrimiento geométrico de 30 mm.

Se adopta para las comprobaciones una luz de cálculo $L = 3.20 + 0.125 + 0.125 = 3,45$ m (distancia libre entre zunchos de apoyo más medio canto de la losa a cada lado)

La carga se aplica en su centro y se adopta un coeficiente de seguridad de mayoración de acciones (Sobrecarga) $\gamma_Q = 1,50$.

Comprobación a flexión

Con esto, el momento de cálculo en el centro es de:

$$M_{E,d} = 1,50 \times Q \times L / 4 = 388,13 \text{ kN.m}$$

Se cuenta con una sección transversal de losa armada de ancho 5 m con armadura base $\phi 12$ cada 200 mm (25 barras de 12 mm) que se refuerzan en su zona central (3 m de ancho) con barras $\phi 16$.

La cuantía de acero total dispuesta a flexión es:

$$A_s = 25 \times 1,13 \text{ cm}^2 + 16 \times 2,01 \text{ cm}^2 = 60,41 \text{ cm}^2$$

En una análisis contando la cuantía de acero total de acero, considerando un recubrimiento mecánico de 40 mm, $d=210$ mm, se tiene un momento último resistente:

$$M_{R,d} = A_s \times f_{yd} \times 0,9d = 496,4 \text{ kN.m}$$

Cumpléndose sobradamente la condición $M_{R,d} > M_{E,d}$ con esta comprobación global,

Siendo más restrictivos, del lado de la seguridad, y considerando solo a efectos resistentes la zona central reforzada:

$$A_s = 16 \times (1,13 + 2,01) = 50,24 \text{ cm}^2 \rightarrow M_{R,d} = 412,84 \text{ kN.m} > M_{E,d}$$

Comprobación a cortante

El cortante de cálculo es de:

$$V_{E,d} = 1,50 \times Q / 2 = 225 \text{ kN}$$

La resistencia de un elemento a cortante, sin armadura transversal, se evalúa según CodE 6.2.5:

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.12 \quad k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1,98 \quad \rho_l = A_{sl} / b_w d = 0.75\%$$

$$V_{Rd,c} = (C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3}) b_w d = 0,63 \times 3000 \times 210 = 396,9 \text{ kN}$$

Verificándose sobradamente que $V_{E,d} < V_{Rd,c}$

11.8 COMPROBACIONES REALIZADAS SOBRE LA SOLERA

Para la solera, al no tener requerido ningún valor de sollicitación impuesto por ENAGAS, se adopta un valor de carga correspondiente a un eje simple según MMA por RD 2822/1998, con un valor por eje de 13 t, lo que equivaldría a considerar dos cargas puntuales de 65 kN por cada rueda del eje.

Esta carga puntual de 65 kN se aplicará sobre una superficie de 20x20 cm y se analizará su comportamiento mediante la metodología descrita en la referencia [1].

Con las consideraciones arriba expuestas, se realizan los cálculos con una hoja de cálculo (Anexo 1) obteniéndose como valor mas desfavorable de flector bajo el apoyo, promediado en un ancho de banda de 0,70 m ($2d + 20 \text{ cm} + 2d$).

Comprobación a Flexión:

$$M_{EX,k} = 11,09 \text{ kNm/m} - > M_{X,d} = 16,6 \text{ kN.m/m}$$

Para una cuantía de acero de $3,93 \text{ cm}^2/\text{m}$. correspondiente al armado de la solera de canto total 200 mm, armada con # $\phi 10 @ 200$, y con un recubrimiento nominal de 70 mm ($d = 125 \text{ mm}$) el momento resistente que resulta es de:

$$M_{R,d} = A_s \times f_{yd} \times 0,9d = 19.2 \text{ kN.m/m}$$

Se cumple $M_{R,d} > M_{EX,d}$

Comprobación a Punzonamiento:

$$V_{E,d} = 1.50 \times 65 = 97,5 \text{ kN}$$

$$1^\circ \text{ Perímetro crítico } u_o = 4 \times 0,20 = 0,8 \text{ m}$$

$$V_{R,d} = (0,4 \times v_{fcd}) u_o d = (0,4 \times 0,54 \times 25 / 1,50) \times 800 \times 125 = 360 \text{ kN (Cumple)}$$

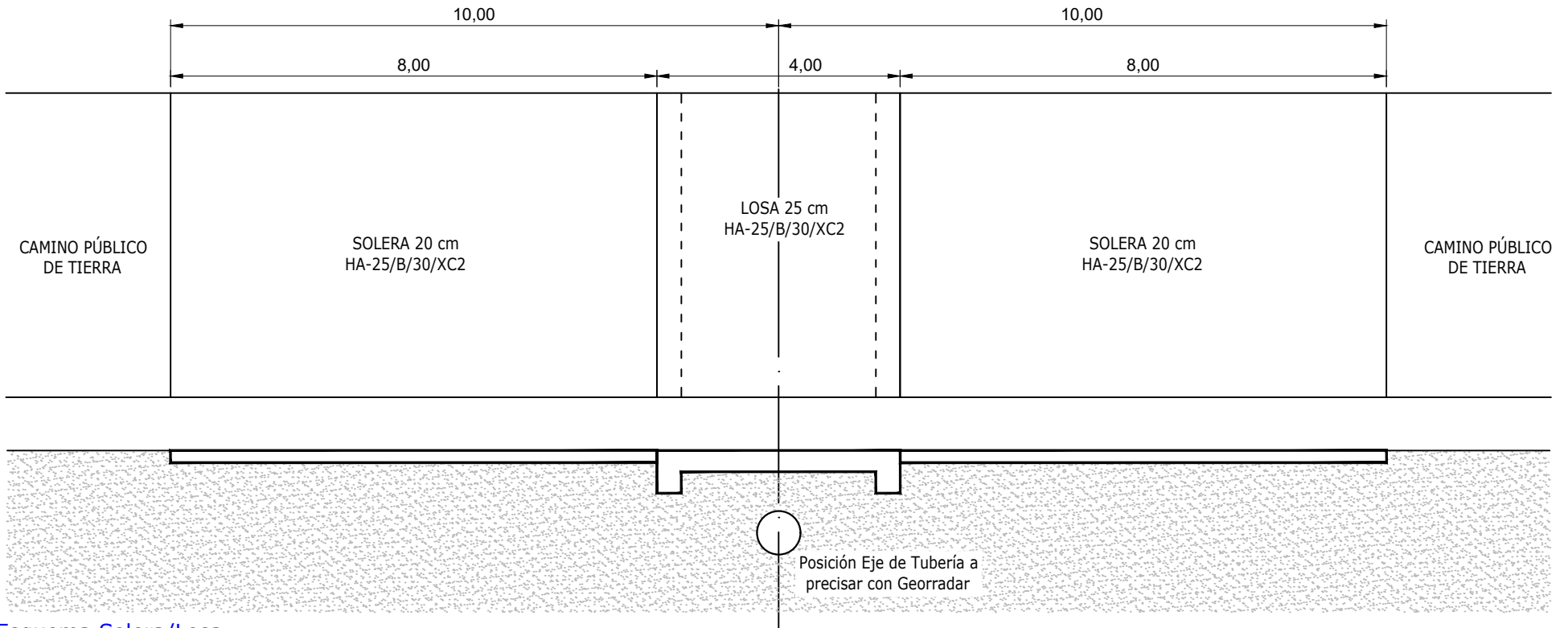
$$2^\circ \text{ Perímetro crítico } u_1 = 2,371 \text{ m}$$

En este caso:

$$V_{Rd,c} = (C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3}) u_1 d = 0,63 \times 2371 \times 125 = 186,7 \text{ kN (Cumple sin tener en cuenta el efecto favorable de la tensión del terreno actuando sobre el área encerrada por el perímetro crítico)}$$

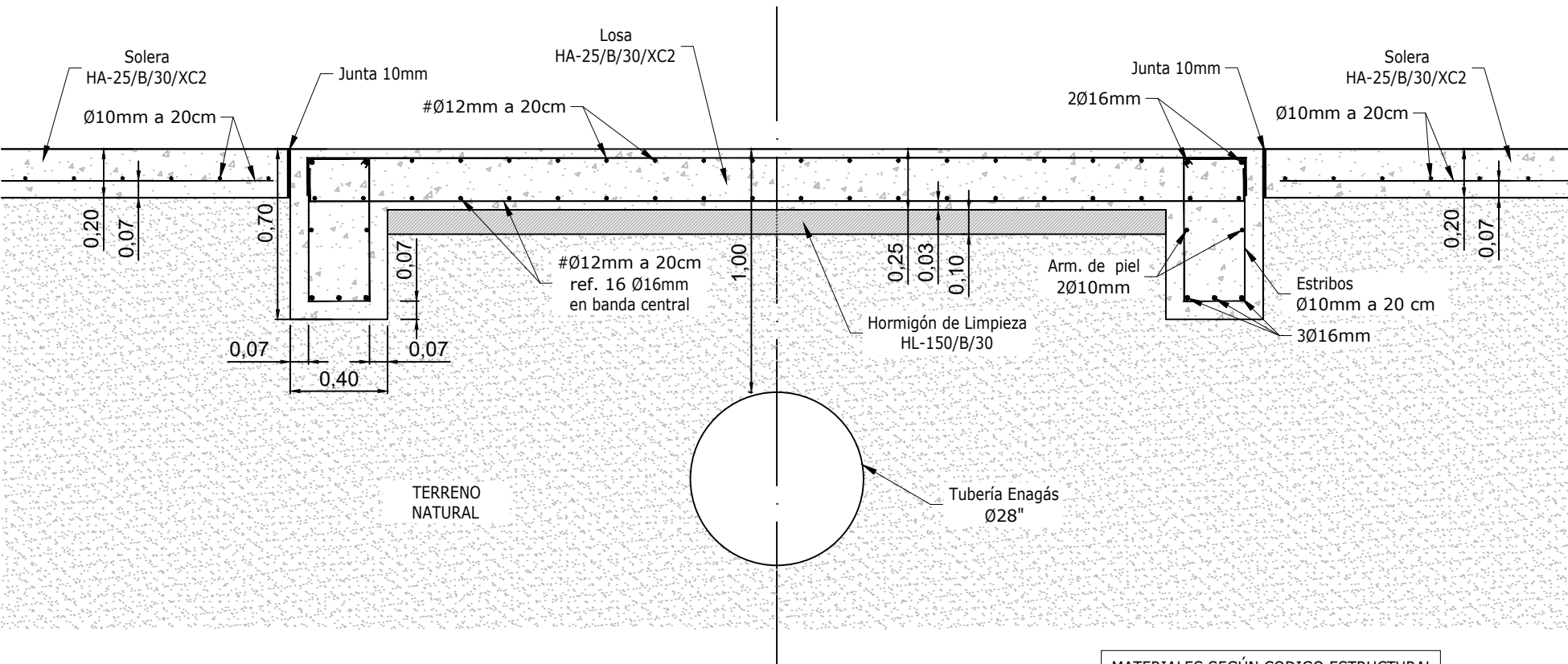
11.9 PLANO DETALLE

- NOS-DC-BAZ1-F1-NOS-SE-DR-CV-210 Losa Tubería Enagas



Esquema Solera/Losa

Escala: 1/100

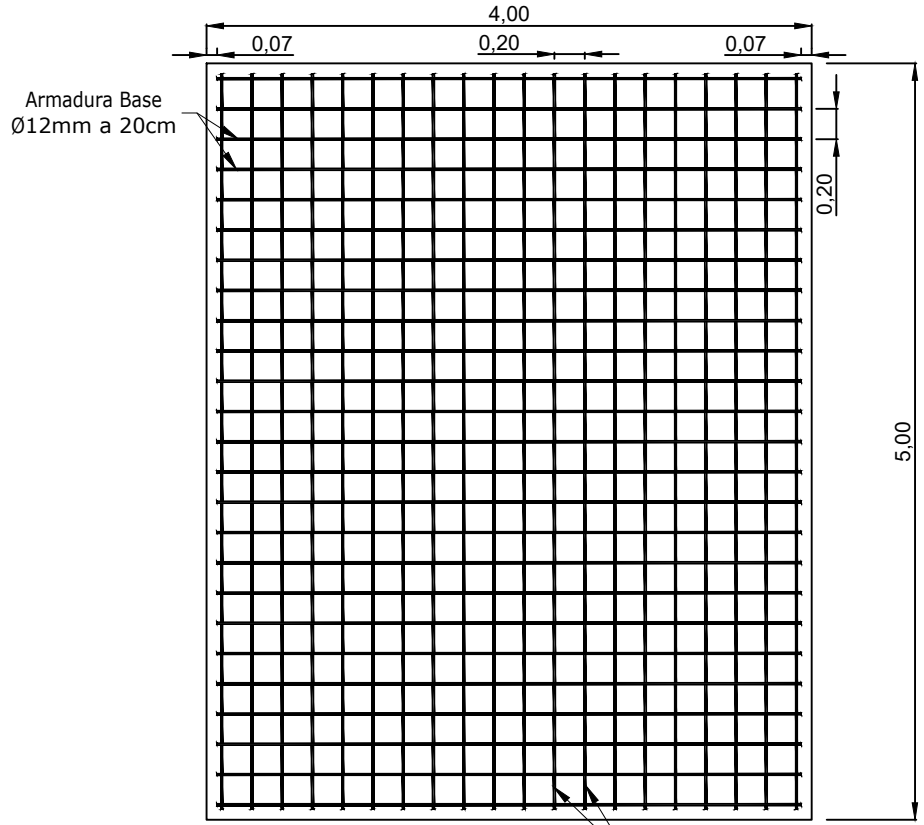


Detalle Losa de Protección

Escala: 1/25

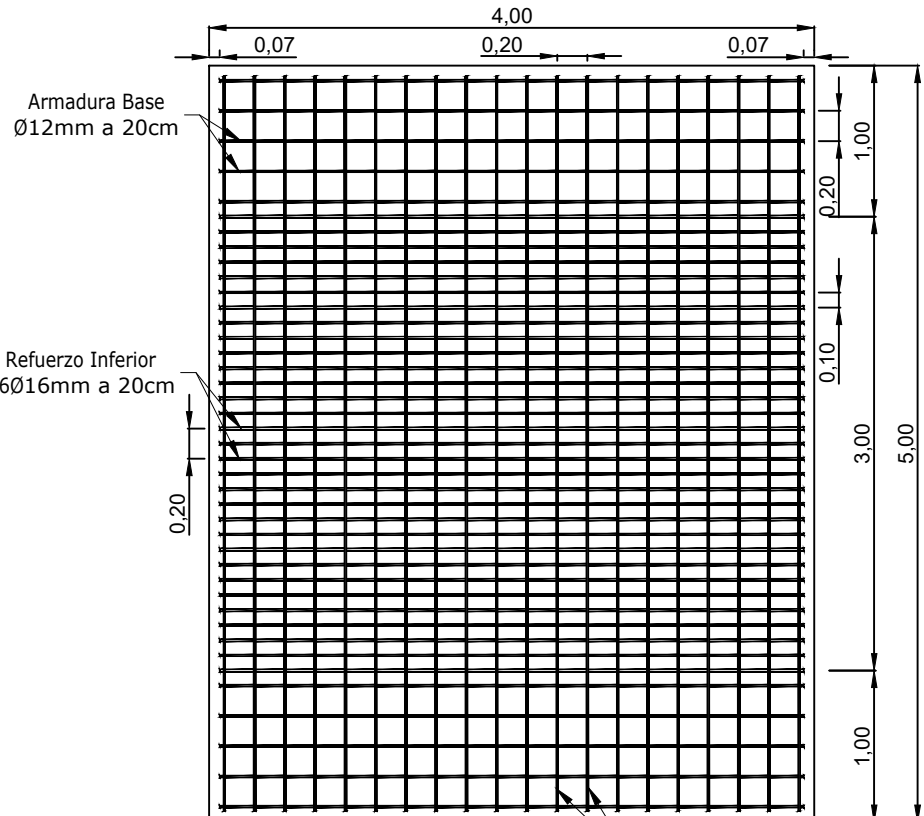
NOTA: Todas las cotas en metros.

MATERIALES SEGÚN CODIGO ESTRUCTURAL
HORMIGÓN HA-25/B/30/XC2 $\gamma_c=1,50$
ACERO B500S $\gamma_s=1,15$



Detalle Emparrillado Superior

Escala: 1/50



Detalle Emparrillado Inferior

Escala: 1/50

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
R00	EMISIÓN INICIAL	JJP	IAP	JRD	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/200 kV	
DETALLE LOSA DE PROTECCIÓN TUBERÍA ENAGÁS	
SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA.	
	CONTACTO:



nostrum

DATA CENTERS

NOMBRE		FECHA		TIPO A3
PROYECTADO	JJP	28/05/2026		ESCALA VARIAS
DIBUJADO	IAP	28/05/2026		
REVISADO	JRD	28/05/2026		Nº DE PLANO CV-210-R00
APROBADO	JMO	28/05/2026		

Avd. de la Constitución, 34 1º I
41001 Sevilla, España
+34 955 265 260

Avenida de España 18, 2 C
10003 Cáceres, España
+36 955 265 260

Paseo de la Castellana, 52
28046 Madrid, España
+34 955 265 260

Cra 12 #79-50 Ofi 701
Bogotá, Colombia
+57-1 322 99 14

WWW.INGENOSTRUM.COM

The background of the entire page is a landscape featuring a large array of solar panels in the foreground, reflecting light. In the distance, there are mountains under a clear sky. A large, solid teal circle is positioned in the upper left quadrant, serving as a backdrop for the company logo.

ingenostrum.

Executing your renewable vision



Executing your decarbonisation vision

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV

DCSP.0010.2.M.EL.201-3A

MEMORIA DE CÁLCULO

BADAJOS, EXTREMADURA (ESPAÑA)

Tabla 1.- Control de versiones del documento

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
0A	30/06/2025	Emisión Inicial	JRD	JRD	JMO
1A	06/08/2025	Actualización de las especificaciones técnicas de los transformadores junto con ajustes en el esquema unifilar	PLN	JRD	JMO
2A	01/10/2025	Modificación completa de la arquitectura de la SET, incluyendo cambio de tecnología y transformación	PLN	JRD	JMO
3A	30/10/2025	Modificación completa de la arquitectura de la SET, incluyendo cambio de transformación	VJO/JRD	JRD	JMO

Sevilla, octubre de 2025

Firmado por ***4967**
JOAQUÍN MARTÍN-OAR
(C:****0003*) el día
11/02/2026 con un
certificado emitido por AC
CAMERFIRMA FOR NATURAL

El Ingeniero Industrial

Joaquín Martín-Oar María-Tomé

Nº de colegiado 07149 – COIIAOC Sevilla

Contenido

1	OBJETO	4
2	NORMATIVA APLICABLE	4
3	NIVELES DE AISLAMIENTO	5
4	DISTANCIAS MÍNIMAS.....	5
4.1	Distancias Eléctricas	5
5	CORRIENTES NOMINALES	10
6	CALCULO DE CORTOCIRCUITO	10
7	CALCULO DE LA RED DE TIERRAS.....	11
7.1	Método Wenner	11
7.2	Método de las dos capas	12
7.3	Datos de partida	13
7.4	Comprobación del conductor de la malla	14
7.5	Cálculo de resistencia de tierra	14
7.6	Cálculo de tensiones de paso y contacto	15
8	CÁLCULO DE APANTALLAMIENTO AEREO.....	17
8.1	Evaluación de riesgo	17
8.2	Método de la esfera rodante	19
	ANEXO I: ESTUDIOS DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	20
	ANEXO II: SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS	21
	ANEXO III: ESTUDIO DE RUIDO	22

1 OBJETO

El presente documento tiene por objeto definir los criterios técnicos y de cálculo que deberán tenerse en cuenta durante el desarrollo de los estudios de diseño, ingeniería y dimensionamiento de la subestación de interconexión "ENLACE 400/220 kV". Esta instalación se proyecta como una subestación tipo AIS de, diseñada para operar en los niveles de tensión de 400 kV y 220 kV.

En el nivel de 400 kV, la subestación ENLACE se interconectará directamente con la subestación "Riocaya 400 kV" propiedad de REE. Por otra parte, en el nivel de 220 kV, la subestación se conectará con la subestación "DC Badajoz" a través de cuatro líneas subterráneas de 220 kV, asegurando la evacuación eficiente de la energía generada hacia los centros de consumo o hacia otras infraestructuras de transformación y distribución.

El diseño de la subestación deberá garantizar la máxima fiabilidad, seguridad operativa y flexibilidad de explotación, así como el cumplimiento estricto de la normativa técnica aplicable, tanto nacional como internacional.

Asimismo, se considerarán aspectos relacionados con la operación, el mantenimiento, la protección del medio ambiente y la futura ampliación de la instalación, en función de las necesidades del sistema eléctrico.

2 NORMATIVA APLICABLE

Los cálculos que se realizan a continuación cumplen con la normativa vigente en España referente a este tipo de instalaciones y están basados en las siguientes Normas y Reglamentos:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. Real Decreto 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 CEI 865 de 1993, Cálculo de los efectos de las corrientes de cortocircuito.
- Norma UNE EN 60865-1, Corrientes de cortocircuito, cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
- Norma CEI 909-2001, Cálculo de corrientes de cortocircuito en redes de corriente alterna trifásica.
- Ley 37/2003, de 17 de octubre, del ruido, en lo referente a evaluación y gestión del ruido ambiental.

- Norma VDE 0102.
- Norma DIN 43670.
- EN 50522: Puesta a tierra de instalaciones eléctricas de alta tensión.
- CENELEC HD 637 S1: Directrices para la instalación de cables subterráneos de alta tensión.
- Especificaciones técnicas y normativas de Red Eléctrica de España (REE): Requisitos particulares para la conexión a la red de transporte y prescripciones técnicas de equipos y sistemas.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), cuando resulte de aplicación para servicios auxiliares de la subestación.

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.

3 NIVELES DE AISLAMIENTO

Los niveles de aislamiento que se han adoptado, tanto para aparatos como para las distancias en el aire, según viene especificados en el “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión” en su ITC – RAT 12, son los siguientes:

- En 440 kV, que corresponde a un valor normalizado de tensión más elevada para el material de 420 kV, se adopta el nivel de aislamiento nominal máximo, que soporta 1.425 kV de cresta a impulso tipo rayo y 1050 kV eficaces a frecuencia industrial durante un minuto.
- En 220 kV, que corresponde a un valor normalizado de tensión más elevada para el material de 245 kV, se adopta el nivel de aislamiento nominal máximo, que soporta 1.050 kV de cresta a impulso tipo rayo y 460 kV eficaces a frecuencia industrial durante un minuto.

Los niveles de aislamiento que se han adoptado, de acuerdo con la instrucción ITC-RAT 12, son los que corresponden a materiales del Grupo B y C.

4 DISTANCIAS MÍNIMAS

4.1 DISTANCIAS ELÉCTRICAS

El vigente “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión” en su ITC - RAT 12, especifica las normas a seguir para la fijación de las distancias mínimas a puntos en tensión.

Las distancias, en todo caso, serán siempre superiores a las especificadas en dicha norma las cuales se recogen en las siguientes tablas:

Tabla 2.- Distancias mínimas 400 kV

Tensión nominal (kV)	400
Tensión soportada nominal a los impulsos (kV de cresta)	1425
Distancia mínima fase-tierra en el aire (conductor/estructura) (m)	2,60
Distancia mínima fase-tierra en el aire (punta/estructura) (m)	3,40
Distancia mínima entre fases en el aire (conductor/estructura)(m)	3,6
Distancia mínima entre fases en el aire (punta/estructura) (m)	4,2

Tabla 3.- Distancias mínimas 220 kV

Tensión nominal (kV)	220
Tensión soportada nominal a los impulsos (kV de cresta)	1050
Distancia mínima fase-tierra en el aire (m)	2,10
Distancia mínima entre fases en el aire (m)	2,10

La altitud de la instalación es inferior de 1.000 m (cota 203 m sobre el nivel del mar), por lo tanto, las distancias mínimas no tendrán el factor de corrección por altura.

4.1.1 Distancias en pasillos de servicio y zonas de protección

Sistema de 400 kV

En instalaciones de interior el ancho de los pasillos de servicio tiene que ser suficiente para permitir la fácil maniobra e inspección de las instalaciones, así como el libre movimiento por los mismos de las personas y transporte de los apartados en las operaciones de montaje y reparación de los mismos.

Está anchura no será inferior a la que se indica a continuación:

- Pasillos de maniobra con elementos en tensión a un solo lado 1,00 m.
- Pasillos de maniobra con elementos en tensión a ambos lados 1,2 m.
- Pasillos de inspección con elementos en tensión a un solo lado 0,8 m.
- Pasillos de inspección con elementos en tensión a ambos lados 1,00 m.

Por otro lado, según ITC-RAT 15, en el apartado 4.1.2, los elementos en tensión no protegidos que se encuentran sobre los pasillos deberán estar a un altura mínima H sobre el suelo, medida en centímetros, igual a $H=250+d$, siendo "d" la distancia expresada en centímetro de la tabla 1, 2 y 3, de la ITC-RAT 12, dadas en función de la tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo para la instalación.

Para el parque de 400 kV:

Conductor/ Estructura

$$H = 250 + d = 460 \text{ cm} = 5,10 \text{ m}$$

Punta/ Estructura

$$H = 250 + d = 460 \text{ cm} = 5,90 \text{ m}$$

Sistema de 220 kV

En instalaciones de interior el ancho de los pasillos de servicio tiene que ser suficiente para permitir la fácil maniobra e inspección de las instalaciones, así como el libre movimiento por los mismos de las personas y transporte de los apartados en las operaciones de montaje y reparación de los mismos.

Está anchura no será inferior a la que se indica a continuación:

- Pasillos de maniobra con elementos en tensión a un solo lado 1,00 m.
- Pasillos de maniobra con elementos en tensión a ambos lados 1,2 m.
- Pasillos de inspección con elementos en tensión a un solo lado 0,8 m.
- Pasillos de inspección con elementos en tensión a ambos lados 1,00 m.

Por otro lado, según ITC-RAT 15, en el apartado 4.1.2, los elementos en tensión no protegidos que se encuentran sobre los pasillos deberán estar a un altura mínima H sobre el suelo, medida en centímetros, igual a $H=250+d$, siendo "d" la distancia expresada en centímetro de la tabla 1, 2 y 3, de la ITC-RAT 12, dadas en función de la tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo para la instalación.

Para el parque de 220 kV:

$$H = 250 + d = 460 \text{ cm} = 4,60 \text{ m}$$

4.1.2 Distancias en zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto 400 kV (420 kV)

Según la instrucción ITC – RAT 15 punto 4.3.1, para cierres de enrejado de altura $k \geq 220 \text{ cm}$, en este caso, la distancia en horizontal entre el cerramiento y las zonas en tensión debe ser superior a:

Conductor/Estructura

$$G = d + 150 = 410 \text{ cm} = 4,10 \text{ m}$$

Punta/Estructura

$$G = d + 150 = 490 \text{ cm} = 4,90 \text{ m}$$

Por otro lado, la distancia horizontal de los elementos de tensión a paredes macizas de $k < 250 + d \text{ (cm)}$ de altura mínima será:

Conductor/Estructura

$$F = d + 100 = 360 \text{ cm} = 3,60 \text{ m}$$

Punta/Estructura

$$F = d + 100 = 440 \text{ cm} = 4,40 \text{ m}$$

La distancia horizontal al cierre cuando es una pared maciza de altura $k \geq 250 + d$ (cm) de altura mínima será:

Conductor/Estructura

$$B = d + 3 = 263 \text{ cm} = 2,63 \text{ m}$$

Punta/Estructura

$$B = d + 3 = 343 \text{ cm} = 3,43 \text{ m}$$

Para evitar los contactos accidentales desde el exterior del cierre del recinto de la instalación con los elementos en tensión, deberán existir entre éstos y el cierre las distancias mínimas de seguridad.

Si la altura sobre el suelo a la parte más baja de cualquier elemento aislante, es inferior a 230 cm, no podrán establecerse pasillos de servicio, a no ser que se disponga de una protección situada entre los aparatos y el cierre exterior de la instalación, de modo que se cumpla simultáneamente lo indicado en ITC-RAT 15, 4.2 ("Zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación").

4.1.3 Distancias en zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto 220 kV (245 kV)

Según la instrucción ITC – RAT 15 punto 4.3.1, para cierres de enrejado de altura $k \geq 220 \text{ cm}$, en este caso, la distancia en horizontal entre el cerramiento y las zonas en tensión debe ser superior a:

$$G = d + 150 = 360 \text{ cm} = 3,60 \text{ m}$$

Por otro lado, la distancia horizontal de los elementos de tensión a paredes macizas de $k < 250 + d$ (cm) de altura mínima será:

$$F = d + 100 = 310 \text{ cm} = 3,10 \text{ m}$$

La distancia horizontal al cierre cuando es una pared maciza de altura $k \geq 250 + d$ (cm) de altura mínima será:

$$B = d + 3 = 213 \text{ cm} = 2,13 \text{ m}$$

Para evitar los contactos accidentales desde el exterior del cierre del recinto de la instalación con los elementos en tensión, deberán existir entre éstos y el cierre las distancias mínimas de seguridad.

Si la altura sobre el suelo a la parte más baja de cualquier elemento aislante, es inferior a 230 cm, no podrán establecerse pasillos de servicio, a no ser que se disponga de una protección situada entre los aparatos y el cierre exterior de la instalación, de modo que se cumpla simultáneamente lo indicado en ITC-RAT 15, 4.2 ("Zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación").

4.1.4 Disposición mínima para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico RD 614/2001

Según lo indicado en el Real Decreto 614/2001, sobre las disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente a riesgo eléctrico.

En nuestro caso, para los diferentes niveles de tensión la distancia en cm hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo será:

Tabla 4.- Distancias límite de las zonas de trabajo

Tensión	D_{PEL-1}
400 kV	380 cm
220 kV	260 cm

Por otro lado, los elementos en tensión no protegidos, que se encuentren sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima sobre el suelo.

$$H = 250 + D_{PEL-1} + 10 \text{ (Margen de seguridad)}$$

Por tanto:

Tabla 5.- Distancias elementos en tensión no protegidos en pasillos

Tensión	D_{PEL-1}
400 kV	640 cm
220 kV	520 cm

5 CORRIENTES NOMINALES

La subestación contará con ocho posiciones transformador 400/220 kV

Teniendo en cuenta la potencia de transformación de 150 MVA, la corriente máxima que circulará por un circuito en caso de fallo o mantenimiento del otro será:

$$I_n = \frac{150000000}{\sqrt{3} * 400000 * 0,928} = 233 \text{ A}$$

En el caso de los embarrado secundarios, la corriente máxima que circulará será solo de la posición de transformación. Por tanto, será:

$$I_n = \frac{150000000}{\sqrt{3} * 220000 * 0,928} = 424 \text{ A}$$

6 CALCULO DE CORTOCIRCUITO

Para efectos de diseño, se considera una intensidad simétrica de cortocircuito trifásico (I_k'') a efectos de 50 kA en el parque de 400 kV y 40 kA en el parque de 220 kV.

De acuerdo con la norma UNE-EN 60909-0:2012, la intensidad de cresta correspondiente se calcula como:

$$I_p = k \sqrt{2} I_k'' [kA]$$

Donde:

- I_p : Intensidad de cresta
- k : Coeficiente de cresta según la norma
- I_k'' : Intensidad de cortocircuito trifásico simétrica

El coeficiente de cresta se determina mediante la siguiente expresión:

$$k = 1,02 + 0,98 e^{-3\left(\frac{R}{X}\right)}$$

- $\left(\frac{R}{X}\right)$: la relación de impedancias equivalentes del sistema en el punto de cortocircuito que, para la red de transporte en este nivel de tensión vale típicamente 0,1.

Por tanto tendremos los siguientes valores:

Intensidad de cresta en el parque de 400 kV	38,633 kA
Intensidad de cresta en el parque de 220 kV	20,548 kA
Factor k	1,813

7 CALCULO DE LA RED DE TIERRAS

Los sistemas de puesta a tierra se instalan con el fin de atender a un doble objetivo:

- Asegurar que una persona en las proximidades de la instalación conectada a tierra no se vea expuesta a riesgo.
- Proporcionar vías de drenaje de la intensidad procedente de la descarga de instalaciones o faltas de aislamiento, sin exceder los límites de operación de los distintos elementos de la instalación.

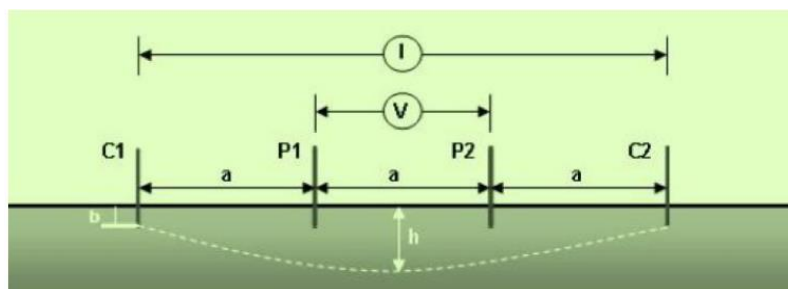
Los métodos utilizados para valorar la resistividad del terreno según el método de Wenner y de las dos capas, la tensión de paso y contacto máxima admisible en la instalación, la resistencia de puesta a tierra de la subestación y la verificación del límite térmico del conductor empleado.

7.1 MÉTODO WENNER

El método Wenner o método de los cuatro puntos es recogido en la IEEE "Guide for measuring earth resistivity, ground impedance, and earth Surface potential of a ground system". Este método obtiene las resistividades del suelo para capas profundas sin enterrar los electrodos a dichas profundidades.

El método consiste en enterrar pequeños electrodos tipo varilla, en cuatro huecos en el suelo, a una profundidad "b" y espaciados en línea recta a una distancia "a". Una corriente "I" se inyecta entre los dos electrodos externos y el potencial "V" entre los dos electrodos internos es medio.

Tabla 6.- Método Wenner



La distancia "a", en la práctica, es mucho mayor que la profundidad de enterramiento "b", por lo que, la ecuación para determinar la resistividad del terreno se simplifica a la siguiente:

$$\rho = 2 * \pi * R * a$$

Donde:

- ρ = valor de la resistividad medida del terreno.
- R = valor indicado en el instrumento de medición.

- a = distancia entre electrodos expresada en metros.

El espaciamiento "a" del electrodo se interpreta como la profundidad aproximada a la cual se lee la resistividad del suelo. Para caracterizar la variación de la resistividad del suelo dentro de un área específica, se deben realizar varios grupos de medidas en diferentes direcciones.

7.2 MÉTODO DE LAS DOS CAPAS

Previo al diseño de la puesta a tierra de la subestación se realiza una modelización de suelo homogéneo y de las dos capas.

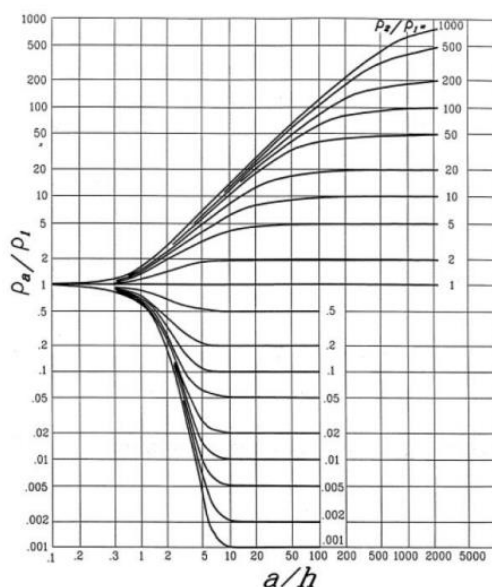
El modelo de suelo uniforme u homogéneo puede ser usado sólo cuando hay una resistividad aparente medida, se obtienen resultados poco precisos con el modelo homogéneo, por lo que se recomienda el método de dos capas.

Este método consiste en el modelado del terreno por medio de una capa superior de poca profundidad y con diferente resistividad que la capa inferior de profundidad infinita.

Para la modelización de las dos capas se parten de dos valores externos de resistividad del terreno ρ_1 y ρ_2 a dos profundidades bien diferenciadas h_1 y h_2 . Estos dos valores serán los que se consideran como resistividades de las capas el modelo.

A partir de los dos pares de datos anteriores, se selecciona un tercer par de valores ρ , a y ha dentro la tabla de resistividades de la subestación y que esté comprendidos entre los puntos 1 y 2. Mediante la gráfica se obtiene el valor del consiente a/h , donde ρ_a y h el espesor de la primera capa del modelo que se describe.

Tabla 7.- Capa de modelo



7.3 DATOS DE PARTIDA

Los principales datos de partida para la malla de tierra son los siguientes.

Datos del sistema eléctrico:

Tabla 8.- Datos del sistema eléctrico

Datos del sistema eléctrico	
Frecuencia	50 Hz
Relación de impedancias (X/R)	14,19
Intensidad cc monofásica *	10,544 kA
Tiempo de despeje falta (t_f)	1,0 s
Temperatura ambiente considerada	40 °C

Datos del terreno y de los conductores de tierra:

Tabla 9.- Datos del terreno y conductores PAT

Datos del terreno y conductor PAT	
Profundidad enterrada malla (h)	0,80 m
Espesor capa superficial de grava (h_s)	0,10 m
Resistividad capa superficial (ρ_s)	3000 Ω m
Resistividad media del terreno (ρ)	145 Ω m
Cable de tierra del conductor (Cu)	120 mm ²

Datos del cable de cobre:

Tabla 10.- Datos del cable de cobre

Datos del cable de cobre	
Coeficiente térmico resistividad (20°C) (α_r)	0,00381 C ⁰⁻¹
Coeficiente ($1/\alpha_0$ a 0 °C) (K_0)	242 °C
Resistividad 20 °C (ρ_r)	1,78 $\mu\Omega$ /cm
Factor capacidad térmica (TCAP)	3,42 J/ cm ³ /°C
Temperatura máxima admisible (T_m)	300 °C

Datos geométricos:

La malla de la subestación tiene la tipología que se indica a continuación

Tabla 11.- Datos geométricos

Datos geométricos	
Longitud lado mayor de la malla (L_x)	273 m
Longitud lado menor de la malla (L_y)	206 m
Número de picas (e)	4
Longitud de las picas (L_e)	2,5 m
Distancia media entre conductores de la red	10 m

Para más detalles ver plano DCSP.0010.2.D.EL.204

Para obtener los resultados de los siguientes subapartados se han seguido las indicaciones y fórmulas tanto de la instrucción técnica complementaria 13 del reglamento de alta tensión (RAT-ITC 13), como de la norma de referencia para diseño de redes de tierra IEEE 80.

Asimismo, se han tomado los valores tipo para los parámetros que intervienen en las distintas ecuaciones (impedancia cuerpo humano, resistencia calzado).

7.4 COMPROBACIÓN DEL CONDUCTOR DE LA MALLA

Para determinar la sección mínima del conductor utilizamos la siguiente expresión, del estándar IEEE Std.80, para conductores de cobre:

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

• I	10,544 kA
• T_m (Tª máx. admisible)	300 °C
• T_a (temperatura ambiente)	40 °C
• α_r coef. térmico de resistividad	0,00381 1/°C
• ρ_r (resistencia del conductor a 20 °C)	1,78 $\mu\Omega \cdot \text{cm}$
• K_o (1/coef. térmico de resistividad a 0 °C)	242
• $TCAP$ (capacidad térmica del conductor)	3,42 J/(cm ³ *°C)
• A (mínima sección conductor)	58,09 mm²

La sección mínima necesaria es menor que los **120 mm²** del conductor de cobre que se propone utilizar.

7.5 CÁLCULO DE RESISTENCIA DE TIERRA

La instalación se prevé el tendido de una malla puesta a tierra y electrodos tipo horizontal.

Haciendo uso de la fórmula de cálculo de la resistencia de tierra del electrodo para mallas de tierra según la tabla 3 del RAT-ITC 13:

$$Rg = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$$

Resistencia de tierra del electrodo 0,284 Ω

7.6 CÁLCULO DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO

7.6.1 Tensión de paso y contacto admisibles

7.6.1.1 Según IEEE Std.80

De acuerdo con la norma IEEE Std.80, las tensiones de paso y contacto máximas admisibles serán:

$$E_{touch50} = (1000 + 1,5C_s * \rho_s) * \frac{0,116}{\sqrt{t_s}}$$

$$E_{step50} = (1000 + 6C_s * \rho_s) * \frac{0,116}{\sqrt{t_s}}$$

$$C_s = 1 - \frac{0,09 * (1 - \frac{\rho}{\rho_s})}{2h_s + 0,09}$$

Donde:

- E_{touch} : Tensión de contacto admisible.
- E_{step} : Tensión de paso admisible.
- t_s : máximo tiempo de respuesta de las protecciones.
- ρ : resistividad del terreno.
- ρ_s : resistividad de la capa superficial de grava.
- h_s : espesor de la capa superficial de grava.
- C_s : factor de reducción

A partir de los datos anteriormente expuestos, se obtienen los siguientes valores:

Tensión Contacto Límite admisible $E_{touch} = 350,56 \text{ V}$

Tensión Paso Límite admisible $E_{step} = 1.054,25 \text{ V}$

7.6.1.2 Según RAT-ITC 13

Según el RAT-ITC 13, las tensiones de paso y contacto máximas admisibles son:

$$U_c = U_{ca} * \left(1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2Z_B}\right) = U_{ca} * \left(1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5\rho_s}{1000}\right)$$

$$U_c = U_{pa} * \left(1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B}\right) = 10U_{ca} * \left(1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1000}\right)$$

$$C_s = 1 - 0,106 * \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho_s}}{2h_s + 0,106} \right)$$

Donde:

- U_{ca} : Tensión de contacto admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre una mano y los pies.
- U_{pa} : Tensión de contacto admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre los dos pies.
- R_a : Resistencia adicional total suma de las resistencias adicionales individuales.
- R_{a1} : Por ejemplo, la resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante. Se considera nula esta resistencia cuando las personas puedan estar descalzas, en instalaciones situadas en lugares tales como jardines, piscinas, etc.
- R_{a2} : Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie.

En función de los datos considerados, se establecen los siguientes valores:

Tensión Contacto Límite admisible

$$U_c = 536,80 \text{ V}$$

Tensión Paso Límite admisible

$$U_p = 1.826,10 \text{ V}$$

7.6.1.3 Análisis

En la tabla siguiente se muestra el valor obtenido para las tensiones de paso y contacto por los métodos considerados.

	IEEE Std.80	ITC-RAT 13	CONSIDERADA
T. máx de contacto	350,56 V	536,80 V	536,80 V
T,máx de paso	1.054,25 V	1.826,10 V	1.826,10 V

7.6.2 Tensión de paso y contacto máximas

Para calcular las tensiones máximas de contacto y de paso en la instalación usaremos la siguiente formulación según la norma IEEE Std.80:

Tensión de contacto (V_c)

$$V_c = \frac{\rho * K_m * K_i * I_g}{L}$$

Tensión de paso (V_p)

$$V_p = \frac{\rho * K_s * K_i * I_g}{L}$$

V_c (Tensión contacto)

$$E_m = V_c = 181,58 \text{ V}$$

V_p (Tensión de paso)

$$E_s = V_p = 92,17 \text{ V}$$

8 CÁLCULO DE APANTALLAMIENTO AEREO

Para los cálculos que siguen seguiremos la norma UNE-EN 62305 y el método de la esfera rodante.

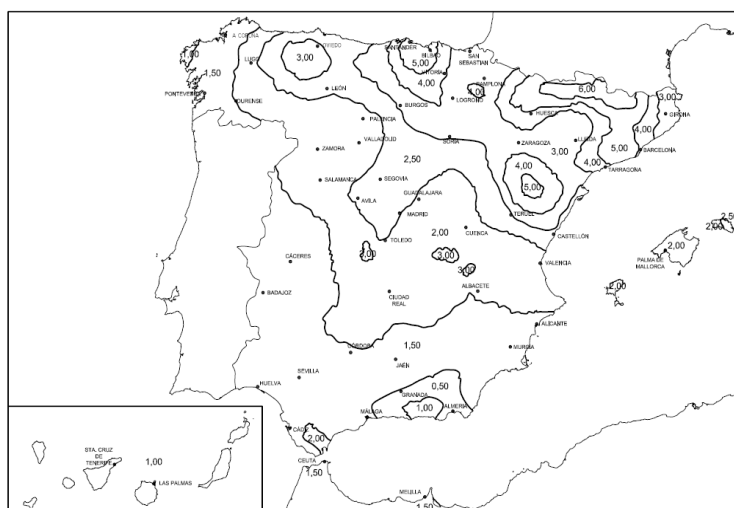
8.1 EVALUACIÓN DE RIESGO

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos N_e sea mayor que el riesgo admisible N_a .

La frecuencia esperada de impactos, N_e , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_e = N_g * A_e * C_1 * 10^{-6}$$

Tabla 12.- Mapa zonal de nivel Isocerámico



En la zona de Badajoz (Extremadura) $N_g = 1,50$

A_e : superficie de captura equivalente en m^2

Para estructuras rectangulares sería:

$$A_e = L * W + 6 * H * (L + W) + 9 * \pi * H^2$$

$$A_e = 153.645,99 m^2$$

C_1 : coeficiente relacionado con el entorno, según la siguiente tabla:

Tabla 13.- Coeficiente C_1 en función de ubicación de la instalación

Situación del edificio	C_1
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2

Se considera la instalación próxima a otros edificios o arboles de la misma altura o más altos. $C_1 = 0,5$

Por lo tanto:

$$N_e = N_g * A_e * C_1 * 10^{-6} = 0,115 \text{ impactos/año}$$

La frecuencia admisible, N_a , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3}$$

Siendo C_2 , C_3 , C_4 y C_5 unos coeficientes que dependen del tipo de construcción, contenido, uso de la misma y necesidad de la continuidad de las actividades que se desarrollen en ella, respectivamente. Se obtienen de las siguientes tablas:

Tabla 14.- Coeficientes para cálculo de N_a

Coeficiente C_2			
	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

Coeficiente C_3	
Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Coeficiente C_4	
Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

Coeficiente C_5	
Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

En este caso:

$$C_2 = 1; C_3 = 1; C_4 = 0,5; C_5 = 5$$

Por lo tanto:

$$N_a = 0,0022$$

$$N_e > N_a$$

Por tanto, es necesario la instalación de pararrayos es necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo, este tendrá al menos una eficiencia "E", definida como:

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e} = 0,9809$$

En la siguiente tabla se muestra el nivel de protección correspondiente a la eficiencia requerida, según la norma de referencia.

Tabla 15.- Eficiencia exigida al sistema de tierras aéreas

Eficiencia requerida	Nivel de protección
$E \geq 0,98$	I
$0,95 \leq E < 0,98$	II
$0,80 \leq E < 0,95$	III
$0 \leq E < 0,80$	IV

Por lo tanto, el nivel de protección requerido es I, que deberá ser la clase del Sistema de Protección Contra el Rayo elegido (SPCR).

8.2 MÉTODO DE LA ESFERA RODANTE

El emplazamiento de los sistemas de captura es adecuado si ningún punto de los elementos a proteger está en contacto con una esfera de radio "r", rodando alrededor y en la parte superior de la estructura en todas las direcciones posibles. De esta manera, la esfera solo tocaría los sistemas de captura.

Según la tabla siguiente, extraída de la norma UNE-EN 62305, el radio de la esfera rodante para el cálculo de la protección de nuestra instalación es de 30 metros.

Tabla 16.- Valores mínimos de los parámetros del rayo y radio de la esfera rodante

Clase SPCR	radio esfera rodante r (m)
I	20
II	30
III	45
IV	60

Para mayor detalle ver el plano DCSP.0010.2.D.EL.205 Red de Tierra- Malla Aérea

ANEXO I: ESTUDIOS DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS



Executing your decarbonisation vision

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV

DCSP.0010.2. M.EL.202-3A

ANEXO I ESTUDIO CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

BADAJOS, EXTREMADURA (ESPAÑA)

Tabla 1.- Control de versiones del documento

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
0A	29/06/2025	Emisión Inicial	PLN	JRD	JMO
1A	06/08/2025	Actualización de las especificaciones técnicas de los transformadores junto con ajustes en el esquema unifilar	PLN	JRD	JMO
2A	29/09/2025	Modificación completa de la arquitectura de la SET, incluyendo cambio de tecnología y transformación	PLN	JRD	JMO
3A	19/11/2025	Modificación completa de la arquitectura de la SET, incluyendo cambio de transformación	PLN	JRD	JMO

Sevilla, noviembre de 2025

El Ingeniero Industrial

Joaquín Martín-Oar María-Tomé

Nº de colegiado 07149 – COIIAOC Sevilla

CONTENIDO

1 OBJETO.....	4
2 NORMATIVA APLICABLE.....	4
3 DESCRIPCIONES GENERALES	5
3.1 Campos eléctricos y campos magnéticos	5
3.2 Campos electromagnéticos	5
3.3 Interferencia de radiofrecuencia	6
4 ANÁLISIS	6
4.1 Características de la instalación y datos de cálculo.....	7
4.2 Resultados	9
4.3 Evaluación de los resultados	11
4.4 Conclusión	11

1 OBJETO

El objeto de este estudio es estimar las emisiones de campo magnético, 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.

2 NORMATIVA APLICABLE

El proyecto objeto del presente estudio se enmarca en el ámbito de aplicación de:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT. Real Decreto 337/2014 de 9-mayo.
- Reglamento sobre protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos. - Real Decreto 299/2016 de 22 Julio.
- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitarias frente a emisiones radioeléctricas.
- Orden ETD/666/2020, de 13 de julio, por la que se modifica la Orden ETU/1033/2017, de 25 de octubre, por la que se aprueba el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias.
- ANSI-IEE Standard 644-1987 "IEE Standard Procedure for Measurements of Power Frequency Electric and Magnetic Fields from AC Power Lines"
- International Labour Office, "Protection of Workers from Power Frequency Electric and Magnetic Fields: A Practical Guide".
- ICNIRP: Comisión Internacional para la Protección contra la Radiación No Ionizante.
- ITC-RAT-14. Instalaciones eléctricas de interior. 4.7: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
- ITC-RAT-15. Instalaciones eléctricas de exterior. 3.15 Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
- Norma UNE-CLC/TR 50453 IN, de noviembre de 2008, Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia.
- Norma UNE 20833 de abril de 1997: "Medidas de los campos eléctricos a frecuencia industrial".
- Norma UNE -EN 62110 de mayo de 2013: "Campos eléctricos y magnéticos en corrientes continua, campo eléctricos y magnéticos en corriente alterna de 1 Hz a 100 kHz. Parte 1: requisitos para instrumentos de medida".

- 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".

Si al aplicar las normas y reglamentos se obtuviesen valores que discrepasen de 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.

3 DESCRIPCIONES GENERALES

3.1 CAMPOS ELÉCTRICOS Y CAMPOS MAGNÉTICOS

Los campos eléctricos tienen su origen en diferencias de voltaje: cuanto más elevado sea el voltaje, más fuerte será el campo resultante. Un campo eléctrico existe, aunque no haya corriente. El campo eléctrico (E) se expresa en voltios por metro (V/m) o su múltiplo en kV/m (1 kV/m = 1.000 V/m).

Los campos magnéticos tienen su origen en las corrientes eléctricas: una corriente más fuerte da como resultado un campo magnético más fuerte. También se pueden producir campos magnéticos con imanes permanentes. El campo magnético (H) en un punto dado del espacio se define como la fuerza que se ejerce sobre un elemento de corriente situado en dicho punto, y se expresa en amperios por metro (A/m).

Por tanto, el campo eléctrico existirá siempre que haya cargas eléctricas, mientras que sólo habrá campo magnético cuando esas cargas estén en movimiento; es decir, cuando haya un flujo de corriente eléctrica. Es más habitual representar el campo magnético mediante la inducción magnética o densidad de flujo magnético (B). Ambos están relacionados mediante la permeabilidad magnética (μ):

$$B = \mu * H.$$

La unidad de medida del campo magnético en el Sistema Internacional de unidades es el Tesla (T) o sus fracciones; en particular, el microtesla (μ T).

3.2 CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Los campos electromagnéticos son una zona donde existen campos eléctricos y magnéticos, creados por las cargas eléctricas y su movimiento.

Las ecuaciones de Biot y Savart permiten estudiar el campo magnético B creado por un circuito recorrido por una corriente de intensidad i:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{4 \cdot \pi} \int \frac{u_t \cdot u_r}{r^2} \cdot dl$$

Donde:

- B : vector campo magnético existente en un punto P del espacio.
- u_t : es un vector unitario cuya dirección es tangente al circuito y nos indica el sentido de la corriente en la posición donde se encuentra el elemento dl .
- u_r : es un vector unitario que señala la posición del punto P respecto del elemento de corriente.

Los campos electromagnéticos se dan de forma natural en nuestro entorno, y nuestro organismo está habituado a convivir con ellos a lo largo de nuestras vidas; por ejemplo, el campo eléctrico y magnético estático natural de la Tierra, los rayos X y gamma provenientes del espacio y los rayos infrarrojos y ultravioletas que emite el Sol, además de la propia luz visible.

Todos ellos forman parte del espectro electromagnético y se diferencian en su frecuencia, que determina sus características físicas, y, por lo tanto, los efectos biológicos que pueden producir en el organismos expuestos.

A muy altas frecuencias la energía que transmite una onda electromagnética es tan elevada que puede llegar a dañar el material genético de la célula, siendo capaz de iniciar un proceso cancerígenos.

Para que los efectos sean significativos, se necesita que el circuito expuesto se mantenga paralelo a la fuente emisora por varios metros o kilómetros. Por tanto, en el caso de las subestaciones el riesgo es mínimo.

El campo electromagnético generado por las diferentes corrientes eléctricas dependerá de la intensidad que discurre por los diferentes tipos de cableado.

3.3 INTERFERENCIA DE RADIOFRECUENCIA

Las subestaciones eléctricas las inducciones de campos electromagnéticos tienen un amplio espectro de frecuencia que va de Hz a los GHz. Esta interferencia es más evidente en la banda de radio AM (535-1605 kHz) y de televisión (90 a 220 MHz).

4 ANÁLISIS

Teniendo en cuenta, que el campo magnético existente en la subestación es el generado por la corriente que circula por los conductores. Este campo se manifiesta por las fuerzas sobre los conductores que circula la corriente.

Por tanto, para la realización del análisis del campo magnético, se ha desarrollado una simulación y cálculo el campo magnético a nivel de suelo debido a las corrientes máximas que recorrerán las líneas de 220 kV soterradas, por ser la zona de la subestación donde la inducción será más elevada.

4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN Y DATOS DE CÁLCULO

Para una subestación eléctrica 400/220 kV del proyecto tipo tiene las siguientes características:

Tabla 2.- Características de la instalación

CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	
Tipo	AIS
Posiciones de línea- autotransformador	6
Posiciones de línea- autotransformador (posible futura ampliación)	2
Posiciones de línea	1
Posiciones de línea (posible futura ampliación)	1
Superficie subestación eléctrica	50.959 m ²

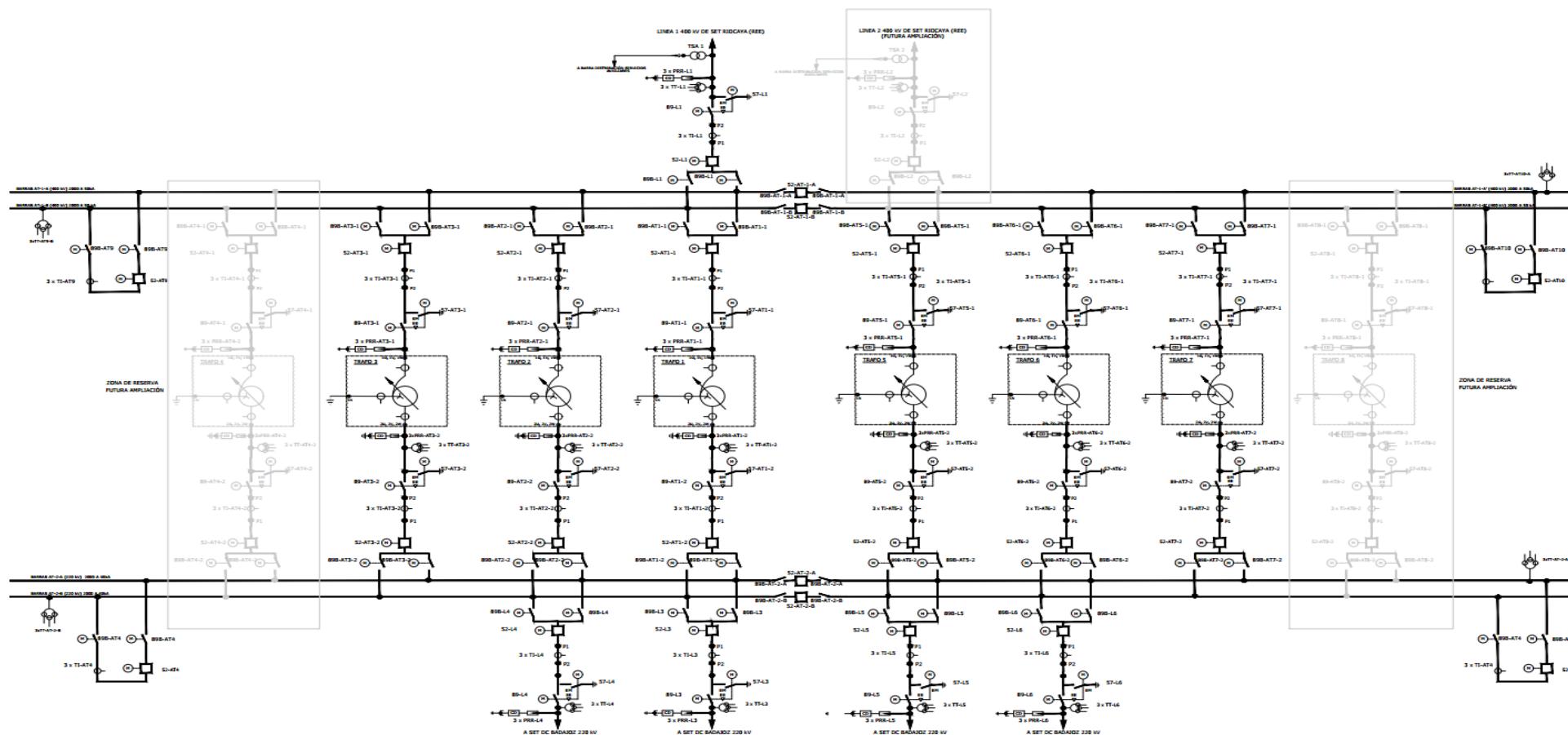
El estado de carga considerado consiste en considerar las líneas aportando su máxima potencia, los autotransformadores 400/220 kV evacuando a su máxima potencia.

Las intensidades consideradas para el cálculo magnético son las siguientes:

Tabla 3.- Intensidades consideradas

REF.	POSICIÓN O TRAMO	INTENSIDAD NOMINAL	TIPO
1	Intensidad nominal L1	777,7 A	Trifásica equilibrada
2	Intensidad nominal máxima barra 400 kV	777,7 A	Trifásica equilibrada
3	Intensidad nominal secundario TR3	424,2 A	Trifásica equilibrada
4	Intensidad nominal secundario TR2	424,2 A	Trifásica equilibrada
5	Intensidad nominal secundario TR1	424,2 A	Trifásica equilibrada
6	Intensidad nominal secundario TR5	424,2 A	Trifásica equilibrada
7	Intensidad nominal secundario TR6	424,2 A	Trifásica equilibrada
8	Intensidad nominal secundario TR7	424,2 A	Trifásica equilibrada
9	Intensidad máxima barra 220 kV	1.696,8 A	Trifásica equilibrada

Figura 1: Unifilar General¹



¹ Ver plano DCSP.0010.2.D.EL.201 Unifilar General

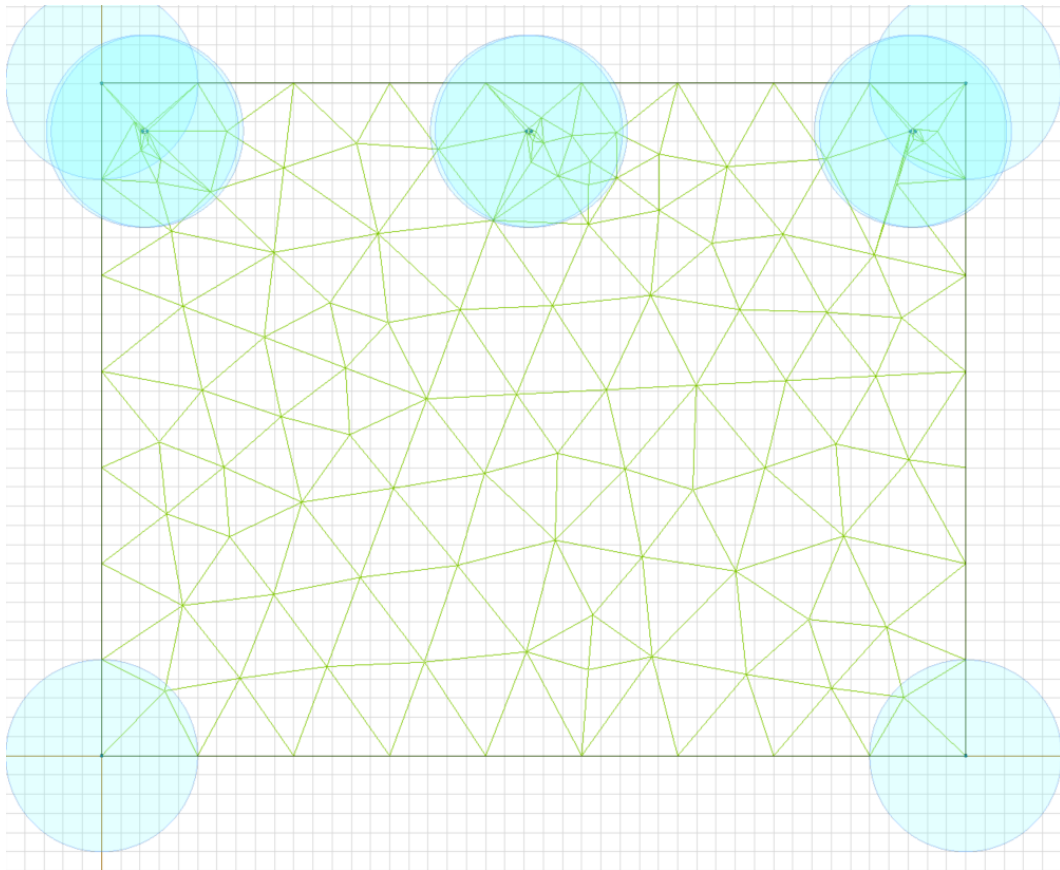
Según establece el Real Decreto 1066/2001 aconseja tomar medidas que limiten las radiaciones de campo eléctrico y magnético. En ese caso, las distancias existentes entre los equipos eléctricos y el cierre de la instalación permiten reducir los niveles de exposición al público en general por debajo de los límites establecidos en el Real Decreto.

4.2 RESULTADOS

Para 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 serán superiores a los que se producirán durante el funcionamiento habitual de la subestación.

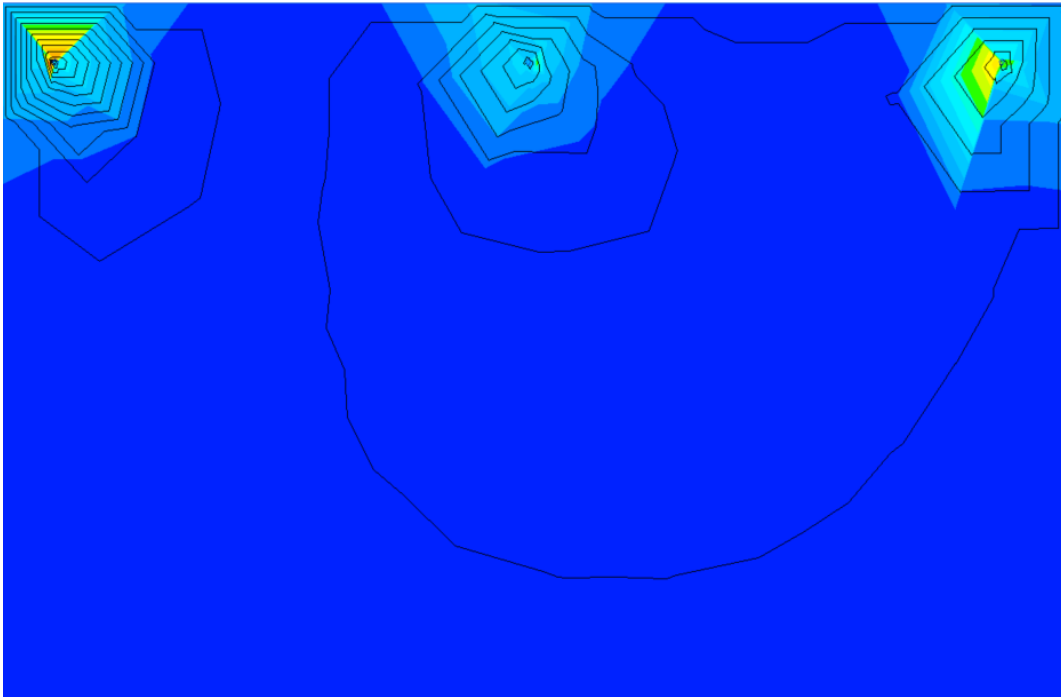
Se ha obtenido el campo magnético generados por los conductores de fase 220 kV teniendo en cuenta la inducción creada por el propio transformador.

Figura 2.- Disposición ternas de cable



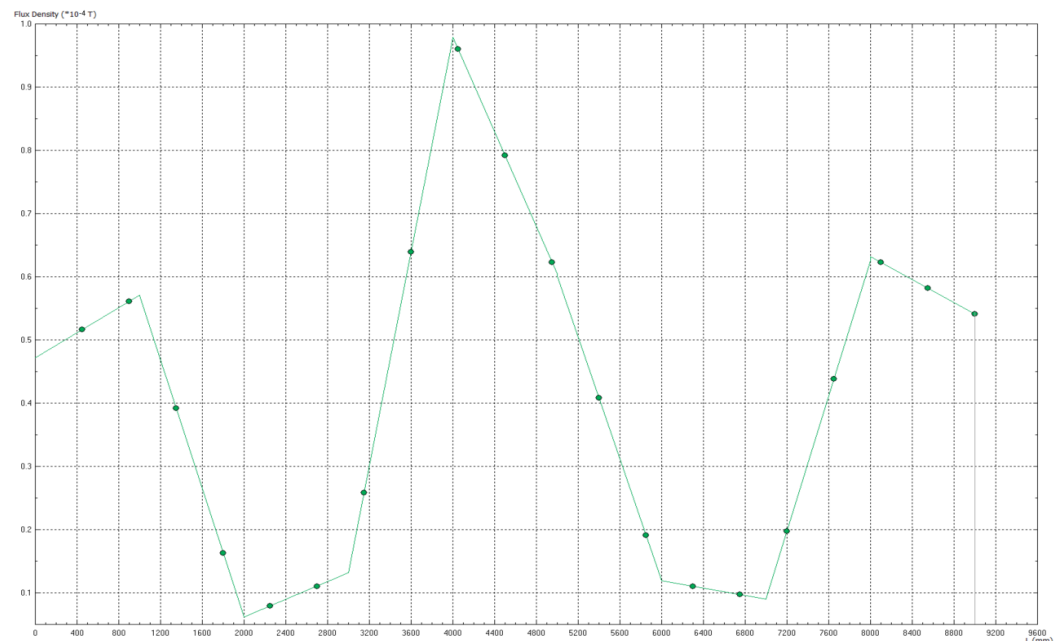
A través de isolíneas y diagrama de colores se presentan los niveles de campo eléctrico de los conductores.

Figura 3.- Representación niveles de campo



En la gráfica siguiente se representa la curva con los valores del campo B en la zona de mayor inducción en el lado de alta tensión de la subestación.

Figura 4.- Campo B (en Tesla)



4.2.1 Evaluación de los resultados

Según lo indicado en el Real Decreto 1066/2001, en el que se establece las condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitarias frente a emisiones radioeléctricas, decreta que el límite de campo magnético.

El límite máximo para la densidad de flujo magnético (campo B) para la frecuencia de 50 Hz es 100 μ T según se observa en el cuadro 2 del reglamento aplicable aprobado en el citado RD, y que se incluye a continuación:

Tabla 4.- Niveles de referencia campo magnético (RD 1066/2011, cuadro 2)

CUADRO 2
Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores rms imperturbados)

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μ T)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m ²)
0-1 Hz	—	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	—
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	—
8-25 Hz	10.000	$4.000/f$	$5.000/f$	—
0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	—
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	—
3-100 kHz	87	5	6,25	—
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	—
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	—
10-400 MHz	28	$0,73/f$	0,092	2
400-2.000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Con ese valor límite asegura 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 una enfermedad, 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 queda recogido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 septiembre de 2001.

4.3 CONCLUSIÓN

Tras la simulación y cálculo realizado del campo magnético generado por la actividad de la subestación eléctrica Enlace, en las condiciones más desfavorables de funcionamiento, es decir, de carga máxima, se obtiene que el valor máximo de la densidad de flujo magnético se sitúa aproximadamente a los 98 μ T.

Un valor de radiación emitidos está muy por debajo de los valores límites recomendados según la normativa vigente, de 100 μ T para el campo magnético a la frecuencia de red de 50 Hz.

ANEXO II: SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS



Executing your decarbonisation vision

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV

DCSP.0010.2. M.EL.203-3A

ANEXO II MEMORIA SISTEMA CONTRA INCENDIOS

BADAJOS, EXTREMADURA (ESPAÑA)

Tabla 1.- Control de versiones del documento

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
0A	30/06/2025	Emisión Inicial	PLN	JRD	JMO
1A	31/07/2025	Actualización de las especificaciones técnicas de los transformadores junto con ajustes en el esquema unifilar	PLN	JRD	JMO
2A	30/09/2025	Modificación completa de la arquitectura de la SET, incluyendo cambio de tecnología y transformación.	PLN	JRD	JMO
3A	12/11/2025	Modificación completa de la arquitectura de la SET, incluyendo cambio de transformación	VJO	JRD	JMO

Sevilla, noviembre de 2025

El Ingeniero Industrial

Joaquín Martín-Oar María-Tomé

Nº de colegiado 07149 – COIIAOC Sevilla

CONTENIDO

1 OBJETO	4
2 NORMATIVA APLICADA	4
2.1 Normativa y Regulación	4
3 CARACTERÍSTICAS DEL ESTABLECIMIENTO	5
3.1 Caracterización según configuración y entorno	5
4 NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	6
4.1 Cálculo de nivel de riesgo intrínseco	6
5 MEDIDAS DE PROTECCION PASIVAS	9
5.1 Fachadas accesibles.....	10
5.2 Condiciones del entorno del edificio	11
5.3 Ubicación permitida del sector de incendio	13
5.4 Sectorización de los establecimientos.....	13
5.5 Materiales: Revestimiento, solados, pinturas y alicatados	13
5.6 Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes	13
5.7 Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento	15
5.8 Evaluación del establecimiento	15
6 MEDIDAS DE PROTECCIÓN ACTIVAS	19
6.1 Sistemas automáticos de detección y alarma	20
6.2 Sistema manual de alarma.....	20
6.3 Sistema de comunicación de alarma	21
6.4 Sistema de abastecimiento de agua contra incendios	21
6.5 Extintores de incendios	21
7 TRANSFORMADOR DE POTENCIA	23
7.1 Depósito de recogida de aceite	23
7.2 Muro cortafuegos	24
7.3 Sistemas de extinción	25
7.4 Sistema de agua pulverizada.....	25
8 RIESGO DE FUEGO FORESTAL	26

1 OBJETO

El objeto del sistema de detección de incendios será detectar de forma automática, y de manera precoz conatos de incendio que puedan producirse en zonas predeterminadas con el fin de señalar tales circunstancias mediante alarmas ópticas y acústicas locales y a distancia.

Se ajustará a las exigencias de la ITC14 y 15 del RAT como a las del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos industriales, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación.
- La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación, por lo que respecta a daños a terceros.
- La presencia o ausencia de personal de servicio permanente en la instalación.
- La naturaleza y resistencia al fuego de la estructura del edificio y sus cubiertas.
- La disponibilidad de medios públicos de lucha contra incendios.

2 NORMATIVA APLICADA

2.1 NORMATIVA Y REGULACIÓN

Se tendrá en cuenta las siguientes normativas, así como cuantas prescripciones, reglamentos, normas e instrucciones oficiales que guarden relación con la seguridad contra incendios.

- R.D 298/2021, de 27 de abril, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial.
- R.D 145/2023, de 28 de febrero, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para su adaptación al principio de reconocimiento mutuo.
- R.D 164/2025, de 4 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- R.D 337/2014, de 09 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-RAT01 al 23.
- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo y su guía complementaria
- R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo y su guía complementaria
- R.D. 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural
- R. D 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).

- R.D 2060/2008, de 12 diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Equipos a Presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Norma IEEE 980
- Norma IEC 61936-1
- UNE-23727:1990
- UNE-EN 13501-1
- Documentos Básicos del CTE aplicables

Conforme al Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, se aceptan normas y guías de diseño de reconocido prestigio para la justificación de soluciones técnicas diferentes que proporcionen un nivel de seguridad equivalente.

El proyecto cumplirá igualmente con lo establecido en el Real Decreto 2267/2004, aunque para profundizar en la seguridad y diseño se pueda complementar en otras normas y guías con objeto de aumentar las exigencias mínimas o suplir la falta de información para el caso de aplicación, mostrando siempre un lado conservador del lado de la seguridad.

3 CARACTERÍSTICAS DEL ESTABLECIMIENTO

Para la caracterización del establecimiento será de aplicación lo dispuesto en el Anexo I del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI).

3.1 CARACTERIZACIÓN SEGÚN CONFIGURACIÓN Y ENTORNO

Según lo dispuesto en el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos industriales, se distingue dos zonas diferenciadas dentro de la subestación.

El edificio de control puede clasificarse como un sector de incendio único de tipo C, ya que el establecimiento industrial ocupa la totalidad del edificio y se encuentra a más de tres metros de distancia de cualquier otra edificación.

El parque de intemperie de la subestación se clasifica como establecimiento tipo D, debido a que ocupa un espacio abierto, sin cubrir y sin cerramientos laterales. Se considera una superficie definida solamente por su perímetro.

Para la subestación eléctrica se definirán las siguientes áreas y sectores de incendio:

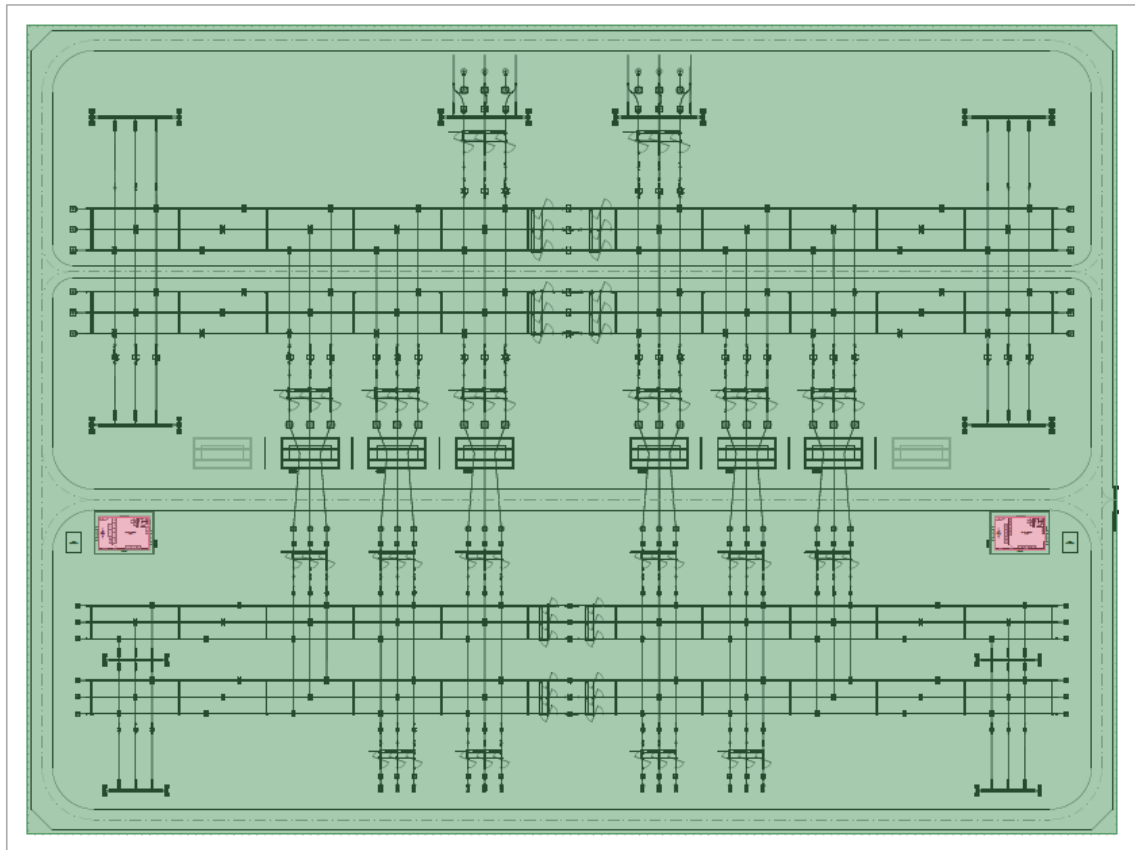
- Sector de incendio: Edificio de control de 400 kV y Edificio de control de 220 kV

Tabla 2.- Zonas y superficies del edificio control

N.º	Zona	Superficie
1	Sala de control	65,4 m²
2	Sala de protecciones	21,2 m²

- Área de incendio: El parque intemperie de la subestación constituye un área de incendio.

Figura 1.- Áreas y sectores de incendio



LEYENDA	
	ÁREA DE INCENDIO
	SECTOR INCENDIO (Edificio)

4 NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO

Los establecimientos industriales se clasifican según su nivel de riesgo intrínseco.

4.1 CÁLCULO DE NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO

Para determinar el nivel de riesgo intrínseco de cada sector o área de incendio de la subestación eléctrica, se calculará previamente su densidad de carga de fuego ponderada y corregida.

Método 1

Considerando la masa y el poder calorífico de los materiales combustibles que existen en el sector o área de incendios y utilizando la siguiente expresión:

$$Q_s = \frac{\sum(q_i * G_i * C_i)}{A} * R \quad (MJ/m^2)$$

Donde:

- Q_s = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio en MJ/m^2 .
- q_i = poder calorífico, en MJ/kg , de cada uno de los combustibles que existen en el sector incendio.
- G_i = masa, en kilogramos, de cada uno de los materiales combustibles que existen en el sector o área de incendio.
- C_i = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad de cada uno de los combustibles que existen el sector de incendio.
- R = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.
- A = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio en m^2 .

El poder calorífico q_i de cada uno de los combustibles se obtiene de la tabla 1.3.3 de R.D 164/2025.

El coeficiente de peligrosidad C_i de cada material combustible se puede deducir de la tabla 1.3.2 de R.D 164/2025.

El valor del coeficiente R puede deducirse de la tabla 1.3.4 de R.D 164/2025.

Método 2

Formula en función de cualquier otra actividad distinta del almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum(q_{si} * S_i * C_i)}{A} * R \quad (MJ/m^2)$$

Donde:

- Q_s = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio en MJ/m^2
- R = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.
- C_i = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad de cada uno de los combustibles que existen el sector de incendio.
- A = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio en m^2 .

- S_i = superficie construida de cada zona con actividad diferente, en m^2 .
- q_{si} = densidad de carga de fuego de cada zona con actividad diferente según distintos procesos que se realizan en el sector de incendio, en MJ/m^2 .

El valor de la densidad de carga del fuego media q_{si} de cada uno de los combustibles se obtiene de la tabla 1.3.5 de R.D 164/2025.

El coeficiente de ponderación C_i se aplicará a cada zona con actividad diferente, de la tabla 1.3.5 de R.D 164/2025.

Método 3

La fórmula que combina los métodos anteriores, donde el sumatorio incluye zonas de actividad de fabricación, el segundo zonas de almacenamiento y el tercero incluye el resto de las zonas que se hayan considerado.

$$Q_s = \frac{\Sigma(q_{si} * S_i * C_i) + \Sigma(q_{vi} * h_i * S_i * C_i) + \Sigma(q_i * S_i * C_i)}{A} * R \quad (MJ/m^2)$$

Para nuestra subestación, se utilizará un criterio combinado, aplicando la fórmula prevista para actividades no relacionadas con el almacenamiento en los edificios, y la fórmula específica para materiales combustibles en el área exterior que alberga los transformadores.

Conforme a lo establecido en el Real Decreto 164/2025, el valor del factor R se determina a partir de la tabla 1.3.4 del citado reglamento. En el presente caso, se adopta un valor de $R = 1,4$, dado que el sector o área de incendio, o las condiciones particulares asociadas a estos, implican un aumento significativo en la probabilidad de inicio de un incendio, motivado por la presencia de fuentes de energía de naturaleza térmica, química o equivalente.

Con los resultados obtenidos se evaluará el Nivel de Riesgo Intrínseco de acuerdo con la tabla 1.3 del RSCIEI:

Tabla 3.- Nivel de riesgo intrínseco (R.D 164/2025- Tabla 1.3.1)

Nivel de riesgo intrínseco		Q_s (MJ/m ²)
BAJO.	1	$Q_s \leq 425$
	2	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO.	3	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
ALTO.	6	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$Q_s > 13.600$

El cálculo del edificio se realiza en función de la actividad desarrollada (Método 2) y del área correspondiente a la zona intemperie de la SET, considerando la masa de combustible y su poder calorífico (Método 1).

4.1.1 Nivel de riesgo intrínseco

Para el cálculo de la carga de fuego ponderada y corregida del Establecimiento Industrial, que incluye el conjunto de los sectores y área definidos anteriormente, se utilizará la fórmula propuesta (Método 3), método descrito en el punto 3 del Anexo I, del Reglamento.

El establecimiento industrial completo tendrá:

Tabla 4.-Cálculo Nivel de riesgo intrínseco global

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO TOTAL										
ZONAS	qsi	Gi	Si	Ci	R	A	Qs	Nivel	Estado	
1	Sala de control 400 kV	400 MJ/m ²	-	65,4 m ²	1,20	1	97,60 m ²	322 MJ/m ²	1	BAJO
2	Sala de protecciones 400 kV	400 MJ/m ²	-	21,2 m ²	1,20	1	97,60 m ²	104 MJ/m ²	1	BAJO
3	Sala de control 220 kV	400 MJ/m ²	-	65,4 m ²	1,20	1	97,60 m ²	322 MJ/m ²	1	BAJO
4	Sala de protecciones 220 kV	400 MJ/m ²	-	21,2 m ²	1,20	1	97,60 m ²	104 MJ/m ²	1	BAJO
5	Zona Intemperie	45,90 MJ/kg	352.000 kg	-	1,44	1,5	50.959,00 m ²	685 MJ/m ²	2	BAJO
TOTAL					1,4	51.349,40 m ²	637 MJ/m ²	2	BAJO	

Las instalaciones de la subestación eléctrica Enlace tienen un nivel de riesgo intrínseco global bajo 2.

El Nivel de Riesgo Intrínseco del conjunto del Establecimiento Industrial, determinará únicamente la periodicidad de las inspecciones de sus instalaciones de acuerdo con lo indicado en el artículo 13 del RSCIEI.

Para este caso, las inspecciones de la subestación se realizarán, al menos, cada 5 años.

5 MEDIDAS DE PROTECCION PASIVAS

La protección pasiva contra incendios tiene como función prevenir la aparición de un incendio, impedir o retrasar su propagación y facilitar tanto la extinción del incendio como la evacuación.

El Anexo II del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos industriales, establece las condiciones y requerimientos que deben incluir los establecimientos industriales.

Además, de la instrucción técnica ITC-RAT 14, apartado 5.1, se establecen los sistemas contra incendios para instalaciones eléctricas de interior. En este contexto, se deben adoptar medidas, que prevengan la aparición y propagación de incendios.

Del mismo modo, en el cumplimiento de la instrucción técnica ITC-RAT 15, apartado 6.1, se establecen los sistemas contra incendios para instalaciones eléctricas de exterior. En este contexto, se deben adoptar medidas pasivas, que prevengan la aparición y propagación de incendios.

5.1 FACHADAS ACCESIBLES

Los dos edificios de control contienen fachadas accesibles para que permitan el acceso desde el exterior al personal de los Servicios de Extinción de Incendios y Salvamento.

Cada edificio de control incluye las siguientes fachadas accesibles:

- Puerta de acceso a la sala de control de dos hojas de 2,00 x 2,32 m
- Puerta de acceso a la sala de protecciones de dos hojas de 2,00 x 2,55 m
- La distancia máxima entre 2 huecos consecutivos es de 1,9 m
- La longitud total de la fachada principal es de 8 m

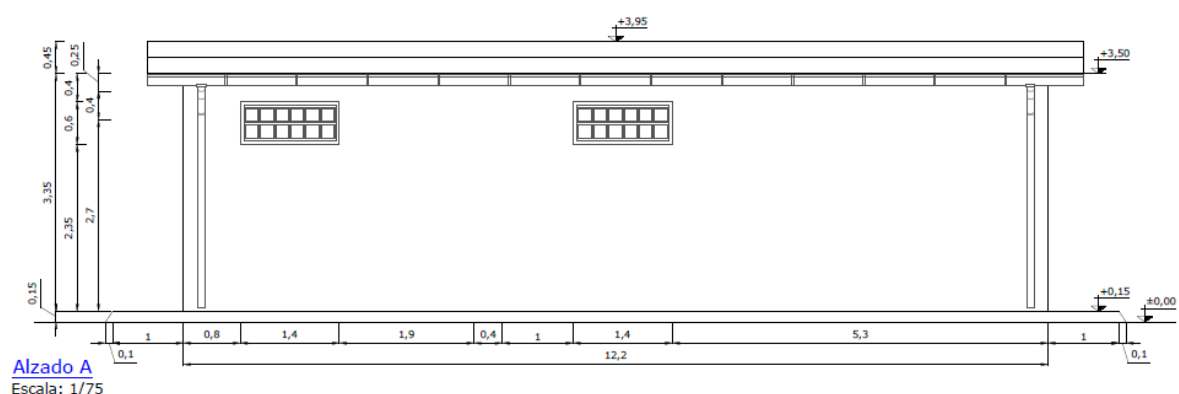
Estas características cumplen con los requerimientos técnicos para permitir el acceso desde el exterior del personal de servicio de extinción de incendios.

Todos los huecos tienen medidas superiores a 0,80 x 1,20 m, exigidas por el Reglamento. Además, las distancias máximas entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos son inferiores a 25 m.

Por otro lado, la planta de salida del edificio de control tiene los accesos peatonales a nivel de rasante y teniendo una dimensión vertical superior a 2 metros.

El edificio de control tiene planta rectangular, con una superficie construida de 97,60 m². La fachada principal cuenta con una longitud de 8 m, lo que representa aproximadamente el 19,8 % del perímetro total del edificio (40,40 m). De este modo, se supera el requisito normativo que establece una longitud mínima del 15 % de fachada accesible, cumpliendo con lo dispuesto en el apartado 2.2 apartado de sección 4 del Real Decreto de 164/2025.

Figura 2.-Alzado A ¹



¹ Ver detalle plano DCSP.0010.2.D.GN.203 Edificio

Figura 3.-Alzado B

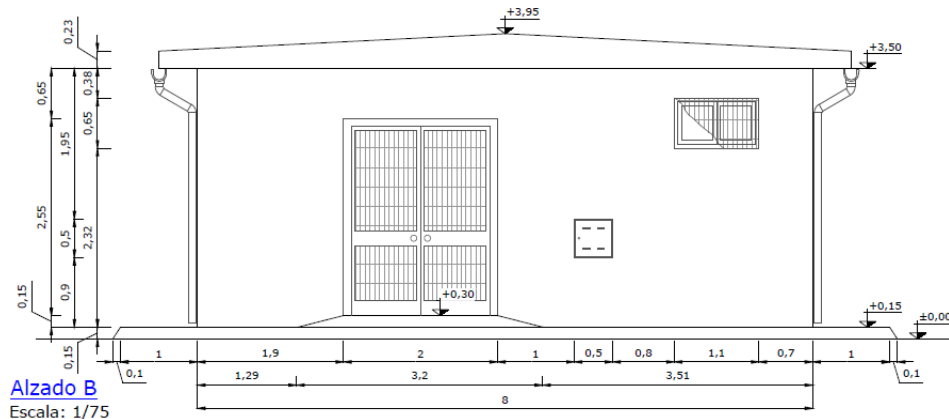


Figura 4.-Alzado C

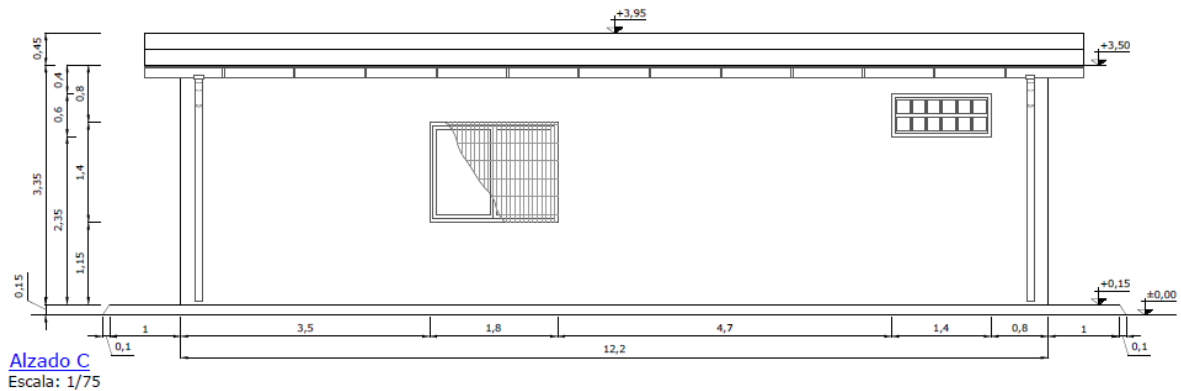
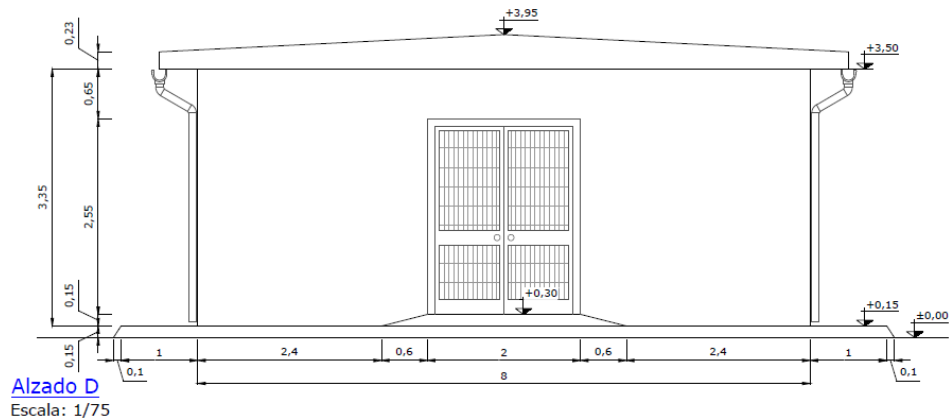


Figura 5.-Alzado D



5.2 CONDICIONES DEL ENTORNO DEL EDIFICIO

El entorno del edificio, y la zona intemperie cuenta con viales interior de acceso y está comprendido por espacios libres de edificaciones.

Por otro lado, los viales interiores de acceso cuenta con una anchura de 5 metros, sin limitaciones de arbolado, jardines u otros obstáculos, y cuyo espacio de maniobras se mantiene libre, aptos para el paso de vehículos del Servicio de Extinción de Incendios y Salvamento (SEIS).

Además, cumplirá las siguientes condiciones:

- Anchura libre en tramos rectos de: 5 m
- Altura libre o gálibo: 4,5 m
- Capacidad portante del vial: 20 kN/m²

Por otro lado, cada edificio de control cuenta con una única planta, presenta una superficie ocupada en planta de 97,6 m² y alcanza una altura máxima de 3,95 m.

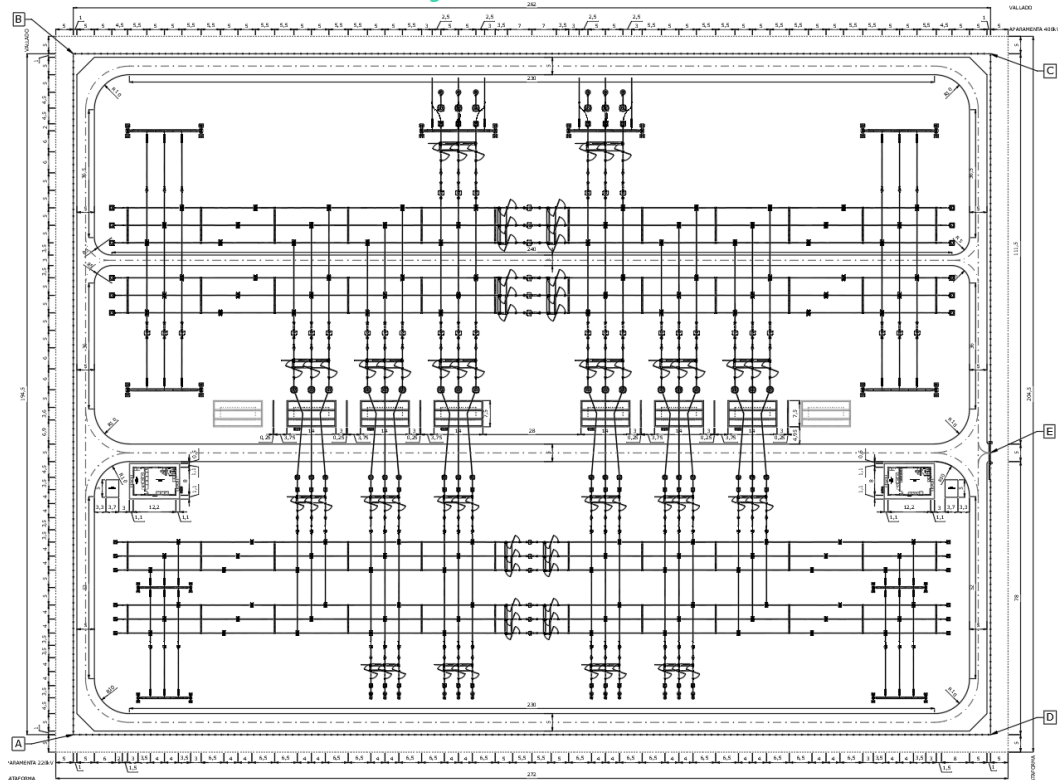
Dado que estas características no superan los umbrales establecidos por el reglamento, en el Anexo II en el apartado 1.3.1, es decir, una superficie en planta superior a 1.000 m² y una altura de evacuación descendente superior a 9 metros, no se requiere la disposición de un espacio de maniobra apto para vehículos del Servicio de Extinción de Incendios y Salvamento (SEIS).

Asimismo, los edificios cumplen con los requisitos de accesibilidad necesarios para la intervención de los vehículos, tanto en lo relativo a sus dimensiones como a la disposición de los accesos y las características del vial.

Cada edificio es una edificación de una sola planta, sin recorrido de evacuación descendente, por lo que no será necesarias condiciones de entorno especiales.

La subestación contará con un espacio adecuado para la maniobra de vehículos SEIS, diseñado para permitir el cambio de sentido dentro del perímetro delimitado. Esta área de maniobra dispondrá de un radio de giro de 10 metros.

Figura 6.-Caminos SET²



² Ver detalle plano DCSP.0010.2.D.CV.201 Caminos y Vallado

5.3 UBICACIÓN PERMITIDA DEL SECTOR DE INCENDIO

La configuración del establecimiento y de su edificio de control, de una planta sobre rasante y clasificación de tipo C, así como el área tipo D, no se encuentra en ninguno de los supuestos descritos en el epígrafe 3 del Anexo II del RSCIEI en los que no sea permitida su ubicación para el desarrollo de su actividad.

5.4 SECTORIZACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS

Según el Anexo II del RSCIEI, para establecimientos (edificio de control) tipo C, con nivel de riesgo intrínseco bajo, no existe un límite en cuanto a la superficie máxima construida admisible para un sector de incendio.

El parque de intemperie constituye una zona de incendios tipo D que contendrá las limitaciones propias de este tipo de configuración.

5.5 MATERIALES: REVESTIMIENTO, SOLADOS, PINTURAS Y ALICATADOS

Las exigencias de comportamiento al fuego de los materiales utilizados cumplen las exigencias tanto del Reglamento de Seguridad Contra Incendios como de las normas UNE-EN 13501-1 y UNE- 23727:1990.

En el caso de la subestación eléctrica Enlace, los productos como revestimientos y acabados superficiales tendrán la siguiente clasificación:

- Suelos: $C_{FL} - s1$ (M2)
- Pasillos: $B_{s1} d0$ (M2)
- Paredes y techos: $B_{s3} d0$ (M2)
- Exterior fachadas: $B_{s3} d0$ (M2)
- Los productos incluidos en paredes y cerramientos tendrán como mínimo la misma clase que el revestimiento superficial correspondiente, o si no que la capa y su revestimiento en conjunto será clase $EI90$, debido a su nivel de riesgo intrínseco, la distancia de edificios, etc.
- Los productos situados en el interior de falsos techos o suelos elevados, tanto para el aislamiento térmico y acordonamiento acústico, conductos del aire, etc. serán como mínimo de clase $B - s3 d0$ (M1).
- Los cables situados en el interior de falsos techos o suelos elevados serán no propagadores de incendio y con emisión de humo y opacidad reducida.

5.6 ESTABILIDAD AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS PORTANTES

Según la sección 5 del RD 164/2025, la estructura portante del edificio de control es la estructura destinada a soportar cargas, y estas son capaces de sostenerse así mismo, y constituyen el soporte y el apoyo de otros sistemas.

La resistencia al fuego de los elementos estructurales principales en función portantes del edificio viene dada por la Tabla 2.5.1:

Tabla 5.- Resistencia al fuego mínima de los elementos estructurales principales con función portante (R.D 164/2025- Tabla 2.5.1)

Nivel de riesgo intrínseco	Tipo A _V		Tipo A _H		Tipo B		Tipo C	
	Planta bajo rasante (sótano)	Planta sobre rasante	Planta bajo rasante (sótano)	Planta sobre rasante	Planta bajo rasante (sótano)	Planta sobre rasante	Planta bajo rasante (sótano)	Planta sobre rasante
Riesgo bajo.	R 120	R 90	R 120	R 90	R 90	R 60	R 60	R 30
Riesgo medio.	NO ADMITIDO	R 120	R 180	R 120	R 120	R 90	R 90	R 60
Riesgo alto.	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R 180	R 180	R 120	R 120	R 90

Los elementos estructurales portantes del edificio contarán con una resistencia al fuego mínima de REI 90, conforme a lo establecido en el Anexo II, Sección 5, apartado 1.1, del reglamento aplicable, dado que se encuentran próximos a transformadores de potencia con contenido inflamable.

Posterior al desarrollo de la ingeniería de detalle se aportará certificado R90 de paneles de cerramiento vertical y cubierta del edificio según las prescripciones.

La resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de un sector de incendio respecto de otros no será inferior a la estabilidad al fuego exigida en la tabla 2.5.1 de la sección 5 del RD 164/2025, para los elementos constructivos con función portante en dicho sector de incendio.

El edificio no tiene muros que separen un sector de incendio con otro. Cada edificio es en su totalidad un único sector de incendio.

Los cables eléctricos que alimenten a equipos que deban permanecer en funcionamiento durante un incendio, deberán estar protegidos para mantener la corriente eléctrica durante el tiempo exigible a la estructura de la nave en que se encuentre.

Esto se cumplirá mediante el uso de cableado libre de halógenos, resistentes al fuego, y baja emisión y opacidad de humos. Cumplirá las exigencias de la unión europea frente al fuego de acuerdo con las normas EN 50575:2014 + A1:2016, EN 13501-6, CLC/TS 50576, EN 50200 e IEC 60331-2 y EN 50632 e IEC 60331-1.

La estructura portante estará formada por:

- Cubierta: placas de hormigón armado con mallas electrosoldadas, con acabado impermeabilizante en su exterior y en su interior aislante a base de poliuretano.
- Cerramientos: serán de hormigón armado con malla doble de acero electrosoldada. Además, tendrán una resistencia al fuego R60.

5.7 RESISTENCIA AL FUEGO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE CERRAMIENTO

Según lo establecido en el RD 164/2025, la resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de un sector de incendio respecto de otros no será inferior a la estabilidad al fuego exigida en la tabla 2.5.1, para los elementos constructivos con función portante en dicho sector de incendio.

Del mismo modo, todos los huecos horizontales o verticales, que comuniquen el sector de incendio con el exterior, estarán sellados.

Las características de los cerramientos delimitadores se definen en el capítulo 5, del CTE DB SI, el cual establece que las puertas resistentes al fuego deben consistir en un dispositivo de cierre controlado. Las puertas de dos hojas estarán equipadas con un dispositivo de coordinación de dichas hojas.

5.8 EVALUACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO

Según lo indicado en el Anexo II, en la sección 3, evacuación de ocupantes, determina la ocupación del establecimiento, a partir de la expresión, $P = 1,10 * p$, (cuando $p < 100$), donde p es el número de personas que constituyen la plantilla que ocupan el sector de incendio.

No obstante, teniendo en cuenta que se desconoce la plantilla de acuerdo con la documentación laboral que legaliza el funcionamiento de la actividad, se tiene en cuenta que:

- En ambas salas de control se considera una ocupación nula.
- En ambas salas de protecciones se considera una ocupación nula.
- Se considera nula la ocupación del parque intemperie.

A continuación, se indica la ocupación de cada sala del edificio de control en función de la superficie:

Tabla 6.-Ocupación establecimiento

Zonas	Superficie (m ²)	Ocupación
Sala de control	65,4	1
Sala de protecciones	21,2	-
Total		1

Por tanto, la ocupación del establecimiento quedaría de la siguiente forma:

$$P = 1,1 * 1 = 1,1$$

Del mismo modo, en la subestación eléctrica Enlace se considerará que su régimen de ocupación es nulo salvo en labores de operación y mantenimiento.

5.8.1 Origen de evacuación

La evacuación de un edificio tipo C se debe realizar acorde a los condicionantes correspondientes a la sección 3, artículo 3.1.2 del Anexo II del R.D 164/2025.

Teniendo en cuenta que la NBE-CPI/96 está derogada por el CTE, la densidad de ocupación baja será de hasta 1 persona por cada 5 metros cuadrados según DB-SI.

Para el análisis de la evacuación del edificio se considerará como origen de evacuación todo punto ocupable.

Sin embargo, en viviendas y en todo recinto que no sea de densidad elevada y cuya superficie sea menor que $50 m^2$, como por ejemplo habitaciones de hoteles, de residencias, de hospitales, etc., el origen de evacuación puede considerarse situado en la puerta de la vivienda o del recinto.

Cuando varios recintos que no sean de densidad elevada estén comunicados entre sí y la suma de sus superficies sea menor que $50 m^2$, el origen de evacuación también podrá considerarse situado en la puerta de salida a espacios generales de circulación.

Se considerará que los recintos o las zonas a los que se refiere el artículo no plantean problemas de evacuación en su interior debido a su escasa superficie, a su reducida ocupación y al tipo de ocupantes que habitualmente albergan. Por ello, esta norma básica no establece condiciones de evacuación en su interior.

5.8.2 Elementos de evacuación

Se considera que la evacuación de todas las zonas de ocupación de los distintos sectores de incendios, y para los cuartos que no sean de densidad elevada, que el origen de evacuación es la puerta de los mismos.

5.8.3 Recorridos de evacuación

De acuerdo con lo indicado en el RSCIEI, las distancias máximas de los recorridos de evacuación de los sectores de incendio de los establecimientos industriales no superarán los valores indicados en el siguiente cuadro:

Tabla 7.- Longitud del recorrido de evacuación según número de salidas (tabla 2.3.1 Art.3.1.2 pto.2 de RSCIEI)

Nivel de riesgo intrínseco	Una salida	Dos o más salidas alternativas	
	Distancia a la salida ⁽¹⁾ ^{(3) (4)}	Distancia del recorrido sin alternativa ^{(2) (4)}	Distancia a la salida más próxima ^{(1) (4)}
Riesgo bajo ⁽³⁾	50 m	50 m	65 m
Riesgo medio.	35 m	35 m	50 m
Riesgo alto.	20 m	20 m	35 m

(*) Se refiere a la distancia total desde cualquier origen de evacuación hasta la salida de planta o salida del edificio.

(**) Las longitudes de los recorridos de evacuación podrán incrementarse aplicando los coeficientes correspondientes cuando se adopten medidas específicas de protección contra incendios. En particular, se permite un aumento de hasta el 25 % cuando el sector de incendio disponga de un sistema fijo de extinción automática, bien sea mediante agua u otros agentes autorizados. Asimismo, se podrá aplicar un incremento

adicional del 25 % si se cuenta con un sistema para el control de humos y de calor. En aquellos casos en los que el sector se ubique en la planta de salida, cuente con dos o más salidas directas al exterior y presente una altura libre igual o superior a 8 metros, se podrá aplicar otro incremento del 25 %. Cuando concurren todas estas condiciones y además se disponga de un sistema fijo de extinción automática, la ampliación total de la longitud permitida podrá alcanzar hasta el 100 %.

*(***) La salida de planta desde sector a otro sector de incendio alternativo no precisará de vestíbulo de independencia siempre y cuando el sector de origen tenga una ocupación de hasta 25 personas.*

Cada edificio de control es una edificación de una sola planta sobre rasante, clasificada como de riesgo bajo. Cuenta con más de una puerta de salida y una ocupación inferior a 25 personas.

De acuerdo con lo establecido en la tabla 2.3.1 del Real Decreto 164/2025, la longitud máxima permitida para los recorridos de evacuación en estas condiciones debe ser inferior a 50 metros.

En este sentido, todos los recorridos de evacuación de la subestación eléctrica Enlace se ajustan tanto a lo dispuesto en el apartado 3.2 del citado Real Decreto como a lo establecido en el apartado 4 de la Sección SI 3 del Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (DB-SI) del Código Técnico de la Edificación.

Del mismo modo, en el caso de las puertas y pasos cumplirá las siguientes condiciones:

- La anchura de las puertas será al menos de 0,8 m
- El ancho de la hoja de puerta no será menor que 0,6 m, ni exceder de 1,20 m

Las puertas del edificio serán abatibles con eje de giro vertical y hueco superior a 0,8 x 1,2 m. Su sistema de cierre no actuará mientras exista actividad, será un dispositivo fácil y de rápida apertura desde el lado donde provenga la evacuación.

Para la instalación de intemperie, se considera el Real Decreto 337/20104, de 09 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.

Según lo dispuesto en ITC-RAT 14 y ITC-RAT 15:

- Pasillo mínimo de maniobra con elementos en tensión a un solo lado 1 m
- Pasillo mínimo de maniobra con elementos en tensión en ambos lados: 1,2 m

5.8.4 Señales de evacuación

Se utilizarán las señales de salida, de uso habitual o de emergencia, definidas en la norma UNE 23034:1998, conforme a los criterios del artículo 7 de la sección SI 3 del CTE DB-SI. Se señalizará la salida del recinto, disponiéndose un cartel con el rotulo de "SALIDA "o "SALIDA DE EMERGENCIA "en las puertas.

La señal con el rótulo "Salida de emergencia" debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.

Los planos de evacuación instalados en la instalación cumplirán la normativa ISO - 6790 y UNE 23032:2015.

La señalización de la dirección de evacuación instaladas serán conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, apartado 4 y 5 del punto 3 "tipos de señales". Pictograma blanco sobre fondo rojo o verde que deberán cubrir al menos el 50% de la señal.

5.8.5 Alumbrado de emergencia

La subestación Enlace dispondrá de alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, proporcionará la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad de los usuarios, permitiendo el abandono seguro de las instalaciones, evitando situaciones de pánico y garantizando la correcta visualización de las señales indicativas de salida y de la localización de los equipos de protección existentes.

El alumbrado de emergencia cumplirá los requisitos establecidos en el Documento Básico DB-SUA 4 del Código Técnico de la Edificación, apartado 2, relativo a la seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.

Las luminarias de emergencia deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Instalarse a una altura mínima de 2 metros sobre el nivel del suelo.
- Situar en las puertas existentes a lo largo de los recorridos de evacuación.
- Estar ubicadas en los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

La instalación será fija, contará con una fuente de energía propia y se activará automáticamente ante el fallo del alumbrado normal en las zonas cubiertas por el sistema de emergencia.

El alumbrado deberá alcanzar como mínimo el 50 % del nivel de iluminación requerido en los primeros 5 segundos desde el fallo, y el 100 % en un tiempo máximo de 60 segundos, manteniendo su funcionamiento durante al menos una hora.

En los puntos donde se ubiquen equipos de seguridad, instalaciones de protección contra incendios de uso manual y cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia horizontal será como mínimo de 5 lux.

En las vías de evacuación con anchura superior a 2 metros, se dispondrán varias bandas de iluminación de hasta 2 metros de ancho. Estas deberán garantizar una iluminancia mínima de 1 lux a lo largo del eje central y de 0,5 lux en la banda central.

Para la evaluación de los niveles de iluminación, se considerarán nulos los factores de reflexión sobre paredes y techos, y se aplicará un factor de mantenimiento que contemple la pérdida de rendimiento debido a la acumulación de suciedad en luminarias y el envejecimiento de las lámparas.

5.8.6 Sistemas para el control de humos y de calor

El artículo 8 del RD 164/2025, establece que la eliminación de los humos y gases de la combustión y con ellos del calor generado, de los espacios ocupados por sectores de incendio de establecimientos industriales, debe realizarse de acuerdo con su volumetría, riesgo y demás características que determinan el movimiento de humo.

Al tratarse de un sector de riesgo bajo, no se requiere la instalación de un sistema de control de temperatura y evacuación de humos.

Del mismo modo, se instalarán detectores ópticos de humo, con LED's, empotrados en falso techo de alarma que se activan de tal manera que permiten la visión del detector desde cualquier ángulo, con sistema magnético de prueba. Se instalarán en la sala de control y celdas, y en la sala de SCADA.

Por otro lado, se colocarán detectores termo-velocimétricos con doble circuito de detección, disparo a 90°C y sistema magnético de prueba. Se instalarán en los cubículos del transformador de servicios auxiliares.

5.8.7 Instalaciones técnicas

Las instalaciones técnicas cumplirán los requisitos establecidos en los reglamentos vigentes que específicamente les afectan:

- Real Decreto 842/2002, de 2 agosto, por el que se aprueban el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

6 MEDIDAS DE PROTECCIÓN ACTIVAS

La protección activa contra incendios tiene se refiere a los sistemas y medidas que se implementan para detectar, alerta y extinguir incendios de manera automática o manual. Están diseñados para actuar rápidamente.

Conforme a la instrucción técnica ITC-RAT 14, apartado 5.1, se establecen los sistemas contra incendios para instalaciones eléctricas de interior. En este contexto, se deben adoptar medidas, que prevengan la aparición y propagación de incendios.

De acuerdo con la instrucción técnica ITC-RAT 15, apartado 6.1, se establecen los sistemas contra incendios para instalaciones eléctricas de exterior. En este contexto, se deben adoptar medidas pasivas y activas, que prevengan la aparición y propagación de incendios.

Se tendrá en cuenta los siguientes aspectos:

- La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación.
- La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación, por lo que respecta a daños a terceros.
- La presencia o ausencia de personal de servicio permanente en la instalación.
- La naturaleza y resistencia al fuego de la estructura soporte del edificio y de sus cubiertas.
- La disponibilidad de medios públicos de lucha contra incendios.
- La gravedad de las consecuencias debido a los posibles cortes de servicio.

A continuación, se describen las medidas previstas tanto para el edificio como para la zona intemperie:

6.1 SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE DETECCIÓN Y ALARMA

El objeto del sistema de detección de incendios será detectar de forma automática, y de manera precoz conatos de incendio que puedan producirse en zonas predeterminadas con el fin de señalar tales circunstancias mediante alarmas ópticas y acústicas locales y a distancia.

Según 164/2025 para un establecimiento tipo C y nivel intrínseco bajo, no es necesario instalar un sistema automático de detección de incendios.

Del mismo modo, se ha previsto la instalación de detectores en los locales con mayor riesgo: locales eléctricos, oficinas, telecomunicaciones, etc.

6.2 SISTEMA MANUAL DE ALARMA

Se instalará un sistema de alarma mediante pulsadores manuales localizados en puntos estratégicos, cuya distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no superará los 25 m², con el fin de que el personal que primero localice el incendio pueda dar la alarma sin esperar la actuación del sistema automático de detección.

Los pulsadores de alarmas estarán conectados a la central de detección de incendios, desde la que se accionarán las puertas cortafuegos que delimitan los sectores de incendio.

La central de detección de incendios algorítmica con el número de bucles necesarios, a situar en el interior de un armario metálico en la sala de control e interconectada a puesto de control por sistema centralizado con interfaz de comunicaciones con marcador telefónico vía GSM o con red Ethernet vía TCP/IP a central corporativa de la Propiedad.

6.3 SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE ALARMA

Se instalará un sistema de comunicación de alarma por señal acústica. Este avisara e informara a las personas presentes en las zonas afectadas por un incidente.

Se instalará un sistema de sirenas para avisar e informar a las personas presentes en las zonas afectadas por un incidente.

Deberá preverse un mínimo de dos alarmas acústicas por edificio, incluso si pudiera alcanzar el nivel sonoro recomendado con un solo aparato, y una alarma acústica por cada sector de acuerdo con UNE 23007 -14.

El nivel sonoro recomendado está entre 65 y 120 dB o 5 dB por encima del mayor ruido.

La señal acústica transmitida por el sistema de comunicación de alarma de incendio permitirá diferenciar si se trata de una alarma por «emergencia parcial» o por «emergencia general», y será preferente el uso de un sistema de megafonía.

6.4 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIOS

Según el artículo 2 del RD 164/2025, se dará servicio de abastecimiento de agua contra incendios cuando sea necesario, en las condiciones de caudal, presión y reserva calculados, a uno o varios sistemas de lucha contra incendios tales como:

- Red de bocas de incendios equipadas (BIE)
- Red hidratantes exteriores
- Rociadores automáticos
- Agua pulverizada
- Espuma física
- Otros

En el caso de la subestación eléctrica Enlace, cuyo régimen de ocupación es nulo salvo durante labores de operación y mantenimiento, y cuya ubicación se encuentra a más de 15 metros de edificios habitados o de protección especial, no se requiere la instalación de un servicio de abastecimiento de agua contra incendios.

6.5 EXTINTORES DE INCENDIOS

6.5.1 Edificio

Teniendo en cuenta que el edificio alberga equipos electrónicos y eléctricos susceptibles de sufrir daños y, en caso de contacto con agua, generar riesgos adicionales como cortocircuitos, se deberán adoptar medidas específicas de protección contra incendios.

Según lo establecido en el punto 4.1 del Anexo III del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI), deberán instalarse

extintores portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales, exceptuando únicamente las zonas de almacenamiento.

Dichos extintores deberán disponerse de forma que la distancia máxima de desplazamiento horizontal desde cualquier punto del sector hasta el extintor no exceda los 15 metros. Preferentemente, se ubicarán próximos a las salidas de evacuación y sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor se sitúe entre 80 y 120 cm sobre el nivel del suelo.

De acuerdo con los apartados 4.2, 4.4 y 7.5 del Anexo III del RSCIEI, se implementarán sistemas de extinción mediante agentes gaseosos y/o polvo polivalente tipo ABC, con una eficacia mínima conforme a la tabla 3.4.1, equivalente a 21A y 113B. En particular, se emplearán extintores de dióxido de carbono de 5 kg y de polvo ABC de 6 kg.

Asimismo, el personal técnico no fijo de mantenimiento, encargado de las labores de vigilancia y control, deberá portar en sus vehículos al menos dos extintores con eficacia mínima 89B, en cumplimiento de lo estipulado en el punto b.1 del apartado 5.1 de la ITC-RAT-14 sobre instalaciones eléctricas de interior.

Por último, se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como de los medios manuales de protección contra incendios, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, relativo a las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

6.5.2 Zona Intemperie

En la zona a la intemperie de la subestación eléctrica Enlace, los extintores móviles desempeñan un papel fundamental como primera respuesta ante incendios. Son esenciales para combatir de forma rápida cualquier conato que pudiera propagarse a equipos críticos o a otras áreas de la instalación.

Por tanto, para garantizar una cobertura eficaz en toda la zona exterior, se instalarán elementos fijos de extinción automática de incendios, con sistemas redundantes incluidos.

Asimismo, dado que el combustible principal, el aceite mineral de los transformadores, está clasificado como de clase B, la eficacia mínima del sistema de extinción requerido será la establecida en la tabla 3.4.2 del Anexo III del Real Decreto 164/2025.

Del mismo modo, en las proximidades de los transformadores de potencia se ubicarán extintores móviles de 25 kg con agente extintor en polvo polivalente tipo ABC, distribuidos de forma que el recorrido horizontal máximo desde cualquier punto del sector o zona de riesgo no supere los 25 metros.

En ningún caso se empleará ningún método de extinción sobre incendios en la parte correspondiente a los 400 kV y 220 kV.

7 TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Dado que en la subestación eléctrica Enlace, el principal riesgo de incendio en la zona intemperie son los transformadores, se ha previsto asegurar la cobertura completa.

Se instalará sistemas de protección sobre los transformadores, serán sistemas activos, provistos de instalaciones automáticas de extinción mediante agentes extintores que se proyecten sobre el fuego en el momento del incendio.

Será completamente autónomo y no requerirá para su actuación de ninguna aportación exterior.

Por otro lado, los transformadores contarán con dispositivos de protección (interruptor automático de corte en *SF6*) que los desconectan del resto de la red ante situaciones en las que se pudiera dar peligro de incendios como circuitos, sobrecargas y otras causas que puedan suponer calentamientos excesivos. A continuación, se describen las medidas tomadas.

7.1 DEPÓSITO DE RECOGIDA DE ACEITE

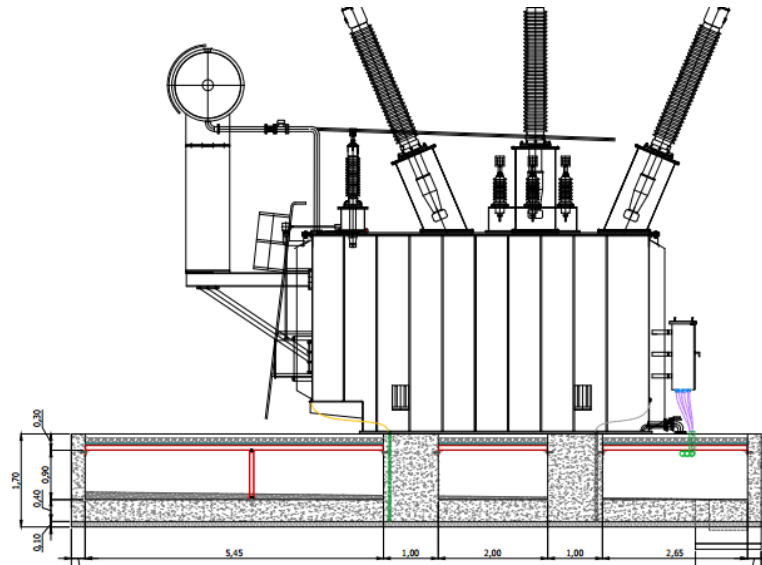
Los transformadores de potencia contienen una bancada de hormigón armado. Esta abarcará la totalidad de la superficie del transformador y se diseñarán para soportar el peso de la máquina y recoger la totalidad del aceite de posibles fugas.

El foso actúa como un cubeto ciego diseñado para contener posibles derrames accidentales de aceite, con una capacidad igual o superior al volumen total contenido en los transformadores. En este caso, se considera un conjunto de dos transformadores que alojan aproximadamente 44.000 kg de aceite cada uno, cuya densidad es de 0,88 kg/l.

Durante la fase de desarrollo de la ingeniería de detalle, estos valores serán confirmados y definidos, pudiendo realizar un diseño del foso suficientemente para albergar la totalidad del aceite que contiene el transformador.

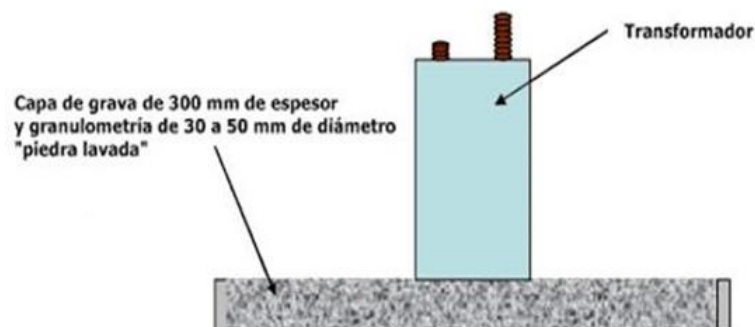
El sumidero de aceite de la bancada estará cubierto con losetas apagafuegos que tendrá la función de apagafuegos, con el mismo fin se situará un sifón en cada conducción de la bancada hasta el colector.

Figura 7.-Tipo Sección transversal



Además, se añadirá una capa de grava en el foso de recogida, creando un lecho de grava que ayudará a extinguir cualquier fuego que pueda producirse.

Figura 8.-Detalle tipo grava



7.2 MURO CORTAFUEGOS

Según la norma IEEE 979, en su apartado 4.4.1 relativo a la separación entre grandes transformadores y edificios, los transformadores que contienen 7.571 litros de aceite o más deben situarse a una distancia mínima de 6,1 metros respecto a cualquier edificación.

Los transformadores instalados en la subestación eléctrica Enlace utilizan aceite mineral como aislante. Cada edificio se encuentra a una distancia aproximada de 14 metros del transformador más cercano.

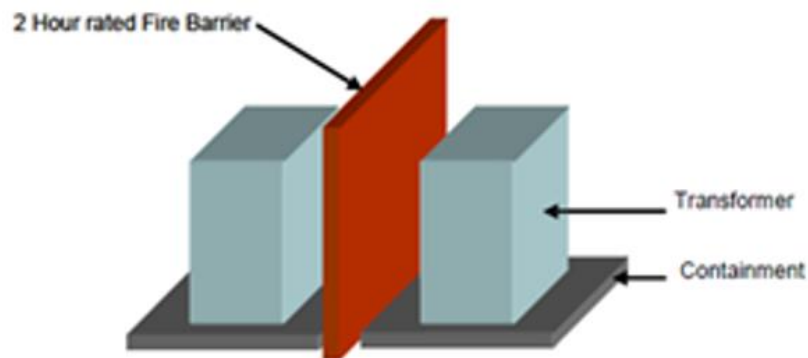
De acuerdo con la misma norma, cuando un transformador con más de 7.920 litros de aceite se sitúa a una distancia comprendida entre 6,1 y 15,2 metros de un edificio, las fachadas de este deben estar protegidas mediante una barrera cortafuegos con una resistencia mínima de 2 horas.

Asimismo, para transformadores con contenidos a partir de 1.893 litros de aceite, se exige la instalación de muros cortafuegos con una clasificación de resistencia al fuego de al menos 2 horas.

En cuanto a la separación entre transformadores adyacentes, las recomendaciones de FM Global indican que la barrera cortafuegos debe sobresalir al menos 600 mm en sentido horizontal y 300 mm en sentido vertical respecto a cualquier componente del transformador, incluidos los bushings que contengan aceite.

Estos muros de protección se ejecutarán en hormigón armado, garantizando una resistencia al fuego mínima de 2 horas, con el fin de limitar la propagación del fuego entre equipos y hacia estructuras adyacentes.

Figura 9.- Ejemplo muro cortafuegos



Además, de acuerdo con lo mencionado en los apartados en esta memoria, 5.6, de estabilidad al fuego de elementos constructivos portantes, 5.7, de resistencia al fuego de elementos constructivos cerramientos y 5.5, de materiales, se cumpliría con lo establecido en la norma.

7.3 SISTEMAS DE EXTINCIÓN

Según, la norma IEEE 979 en su apartado 4.4.5 considera que los sistemas automáticos de extinción para todos los transformadores enfriados por aceite.

7.4 SISTEMA DE AGUA PULVERIZADA

Es el sistema más utilizado para la protección en incendios de transformadores de intemperie. Consiste en una red de tuberías en cuyos extremos se instalan una serie de rociadores, cuya descarga de agua finamente pulverizada abarca toda la superficie del transformador. El agua se suministra por medio de una bomba, por medio de una instalación hidroneumática.

Se utilizará el agua, como agente de extinción de incendios, se utilizará el agua, debido a que:

- Extinción por enfriamiento.
- Extinción por sofocación.
- Extinción por emulsión
- Extinción por disolución.

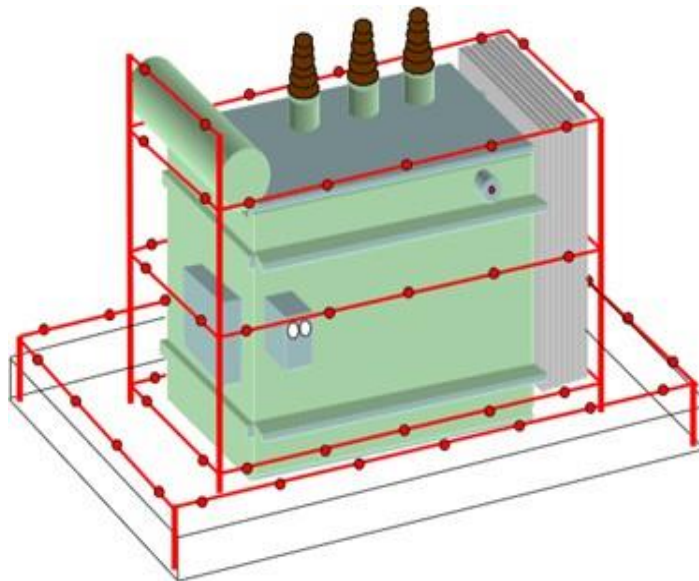
Por lo que respecta al suministro de agua se utilizará un tanque hidroneumático, siendo un sistema seguro, simple y que requiere poco mantenimiento, además de que no necesita arranques periódicos para tener el sistema a punto de operación.

El funcionamiento de estas instalaciones es avisado por la reacción de detectores térmicos o velocimétricos que accionan, una válvula automática que manda la alimentación de agua bajo presión a los pulverizadores. Esta presión será superior a 6 kg/cm^2 .

Para con fin de atenuar el resigo de congelación, las tuberías serán mantenidas vacías de agua y con una presión de aire débil. El agua fluye a la instalación fija desde el momento en que la cabeza extintora provoca una caída de presión del aire del interior de la red rociado. Esta caída de presión se utilizará para el aviso de la alarma al puesto de mando.

El diseño se tomó medidas técnicas para que el tiempo de apertura de la cabeza extintora y la dispersión por lanzamiento de agua pulverizada sobre el lugar del incendio sea menos a 30 segundos.

Figura 10.- Típico sistema de extinción por pulverización de agua



8 RIESGO DE FUEGO FORESTAL

El caso de que se produzca riesgo de incendio forestal y de los riesgos que se presenten en establecimientos industriales, en estas zonas limítrofes o interiores a áreas forestales. Cualquier establecimiento industrial aplica las siguientes medidas de seguridad, incluidas en el Código Técnico de la Edificación:

- Separación de la zona forestal mediante una franja de 25 m de ancho libre de arbustos y vegetación para evitar la propagación del incendio forestal.
- Camino perimetral de 5 m de ancho que permita la intervención sobre el fuego de vehículos y medios adecuados para garantizar su control de incendio forestal.

- Dos vías de acceso alternativas cuando este en zona con riesgo
- Cuando no se dispongan de dos vías de acceso alternativas, el acceso debe finalizar en un fondo de saco de formar circular de 12,5 m de radio.

En nuestro caso, el riesgo de incendio forestal es inexistente, ya que la instalación se encuentra ubicada en una zona industrial, sin presencia de masa forestal en los terrenos adyacentes.

ANEXO III: ESTUDIO DE RUIDO



Executing your decarbonisation vision

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV

DCSP.0010.2. M.EL.204-3A

ANEXO III ESTUDIO DE RUIDO

BADAJOS, EXTREMADURA (ESPAÑA)

Tabla 1.- Control de versiones del documento

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
0A	25/06/2025	Emisión Inicial	PLN	JRD	JMO
1A	06/08/2025	Actualización de las especificaciones técnicas de los transformadores junto con ajustes en el esquema unifilar	PLN	JRD	JMO
2A	19/09/2025	Modificación completa de la arquitectura de la SET, incluyendo cambio de tecnología y transformación.	PLN	JRD	JMO
3A	12/11/2025	Modificación completa de la arquitectura de la SET, incluyendo cambio de transformación	VJO	JRD	JMO

Sevilla, noviembre de 2025

El Ingeniero Industrial

Joaquín Martín-Oar María-Tomé

Nº de colegiado 07149 – COIIAOC Sevilla

CONTENIDO

1 OBJETO	4
2 NORMATIVA APLICADA	4
3 VALORES LÍMITE DE INMISIÓN	5
3.1 Ordenanza municipal de protección contra la contaminación acústica de Badajoz	5
3.2 Decreto de la Junta de Extremadura, de Reglamentación de Ruidos y Vibraciones	8
3.3 Real Decreto 1367/2007, 19 de octubre, zonificación acústica, objetivos calidad y emisiones acústicas.	9
4 DESCRIPCIONES GENERALES	9
4.1 Presión acústica	9
5 NIVEL DE RUIDO AUDIBLE EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS	10
5.1 Ruido del transformador	10
5.2 Ruido en sistemas de extracción de aire y climatización del edificio	13
5.3 Ruido de conductores	14
6 EVALUACIÓN DEL IMPACTO ACÚSTICO	15
6.1 Criterios de evaluación del impacto acústico	15
7 CONCLUSIÓN	18

1 OBJETO

El presente documento tiene como objeto evaluar los niveles de ruido generados por el funcionamiento de la subestación eléctrica Enlace 400/220 kV, denominada SET Enlace, así como, en el caso de que resultase necesario, proponer y evaluar posibles medidas correctoras para dar cumplimiento a los niveles máximos de ruido requeridos en la normativa aplicable.

La modelación acústica se ha desarrollado para aislar y evaluar el impacto sonoro de la SET Enlace. Para ello, se han considerado solo las fuentes de ruido inherentes a la instalación, específicamente los transformadores de potencia y los sistemas de climatización y extracción de aire.

2 NORMATIVA APLICADA

Para la elaboración del presente estudio se ha tenido en cuenta la siguiente legislación:

- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Ley 37/2003, de 17 de octubre, del ruido, en lo referente a evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 7 de noviembre, del ruido, en lo que hace referencia a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre, por el que se modifica en Anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido ambiental.
- Directiva 2002/49/CE, del Parlamento Europeo y del consejo, de 25 de junio, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Directiva 2015/996, de 19 de mayo, por el que se establecen métodos comunes de evaluación del ruido en virtud de la Directiva 2002/49/CE.
- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero y su posterior modificación en el Real Decreto 524/2006, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- UNE 50341-1
- IEEE Std 656-1992, Standard for measurement of audible noise from overhead transmission lines.
- ISO 1996-1: 1987.
- ISO 9613 Atenuación del sonido durante la propagación en exteriores.
- Excm. Ayuntamiento de Badajoz, Ordenanza municipal de protección contra la contaminación acústica y sus anexos.

- Decreto de la Junta de Extremadura 19/1997, de 4 febrero, de Reglamentación de ruidos y vibraciones.

3 VALORES LÍMITE DE INMISIÓN

3.1 ORDENANZA MUNICIPAL DE PROTECCIÓN CONTRA LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA DE BADAJOZ

La ordenanza municipal tiene objeto prevenir, vigilar y reducir la contaminación acústica, en sus manifestaciones más significativas, ruidos y vibraciones, con el fin de tratar de evitar y en su defecto, aminorar los daños que se puedan derivarse para la salud humana, los bienes o el medio ambiente urbano, al amparo de lo previsto en la legislación vigente.

Quedan sujetos todos los emisores públicos o privados, así como las edificaciones en su calidad de receptores acústicos como infraestructura o maquinaria.

Asimismo, el capítulo 2, relativo a las normas generales sobre emisores acústicos, en su sección 1 sobre instalaciones, establece en el artículo 9 las condiciones acústicas generales aplicables a máquinas e instalaciones.

Los establecimientos de actividades o emisores acústicos, en general, se adoptarán medidas preventivas necesarias a fin de que las instalaciones, motores y máquinas al servicio de actividad, no transmitan al interior de los recintos afectados niveles de ruidos o vibraciones superiores a los límites establecidos en la Ordenanza y normativa sectorial aplicable.

Se estudiará la concepción, diseño y montaje de amortiguadores de vibraciones y sistema de aislamiento acústico aéreo y a ruido de impacto en instalaciones de climatización, ventilación, instalaciones y conducciones de fontanería y saneamiento, conexión de instalaciones y motores a conductos y tuberías, grupos electrógenos, transformadores y motores en general.

Los grupos electrógenos y los transformadores deberán instalarse de forma que queden convenientemente aislados contra ruido y vibraciones.

En cuanto a la máquina o motores en salas o recintos se dispondrán salas o recintos de máquinas en establecimientos de actividades con instalaciones de motores agrupados o independientes, cuando el aislamiento acústico a ruido aéreo y a ruido de impacto de elementos constructivos del establecimiento sea insuficiente.

La rejilla de admisión o expulsión de aire para la ventilación de motores o máquinas se vincularán, a la fachada del espacio libre exterior de mayores dimensiones.

Según lo indicado en el artículo 11 para condiciones acústicas para actividades desarrolladas en establecimiento a la intemperie o establecimientos cerrados que dispongan de determinadas zonas al aire libre.

Según el Anexo I “Áreas de sensibilidad acústica: clasificación y objeto de calidad acústica aplicables”, la tabla I.4 que describe los objetivos de calidad acústica para ruido, aplicables al espacio interior habitable de edificaciones. En zonas administrativas, oficinas. Estos se refieren a los índices de inmisión del ruido total que incide en el interior del recinto, procedente del conjunto de emisores acústicos ajenos a él.

Tabla 2.- Anexo I- Tabla I.4.

Uso del edificio	Tipo de recinto	Índices de ruido (dBA)		
		Ld	Le	Ln
Residencial	Estancias	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Sanitario	Zonas de estancia	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Educativo o Cultural	Aulas	40	40	40
	Salas de lectura	35	35	35
Administrativo, Oficinas	Despachos profesionales	40	40	40
	Oficinas	45	45	45

Además, considerando la ubicación y disposición del terreno de la subestación, no nos adherimos a la tabla I.3, que establece los objetivos de calidad acústica del ruido aplicables al espacio exterior de zonas tranquilas en aglomeraciones y en campo abierto.

Tabla 3.- Anexo I- Tabla I.3.

Tipo de ASA		Índices de ruido (dBA)		
		Ld	Le	Ln
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	55	55	45
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	60	60	50
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	65	65	60
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos	68	68	58
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	70	70	60
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen (1).	(2)	(2)	(2)
g	Espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica	(3)	(3)	(3)

En cuanto al nivel de vibración la tabla I.5, que define los objetivos de calidad acústica para vibraciones, aplicables al espacio interior habitable de edificaciones.

Tabla 4.- Anexo I- Tabla I.5.

Uso del edificio	Índice de vibración (dB) (1) Law
Vivienda, Residencial, Hotelero	75
Hospitalario	72
Educativo o cultural	72
Administrativo, oficinas	75
Comercial	90

Del mismo modo, el Anexo II Límites de ruido y vibraciones, la tabla II.2 que describe los valores límites de inmisión de ruido en el exterior, aplicables a nuevas infraestructuras varias, ferroviarias y aeroportuarias.

Tabla 5.- Anexo II- Tabla II.2

Tipo de ASA		Índices de ruido (dBA)		
		Ld	Le	Ln
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	55	55	45
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	60	60	50
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	65	65	55
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos	68	68	58
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	70	70	60

La tabla II.3 especifica los valores límite de inmisión máximos de ruido en el exterior, aplicables a diversas nuevas infraestructuras, incluyendo ferroviarias y aeroportuarias.

Tabla 6.- Anexo II- Tabla II.3

Tipo de ASA		Índices de ruido (dBA)
		L _{Amax}
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	80
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	85
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	88
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos	90
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	90

3.2 DECRETO DE LA JUNTA DE EXTREMADURA, DE REGLAMENTACIÓN DE RUIDOS Y VIBRACIONES

Este reglamento tiene como objetivo regular las actuaciones en orden de protección de las personas contra las agresiones producidas por la energía acústica en sus manifestaciones más representativas: ruidos y vibraciones.

Están sujetas a las disposiciones del presente Reglamento, de obligatoria en la Comunidad Autónoma de Extremadura, todas las industrias, actividades, instalaciones y en general cualquier elemento susceptible de generar niveles sonoros o vibraciones, que puedan causar de molestias a las personas o de riesgos para la salud o el bienestar de las mismas.

Según lo indicado en el artículo 12.7, la influencia de las actividades ubicadas en el emplazamiento diferente de los anteriores no superará el N.R.E obtenido en el límite de la zona clasificada más próxima.

Del mismo modo, en el artículo 13 establece que no se permitirá el funcionamiento de ninguna fuente sonora cuyo nivel de recepción interno (N.R.I) en locales administrativos y de oficinas no sobrepase los 40 dB(A).

En cuanto a transmisión de vibraciones el artículo 14 señala que no se permitirá el funcionamiento de ninguna fuente vibrátil que transmita a los elementos constructivos que componen la compartimentación del recinto receptor niveles de vibración superiores a lo indicado en la siguiente tabla.

Tabla 7.- Estándares limitadores

Uso del recinto afectado	Período	Curva base
Sanitario	Diurno	1
Nocturno	1	
Residencial	Diurno	2
Nocturno	1,4	
Administrativo y oficinas	Diurno	4
Nocturno	4	
Almacén y comercial	Diurno	8
Nocturno	8	

En el artículo 18, determina que las instalaciones de ventilación y acondicionamiento de aire, la distribución y evacuación de aguas, la transformación de energía eléctrica y demás servicios de los edificios serán instalados con las preocupaciones de ubicación y aislamiento que garanticen en un nivel de transmisión sonora que cumplan con lo dispuesto en el Capítulo III.

Asimismo, las máquinas de arranque violento, el artículo 19.4, indica que trabajen por golpes, choques bruscos y las dotadas de órganos con movimientos alternativos, deberán estar ancladas en bancadas independientes, sobre suelo firme y asiladas de la estructura de la edificación y del suelo del local por intermedio de materiales absorbentes de la vibración.

En el artículo 22.1, dispone que el anclaje de máquinas y aparatos que produzcan vibraciones o trepidaciones se realizará de modo que se logre su óptimo equilibrio estático y dinámico, disponiendo bancadas de inercia de peso comprendido entre 1,5 y 2,5 veces al de la máquina que soporta, apoyando el conjunto sobre anti vibradores.

3.3 REAL DECRETO 1367/2007, 19 DE OCTUBRE, ZONIFICACIÓN ACÚSTICA, OBJETIVOS CALIDAD Y EMISIONES ACÚSTICAS.

Según la tabla A1 del Anexo III del Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, los valores límite de inmisión de ruido aplicables al proyecto son los siguientes:

Tabla 8.-Tabla A1 -Anexo III del Real Decreto 1367/2007

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L _d	L _e	L _n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	55	55	45
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	60	60	50
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c.	65	65	55
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	68	68	58
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	70	70	60

4 DESCRIPCIONES GENERALES

4.1 PRESIÓN ACÚSTICA

Según la norma UNE-IEC 60076-10-1, el sonido puede definirse como cualquier variación de presión, que el oído humano pueda detectar. Las variaciones de presión viajan a través del medio desde la fuente de sonido hasta el oído del oyente. El número de variaciones cíclicas de presión segundo se llama "frecuencia" del sonido y se mide en Hercios (Hz).

Por tanto, la frecuencia del sonido produce su propio y tono y paso distintivos.

Del mismo modo, otra característica utilizada para describir el sonido es la amplitud de fluctuaciones de presión, que se mide en Pascales (Pa). El sonido más débil que el oído humano puede percibir depende de la frecuencia; a 1kHz tiene una amplitud de 2 μPa . El umbral del dolor corresponde a una presión acústica más de un millón de veces mayor. Por tanto, para evitar la utilización de grandes números, se escala en decibelios (dB).

La escala de dB es logarítmica, y se utiliza $20 \mu Pa$ como nivel de referencia p_o , que corresponde a 0 dB. El nivel de la presión acústica L_p , se define en la ecuación como 1:

$$L_p = 10 * \log \frac{p^2}{p_o^2}$$

Donde:

- p : es la presión acústica medida mediante un micrófono.

La presión acústica es una magnitud escalar, es decir, que solo tiene amplitud.

5 NIVEL DE RUIDO AUDIBLE EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

El nivel de ruido resultante tendrá en cuenta la distancia a los receptores, ya que el nivel de presión sonora se atenúa a medida que aumenta la distancia de las fuentes emisoras.

Del mismo modo, se considerará el viento dominante en la zona, el relieve, la presencia de elementos que lo apantallen, las condiciones climatológicas y la distancia; también otras fuentes productoras de ruido.

Por tanto, la propagación del ruido depende de los siguientes factores:

- Reducción, debido a la dispersión, de la energía en el espacio, lo que supone la atenuación del sonido en el aire.
- Reflexión y difracción en obstáculos sólidos (valla, muros, barrera vegetales, etc).
- Cambio de dirección del viento dominante y en menor medida por el efecto de la temperatura.
- Reflexión y absorción producida por el suelo.

5.1 RUIDO DEL TRANSFORMADOR

Los transformadores vibran durante el funcionamiento, lo que produce un zumbido característico que se clasifica como "ruido". Está se caracteriza por tonos puros, cuyas frecuencias se encuentran dentro del espectro del habla humana, causando molestias e irritación.

En los transformadores de potencia hay tres fuentes de sonido/ruido:

- Ruido del núcleo, producido por los efectos de la magnetostricción.
- Ruido de carga, producido por las fuerzas electromagnéticas en los devanados y en los componentes estructurales a causa de las fugas de flujo asociadas a la corriente.
- Sonido producido por el funcionamiento de los equipos de refrigeración, ventiladores y bombas.

5.1.1 Ruido del núcleo producido por los efectos de magnetostricción

La magnetostricción, es una propiedad de los materiales ferromagnéticos que, al ser magnetizados, cambia su forma y dimensiones.

Por tanto, está designa las deformaciones mecánicas del laminado del núcleo en respuesta a la aplicación de un campo magnético. La variación de las dimensiones es independiente de la dirección de flujo, por lo que se produce el doble de frecuencia en la alimentación.

Asimismo, la curva de magnetostricción no es lineal, a mayores densidades de flujo, mayores armónicos de la frecuencia de orden par. En consecuencia, el ruido del núcleo tiene componentes a múltiplos de 100 o 120 Hz.

Las magnitudes relativas del ruido para estos componentes distintos de la frecuencia dependen del material del núcleo, de su geometría, de la densidad de flujo de funcionamiento y de las próximas frecuencias de resonancia del núcleo y de la cuba a las frecuencias de excitación.

5.1.2 Ruido de carga producido por fuerzas electromagnéticas

El ruido de carga se produce principalmente por la interacción de la corriente de carga en los devanados por la pérdida de flujo producido por esta corriente. Del mismo modo, la frecuencia principal de este sonido es el doble que la frecuencia de alimentación (100 Hz para transformadores de 50 Hz).

Si la corriente de carga incluye armónicos importantes, las fuerzas incluyen armónicos de mayor frecuencia. Estos armónicos adicionales son una fuente importante del ruido del transformador.

El nivel de ruido de la corriente de carga depende de la carga del transformador. Si se reduce la corriente a la mitad, se consigue una reducción de 12 dB en el ruido debido a la corriente de la carga.

5.1.3 Sonido producido por los equipos de refrigeración

La frecuencia del ruido de los ventiladores es distinta que el del sondo del núcleo y los devanados. Está cubre una amplia banda de frecuencia con un pico en la frecuencia del “paso de álabe”, la frecuencia a la que los álabes del impulsor del ventilador pasan por una cierta perturbación rígida en el flujo del aire.

Las bombas producen un ruido con una banda ancha de frecuencia y contribuyen al ruido total del transformador.

5.1.4 Características del diseño

Se están tomando medidas para disminuir el ruido generado por los transformadores de potencia, con un mejor desempeño eléctrico, térmico y acústico:

- Diseño del núcleo de los transformadores para proporcionar una distribución más uniforme del flujo magnético con un menor contenido global de armónicos del flujo en el núcleo y en sus juntas.
- El núcleo se mantiene unido mediante una estructura de fijación que proporciona una presión uniforme en sus láminas, al tiempo que se evitan deformaciones locales.
- La cuba se diseña para evitar todo aumento innecesario del ruido gracias a su alto rendimiento de radiación o resonancia.

Del mismo modo, las soluciones para mitigar el ruidos de los transformadores pueden clasificarse por:

- Externas: se aplican en el tanque del transformador y deben permitirle al usuario final llevar a cabo las funciones normales de inspección y mantenimiento.
- Internas: soportar las condiciones ambientales de la subestación, los requerimientos son compatibilidad con el aceite, condiciones externas de temperatura, distancias eléctricas, resistencias al envejecimiento por temperatura, etc.

Menor ruido del núcleo

Se busca una magnetostricción baja empleando para el núcleo acero con mayores grados de orientación magnética y disminuyendo la densidad de flujo en el mismo, se reduce el ruido en el núcleo mediante:

- Desacoplamiento de las vibraciones del núcleo de la cuba del transformador. Para conseguir resultados, es preciso considerar las propiedades del núcleo y de la cuba del transformador. Diseño de los elementos de aislamiento de las vibraciones.
- Evitar la resonancia, tanto de la cuba como del núcleo, para eso hay que predeterminar con precisión los valores de las distintas frecuencias de resonancia del núcleo y de la cuba.
- Tratamiento de amortiguamiento de la cuba.
- Empleo de paneles o cajas anti-ruido que cubran partes de la cuba o todo el conjunto.
- Reducir la transmisión de las vibraciones del núcleo y, en consecuencia, la radiación de sonido producida.

Menor ruido de carga

La disposición y tipo del devanado, la densidad de corriente, el apantallamiento y los shunt de la cuba y sus parámetros de diseño afectan a la magnitud del ruido de carga. Para ello se ha considerado las siguientes medidas:

- Diseños de devanado que causan menores pérdidas de densidad de flujo.
- Eliminación de la resonancia del devanado.
- Mejor apantallamiento de la cuba contra la pérdida de flujo.
- Tratamiento de amortiguamiento de la cuba.
- Mejor diseño de la cuba, con reducción de las propiedades de radiación del sonido.
- Cajas anti-ruido que cubran toda la cuba.
- Paneles acústicos: los paneles. Estos componentes pueden montarse sobre las paredes y tapa del tanque, dependiendo del nivel de ruido.

Menor ruido del sistema de refrigeración

El ruido del equipo de enfriamiento es de banda ancha y puede incrementarse por el balanceo de las aspas de ventilador o del tipo de montaje sobre el radiador.

Se puede reducir el ruido de los ventiladores de refrigeración eligiendo los de baja velocidad o los que tengan elementos que absorban el sonido en la entrada y salida.

En ocasiones más exigentes, se elimina el ruido del ventilador diseñando el transformador con radiadores en lugar de ventiladores. Del mismo modo, cuando se requieran bombas de refrigeración, se elegirán las que tengan baja emisión de ruido.

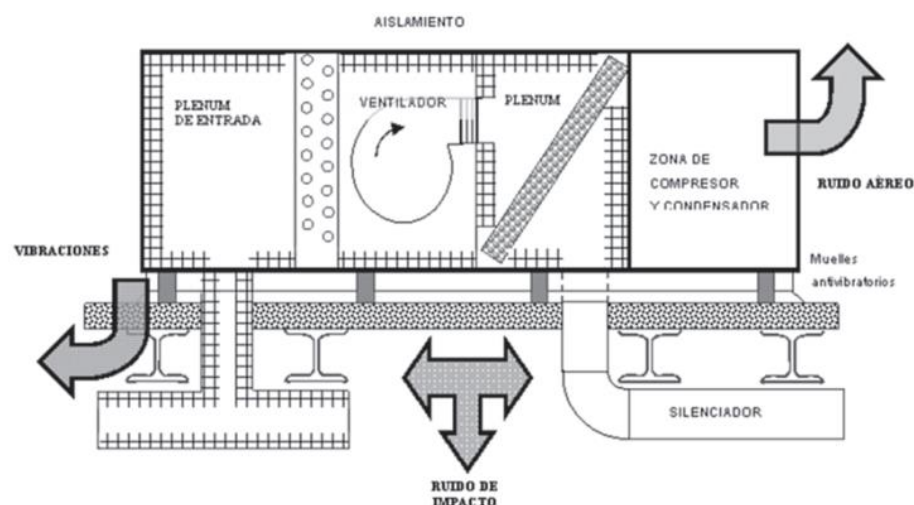
5.2 RUIDO EN SISTEMAS DE EXTRACCIÓN DE AIRE Y CLIMATIZACIÓN DEL EDIFICIO

El sistema extracción de aire y de climatización en el edificio es necesario para contrarrestar el calor disipado por los componentes eléctricos y electrónicos, por lo que es prioritario el control de temperatura y humedad en esas salas.

Asimismo, este tipo de sistemas es origen de ruido y fuentes sonoras como pueden ser:

- Ruido aéreo: perturbaciones sonoras generadas por una variación de presión atmosférica en el aire, transmitidas por medio aéreo y percibidas por el receptor a través del oído.
- Ruido de impacto: ruido generado a través de la interacción mecánica de dos elementos sólidos transmitidos entre la estructura y percibido por el oído receptor. El ruido de impacto por el régimen turbulento sobre una tubería o el contacto mecánico entre elementos de una unidad de tratamiento de aire, pueden ser transmitidos y percibidos como ruido de impacto.
- Vibraciones: oscilación generada a través de la interacción mecánica de dos elementos sólidos, la transmisión y la recepción por elementos rígidos.

Figura 1.-Tipos de ruidos en una unidad exterior de climatización



5.2.1 Características de diseño

Se están tomando medidas para disminuir el ruido generado:

- Soluciones eficientes en la fase de diseño: diseño de un espacio que contemple las necesidades acústicas del mismo en la fase de diseño.
- Minimizar los niveles sonoros.
- Buen montaje e instalación de los diferentes componente según lo establecido por el proyectista y fabricante.
- Evaluación del comportamiento del aire en el interior de las salas. De esta manera, el tendido de conductos de la instalación debe evitar, los cambios de dirección y las zonas de régimen turbulento.
- Las vibraciones se impiden dotando a la instalación de un sistema de amortiguación y atenuación del ruido (lechos elásticos y muelles).
- Implementar medidas anti-ruido mediante sistemas encapsulados y silenciadores en la rejilla de insuflación y extracción de aire.

5.3 RUIDO DE CONDUCTORES

Se considerará que la predicción del nivel de ruido audible de los conductores según la norma UNE-50 341-1.

El efecto corona en líneas de voltaje alto produce, ruido audible. Este ruido es más probable que se produzca durante mal tiempo o con niebla, sin embargo, con condiciones meteorológicas buenas aparece principalmente en líneas que están sujetas a polución.

Del mismo modo, la principal fuente de ruido acústico durante mal tiempo son las gotas de agua. Ya sea colgando de una línea mojada, llegando como gotas de agua de lluvia, o escurriendo a lo largo de la línea, el agua puede hacer surgir varios tipo de descargas. Además, la escarcha sobre conductores puede también hacer surgir ruido.

5.3.1 Influencia del diseño

Los niveles de ruido audible producidos en cualquier línea de alto voltaje es el campo eléctrico muy cercano a los conductores. Este campo depende de la tensión, número de conductores en haz por fase, tamaño de conductores, espaciado entre fases, y en menor medida, de la configuración de la línea, posición de fases, altura de la línea y proximidad a otras líneas o cables.

Asimismo, el ruido también depende de la rugosidad relativa de la superficie del conductor y los herrajes y la contaminación debida a materiales hidrófugos.

Del mismo modo, las perturbaciones radio eléctricas, los niveles de ruido audible pueden estar un poco por encima de las expectativas durante el periodo inicial de erosión.

6 EVALUACIÓN DEL IMPACTO ACÚSTICO

6.1 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO ACÚSTICO

6.1.1 Periodos temporales de evaluación

Los periodos temporales de evaluación:

- L_d : Nivel de ruido medio durante el día en horario de 7 a 19.
- L_e : Nivel de ruido medio durante la tarde en horario 19 a 23.
- L_n : Nivel de ruido medio durante la noche en horario de 23 a 7 de la mañana.

La administración competente podrá modificar la hora de comienzo del periodo día y, por lo consiguiente cuándo empiezan los periodos tarde y noche. La decisión de modificación deberá aplicarse a todas las fuentes del ruido.

Del mismo modo, los promedios a largo plazo, un año corresponde al año considerado para la emisión de sonido a un año medio por lo que refiere a las circunstancias meteorológicas.

6.1.2 Método de cálculo de índices de ruido

Transformadores de potencia

De acuerdo con la norma UNE-EN 60076-10, aplicable específicamente a los transformadores de potencia, el nivel de potencia acústica en función del nivel de presión viene dado por la siguiente expresión:

$$L_{WA} = L_{PA} + 10 * \log_{10} \frac{S}{S_o}$$

Donde:

- S corresponde al área de la superficie de medida dada por la ecuación $S = (h + 2) * I_m$.
- h , altura en m de la cuba del transformadores.
- I_m , es la longitud en m del contorno prescrito.
- 2, es la distancia de medida en metros desde la superficie principal de emisión (a la que se encuentra el contorno prescrito en el que se deben tomar las medidas cuando el transformador dispone de servicios auxiliares de refrigeración de aire forzado en servicio)
- S_o es el área de referencia (1 m^2).
- L_{PA} : nivel de presión acústica indicado en la ficha técnica del fabricante de los transformadores (ONAF) dB(A)

Por tanto, con los datos actuales del proyecto como la dimensiones máximas de la cuba y de los radiadores de los transformadores, las expresiones quedarían de la siguiente forma:

La longitud del contorno aproximada de uno de los transformadores se determina (10 m de largo, 3,6 m de ancho, y 4,5 m de altura), por lo que

$$L_m = 2 * (10 \text{ m} + 3,6 \text{ m}) = 27,2 \text{ m}$$

Y el área de la superficie medida aproximada:

$$S = 27,2 * (4,5 + 2) = 176,8 \text{ m}^2$$

Sustituyendo en la fórmula de

$$L_{WA} = 65 + 10 * \log_{10} 176,8 = 87,5 \text{ dB}$$

Por tanto, la potencia acústica aparente de un transformador es 87,5 dB.

Del mismo modo, se contempla la instalación simultánea de ocho transformadores de potencia, consolidando desde el inicio la configuración definitiva del sistema tanto en su aspecto funcional como acústico.

Desde el punto de vista acústico, cuando se disponen de múltiples fuentes sonoras de características similares, como es nuestro caso, el nivel de presión sonora total ($L_{PA(total)}$), no se obtiene por la suma aritmética, sino mediante la suma logarítmica, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$L_{PA(total)} = L_{PA} + 10 * \log_{10}(N)$$

Donde:

- L_{PA} : es el nivel de presión sonora individual de cada transformador en dB.
- N : es el número total de transformadores en operación simultánea.

En el escenario final de los dos transformadores, se obtiene:

$$L_{WA} = 87,5 + 9,03 = 96,5 \text{ dB}$$

Equipos de climatización y extracción

Para el cálculo de la potencia sonora de los equipos de extracción y climatización empleados para ventilación de las salas del edificio, es de aplicación de la norma UNE-EN Y ISO 3744.

Se ha considerado que todos los climatizadores tendrán la misma potencia unitaria en el edificio, y se ha aplicado el criterio de redundancia N+1 en las salas críticas.

Siendo el equipamiento del edificio y sus correspondientes salas de funcionamiento los siguientes:

- Sala de control:
 - Climatizadores de 70 kW
 - Cantidad: 2 unidades (1+1 en reserva)
- Sala de protecciones:
 - Climatizadores de 70 kW
 - Cantidad: 2 unidades (1+1 en reserva)

El espectro de potencia sonora del climatizador de 70 kW (nivel de potencia sonora por bandas de octava) es la siguiente:

Frecuencia (Hz)	Lw (dB)
63	41
125	62
250	58
500	67
1000	74
2000	70
4000	66

Según datos técnicos equivalente, un climatizador de 70 kW presenta un nivel de presión sonora medio de 65 dB (A) a 1,5 m de distancia en condiciones normales de funcionamiento.

Para calcular el nivel de potencia acústica teniendo en cuenta la norma UNE-EN ISO 3744, es:

$$L_{WA} = L_{PA} + 10 * \log_{10} \frac{S}{S_0}$$

Donde, el nivel de potencia acústica de referencia por unidad es:

$$L_{WA} = 65 + 10 * \log_{10} 28,27 = 79,5 \text{ dB(A)}$$

Teniendo en cuenta dos unidades sonoras, se obtiene:

$$L_{PA(total)} = 79,5 + 10 * \log_{10}(2) = 82,5 \text{ dB}$$

Teniendo en cuenta este dato, hacemos una clasificación por zonas y nivel de acústico total. Por tanto, consideramos las siguientes salas y número de unidades por zonas:

Zona/Sala	N. Unidades	L_{WA} (dB)	$L_{WA(TOTAL)}$ (dB)
Sala de control	2	79,5	82,5
Sala de protecciones	2	79,5	82,5

7 CONCLUSIÓN

Las condiciones de cálculos empleadas en este estudio suponen escenarios más desfavorables posible durante el funcionamiento de la subestación, coincidiendo con una demanda máxima de energía, activación de todos los sistemas de ventilación y climatización, y funcionamiento forzado de transformadores y conductores de alta tensión. Estas circunstancias permiten estimar los valores máximos de potencia acústica, incluyendo la coincidencia plena de todas las unidades de ruido.

En base a los cálculos realizados para la configuración definitiva del proyecto (ocho transformadores de 150 MVA), el nivel máximo estimado de potencia acústica combinado es de 96,5 dB(A) bajo condiciones extremas de operación.

No obstante, es importante destacar que dicho escenario extremo no representa las condiciones normales de operación, ya que, en régimen habitual, la carga energética se reduce significativamente. En consecuencia, los niveles reales de presión sonora durante la explotación ordinaria serán sensiblemente inferiores a este valor, incluso en plena carga bajo refrigeración natural, garantizado por los fabricantes.

Por otra parte, el diseño del proyecto contempla la incorporación de medidas correctoras específicas, tanto a nivel de equipos como de la configuración constructiva, con el objetivo de reducir la emisión y la propagación del ruido tanto hacia el entorno exterior como entre los distintos espacios técnicos del complejo. Estas medidas, descritas en los apartados anteriores, están orientadas a asegurar un comportamiento acústico compatible con los criterios normativos y operativos exigidos en una instalación de estas características.

Entre ellas destacan: el refuerzo del aislamiento acústico en muros, cubiertas y cerramientos; la incorporación de silenciadores en las líneas de impulsión y retorno de los sistemas de climatización; la aplicación de revestimientos absorbentes en salas técnicas; la disposición estratégica de los equipos y de sus envolventes funcionales; así como la utilización de climatizadores de alta eficiencia con niveles acústicos optimizados y distribución regulada. Estas actuaciones se complementan con otras soluciones orientadas a garantizar el confort acústico y la limitación de emisiones sonoras en régimen de funcionamiento continuo.

Por otro lado, el edificio se ha diseñado con criterios funcionales y de sectorización, minimizando las transmisiones entre recintos.

En base a todo lo anterior, se concluye que la instalación, en condiciones normales de explotación, cumple con los niveles acústicos establecidos en la legislación vigente, incluyendo el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, la Ordenanza municipal de protección contra la contaminación acústica de Badajoz y el Decreto de la Junta de Extremadura de Reglamentación de ruido y vibraciones.

Avd. de la Constitución,
34 1º
41001 Sevilla, España
+34 955 265 260

Cra 12 #79-50 Ofi 701
Bogotá, Colombia
+57 318 683 4840

Edificio Castellana 52,
planta 1º
28046 Madrid, España,
+34 955 265 260

Avda. de España,
Nº 18 - 2º ofic. 1-A,
Cáceres, España

WWW.INGENOSTRUM.COM

The background of the lower half of the page features a large, semi-transparent teal circle. Inside this circle, the word "ingenostrum." is written in a bold, sans-serif font, with the "o" in white. Below the company name, the tagline "Executing your renewable vision" is written in a smaller, lighter font. The background image shows a vast field of solar panels in the foreground, reflecting the light, with a range of mountains in the distance under a clear sky.

ingenostrum.

Executing your renewable vision



Executing your decarbonisation vision

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV

**DCSP.0010.2.M.CT.201-1A
PLIEGO DE CONDICIONES**

**BADAJOS, BADAJOS,
ESPAÑA**

Tabla 1.- Control de versiones del documento

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
0A	06/08/2025	Emisión Inicial	PLN	AMF	JMO
1A	17/09/2025	Modificación completa de la arquitectura de la SET, incluyendo cambio de tecnología y transformación.	PLN	JRD	JMO

Sevilla, septiembre de 2025

Firmado por ***4967**
JOAQUÍN MARTÍN-OAR
(C:****0003*) el día
11/02/2026 con un
certificado emitido por
AC CAMERFIRMA FOR NATURAL

El Ingeniero Industrial

Joaquín Martín-Oar María-Tomé

Nº de colegiado 07149 – COIIAOC Sevilla

CONTENIDO

1	CONDICIONES GENERALES.....	6
1.1	OBJETO.....	6
1.2	Disposiciones generales	6
1.3	Organización de trabajo	6
1.4	Mejoras y modificaciones del proyecto	7
2	CONDICIONES FACULTATIVAS	7
2.1	Técnico director de obra.....	7
2.2	Constructor o instalador.....	8
2.3	Verificación de los documentos del proyecto	8
2.4	Plan de seguridad y salud en el trabajo	8
2.5	Presencia del constructor o instalador en la obra	9
2.6	Condiciones generales de ejecución de los trabajos	9
2.7	Trabajos no estipulados expresamente	9
2.8	Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.....	10
2.9	Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa	10
2.10	Faltas de personal	10
2.11	Caminos y accesos	11
2.12	Replanteo	11
2.13	Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos	11
2.14	Orden de los trabajos	11
2.15	Facilidades para otras contratistas	11
2.16	Ampliación del proyecto para causas imprevistas o de fuerza mayor	12
2.17	Prórroga por causa de fuerza mayor.....	12
2.18	Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra	12
2.19	Condiciones generales de ejecución de los trabajos	12
2.20	Obras ocultas.....	12
2.21	Trabajos defectuosos.....	13
2.22	Materiales no utilizables	13
2.23	Gastos ocasionados por pruebas y ensayos	13
2.24	Limpieza de las obras.....	14
2.25	Documentación final de la obra	14

2.26	Plazo de replanteo	14
2.27	Plazo de ejecución.....	14
2.28	Recepción provisional	14
2.29	Plazo de garantía.....	15
2.30	Recepción definitiva	15
2.31	Gastos de replanteo y liquidación.....	15
2.32	Conservación de las obras recibidas provisionalmente	15
2.33	Prórroga del plazo de garantía	16
3	CONDICIONES ECONÓMICAS	16
3.1	Medición y Abono de las Obras	16
3.2	Composición de los precios unitarios	16
3.3	Precio de contrata. Importe de contrata	18
3.4	Precios contradictorios.....	18
3.5	Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas	18
3.6	Acopio de materiales	19
3.7	Responsabilidad del constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores	19
3.8	Relaciones valoradas y certificaciones	19
3.9	Mejoras de obras libremente ejecutadas	20
3.10	Abono de trabajos presupuestados con partida alzada	20
3.11	Pagos.....	21
3.12	Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.....	21
3.13	Demora de los pagos.....	21
3.14	Mejoras y aumentos de obra. casos contrarios	21
3.15	Unidades de obra defectuosas pero aceptables	22
3.16	Seguro de las obras.....	22
3.17	Conservación de la obra	22
3.18	Uso por el contratista de la obra o bienes del propietario	23
4	CONDICIONES LEGALES	24
4.1	Normas reglamentos y demás disposiciones vigentes	24
4.2	Normas de seguridad y salud en el trabajo	24
4.3	Reglamentación urbanística	25
4.4	Seguridad pública.....	26

5	CONDICIONES TECNICAS	26
5.1	Condiciones de ejecución de las obras	26
5.2	Disposiciones Técnicas de los Materiales	27
5.3	Áridos para Morteros y Hormigones	30
5.4	Equipos y maquinaria. Generalidades	35
5.5	Ejecución	35
5.6	Criterios de aceptación y rechazo	48
5.7	Identificación y Evaluación de Riesgos	51
5.8	Anexos	53
5.9	Canalizaciones	53
5.10	Arquetas	58
5.11	Áreas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible	58
5.12	Equipamiento y Aparamenta	59
5.13	Embarrados encapsulado y Conexiones internas	59

1 CONDICIONES GENERALES

1.1 OBJETO

El Pliego de Condiciones determina los requisitos a los que debe ajustarse la ejecución de las instalaciones eléctricas necesarias para el suministro de energía eléctrica que abastece al centro de datos.

El presente Pliego está integrado por los siguientes documentos:

- 1- CONDICIONES GENERALES
- 2- CONDICIONES FACULTATIVAS
- 3- CONDICIONES ECONÓMICAS
- 4- CONDICIONES LEGALES
- 5- CONDICIONES TÉCNICAS

1.2 DISPOSICIONES GENERALES

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio Familiar y de Vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que, en lo sucesivo, se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE 24042 "Contratación de obras. Condiciones generales", siempre que no sea modificada por el presente Pliego de Condiciones.

1.3 ORGANIZACIÓN DE TRABAJO

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades inherentes, quedando obligado al pago de los salarios y todas aquellas cargas que legalmente estén establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de las obras.

La organización de la obra, la determinación de la procedencia de los materiales a emplear y la responsabilidad de la seguridad contra accidentes correrán a cargo del Contratista, el cual deberá informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la obra, de la procedencia de los materiales, así como observar cuantas órdenes de éste.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y de cuantos gastos vaya a realizar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% a los del mercado, el Contratista solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de urgencia manifiesta, en los que se dará cuenta posteriormente.

Las órdenes, consultas y cualquier tipo de comunicaciones que puedan influir en la buena marcha de las obras se harán por escrito.

1.4 MEJORAS Y MODIFICACIONES DEL PROYECTO

No se considerarán como mejoras ni modificaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente, y por escrito, por el Director de Obra y cuyo precio haya sido convenido antes de proceder a su ejecución.

La Dirección de Obra podrá introducir modificaciones originadas por nuevas necesidades o causas técnicas no detectadas anteriormente.

2 CONDICIONES FACULTATIVAS

2.1 TÉCNICO DIRECTOR DE OBRA

Corresponde a la Dirección Técnica:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación de este.
- Efectuar el replanteo inicial de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, siempre que no solape competencias con el Coordinador de Seguridad y Salud, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.
- Las funciones de la Dirección de Obras serán llevadas a cabo por el equipo facultativo que para ello se designe.

2.2 CONSTRUCTOR O INSTALADOR

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director el acta de replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

2.3 VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

2.4 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

2.5 PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de esta, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

2.6 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones de este que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

2.7 TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

2.8 INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando este obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuna hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

2.9 RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

2.10 FALTAS DE PERSONAL

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

2.11 CAMINOS Y ACCESOS

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta. El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora.

Asimismo el Constructor o Instalador se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra con relación al título de esta, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

2.12 REPLANTEO

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de estas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

2.13 COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

2.14 ORDEN DE LOS TRABAJOS

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

2.15 FACILIDADES PARA OTRAS CONTRATISTAS

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

2.16 AMPLIACIÓN DEL PROYECTO PARA CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

2.17 PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

2.18 RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

2.19 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones de este que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

2.20 OBRAS OCULTAS

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación de la obra, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

2.21 TRABAJOS DEFECTUOSOS

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica" del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

2.22 MATERIALES NO UTILIZABLES

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de esta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

2.23 GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo de este.

2.24 LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

2.25 DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

2.26 PLAZO DE REPLANTEO

El plazo de Replanteo quedará definido en el Contrato y empezará a contar a partir del primer día hábil a partir de la firma de este.

2.27 PLAZO DE EJECUCIÓN

Los plazos de ejecución, totales y parciales, indicados en el Contrato, empezarán a contar a partir de la fecha de Replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir dichos plazos, que serán improrrogables.

No obstante, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa ajena por completo al Contratista no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de obra la prórroga estrictamente necesaria.

2.28 RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez terminadas las obras, y en los 15 días siguientes a la petición del Contratista, se hará la Recepción Provisional de las mismas por la Propiedad, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del Representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si es este el caso.

Dicha Acta será firmada por ambas partes dándose la obra por recibida, comenzando entonces a contar el período de garantía.

En el caso de no hallarse la obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, estableciéndose un plazo de ejecución.

Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta del Contratista. Si el Contratista no cumpliera esas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

2.29 PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

2.30 RECEPCIÓN DEFINITIVA

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o, en su defecto, a los doce meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, levantándose el Acta correspondiente.

2.31 GASTOS DE REPLANTEO Y LIQUIDACIÓN

Todos los gastos que puedan originarse, tanto por los trabajos de replanteo como por los de liquidación de las obras, serán por cuenta del Contratista.

2.32 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador de la obra, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

2.32.1 De la recepción definitiva

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la norma de conservación de la obra y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

2.33 PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

2.33.1 De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

3 CONDICIONES ECONÓMICAS

3.1 MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

La medición y el abono de las diferentes unidades de obra se llevarán a cabo con arreglo a las unidades realmente ejecutadas, con sujeción a las características del proyecto y por aplicación de los precios establecidos en el mismo o, en su caso, de los precios contradictorios expresamente aceptados o asumidos por la Dirección de Obra.

Los excesos no justificados de unidades de obra en relación con las estipulaciones del proyecto no serán objeto de abono al Contratista.

Las Certificaciones parciales se realizarán con la frecuencia que determine la Dirección de Obra, con un mínimo de una mensual.

Las mediciones parciales podrán realizarse por el Contratista ante la Dirección de Obra.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo, por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

3.2 COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

- Se considerarán costes directos:
 - La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
 - Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
 - Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
 - Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
 - Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.
- Se considerarán costes indirectos:
 - Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.
- Se considerarán Gastos Generales:
 - Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un máximo del 9 por 100).
- Se considerarán Beneficio Industrial:
 - El Beneficio Industrial del Contratista se establece en un máximo del 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.
- Precio de Ejecución Material:
 - Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.
- Se considerarán Precio de Contrata:
 - El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

3.3 PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratase a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 9 por 100 y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares o contractuales entre Contrata y Promotor se establezca otro destino.

3.4 PRECIOS CONTRADICTORIOS

Salvo que condiciones contractuales entre Contrata y Promotor se establezca otro destino:

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

3.5 RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

3.5.1 De la revisión de los precios contratados

Una vez que el Contratista y el Promotor cierran el contrato económico de la ejecución de las obras NO SE PROCEDERÁ A REVISIÓN DE PRECIOS.

3.6 ACOPIO DE MATERIALES

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

3.7 RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES

Si de los partes mensuales, o cualquier solución bajo forma contractual entre Contratista y Promotor para la elaboración de las certificaciones parciales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos o calidades, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos o calidades normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor o Instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción o calidad en la cuantía señalada por el Técnico Director.

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos o calidades no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones parciales que preceptivamente deben efectuársele, siempre que el resultado ejecutado tenga solución técnico-normativo. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo se someterá el caso a arbitraje.

3.8 RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en

caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Técnico Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Técnico Director en la forma prevenida de los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Técnico Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

3.9 MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

3.10 ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", y siempre que no se contradiga el documento contractual entre Contratista y Promotor, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico

Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

3.11 PAGOS

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

3.12 IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (o/oo) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

3.13 DEMORA DE LOS PAGOS

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

3.14 MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

3.15 UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

3.16 SEGURO DE LAS OBRAS

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte de la obra afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

3.17 CONSERVACIÓN DE LA OBRA

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que la construcción no haya sido ocupada por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista la construcción, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarla desocupada y limpia en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional de la obra y en el caso de que la conservación de la obra corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupada o no la construcción está obligada el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

3.17.1 De la recepción definitiva.

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la norma de conservación de la obra y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

3.17.2 De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

3.18 USO POR EL CONTRATISTA DE LA OBRA O BIENES DEL PROPIETARIO

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o construcciones o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en las construcciones, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

3.18.1 De contradicción entre el presente pliego de condiciones y las cláusulas del contrato entre contratista o instalador y promotor

En todo caso prevalecerá los acuerdos y cláusulas que de mutuo acuerdo hayan pactado contratista o instalador y promotor de las obras.

Cuando tal circunstancia se produjera, el Técnico Directo puede solicitar al Contratista una copia de dichos acuerdos o contratos suscritos en forma de Contrato Legal y deberá estar firmado por las partes que acuerden tal Documento.

4 CONDICIONES LEGALES

4.1 NORMAS REGLAMENTOS Y DEMÁS DISPOSICIONES VIGENTES

En la ejecución de este proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego, se aplicarán todas las Normas Legales Vigentes en la fecha de su aprobación que le sean de aplicación y que se encuentren recogidas en Disposiciones y Reglamentos, las Recomendaciones de UNESA y las disposiciones encuadradas en los Proyectos tipo de Electrificación Rural y Urbana. La Dirección de Obra podrá parar la misma si observara el incumplimiento de las Normas contenidas en este Pliego o de aquellas a las que no se hace referencia expresa y sean de aplicación, y procederá en consecuencia si estas faltas no quedan inmediatamente subsanadas.

El Constructor está obligado a cumplir toda la reglamentación vigente tanto en lo referente a las condiciones de contratación laboral, seguridad y salud en el trabajo, así como a las técnicas a que se hace referencia en el Proyecto.

En cualquier caso, no tendrá el Contratista derecho a indemnización alguna cuando la modificación que se introduzca obedezca al hecho de tener que cumplir lo mandado en cualquier Disposición Legal Vigente en la fecha de redacción de este proyecto, aun cuando en la misma no haya sido tenido en cuenta.

4.2 NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

El personal de la contrata está obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidas para eliminar o reducir los riesgos profesionales según se indican en el Estudio de Seguridad y salud del presente proyecto y en el Plan de Seguridad y Salud que se elaborará posteriormente, pudiendo el Director de Obra o el Coordinador de Seguridad, en su caso, suspender los trabajos si estima que el personal de la contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra o el Coordinador de Seguridad, en su caso, podrá exigir por escrito al Contratista el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, pueda producir accidentes que hagan peligrar su integridad física o la de sus compañeros.

Igualmente, el Director de Obra podrá requerir al Contratista, en cualquier momento, los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

En el Estudio de Seguridad y Salud del presente proyecto se describen todos los riesgos a que están expuestos los trabajadores y las medidas correctoras para eliminar o minimizar estos riesgos.

Tal y como se indica en el R.D. 1627/1997, antes del comienzo de los trabajos cada contratista deberá de presentar un Plan de Seguridad y Salud para los trabajos que va a realizar que contendrá, como mínimo, los riesgos indicados en el Estudio de Seguridad y Salud de este proyecto.

Dichos Planes de Seguridad y Salud deberán de ser aprobados por el Director de Obra o por el Coordinador de Seguridad, en su caso, y cumplidos por los contratistas.

En el caso de que durante el transcurso de los trabajos aparezcan nuevos riesgos no contenidos en los Planes de Seguridad y Salud, el Director de Obra o el Coordinador de Seguridad, en su caso, deberá de incluirlos y proponer las medidas correctoras oportunas para corregirlos o minimizarlos.

Al Contratista se le considera en conocimiento de la siguiente normativa/reglamentación general:

- LEY 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad.
- LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- REAL DECRETO 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- REAL DECRETO LEGISLATIVO 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- LEY 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica.
- REAL DECRETO 1277/2003, de 10 de octubre, por el que se establecen las bases generales sobre autorización de centros, servicios y establecimientos sanitarios.
- REAL DECRETO 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.
- REAL DECRETO 843/2011, de 17 de junio, por el que se establecen los criterios básicos sobre la organización de recursos para desarrollar la actividad sanitaria de los servicios de prevención.
- LEY 33/2011, de 4 de octubre, General de Salud Pública.
- REAL DECRETO LEGISLATIVO 8/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. (Artículos 157, 243, 244)

Además, será de aplicación cualquier normativa, reglamento o disposición específica relativos a la disciplina particular.

4.3 REGLAMENTACIÓN URBANÍSTICA

La obra por construir habrá de atenerse a todas las limitaciones del Proyecto aprobado por los organismos competentes, y en especial a lo referente a volumen, alturas, emplazamiento, ocupación de solar, etc., de acuerdo con el P.G.O.U. Municipal. Recordando que cualquier infracción puede ser sancionada de acuerdo con lo legislado en la Ley de Suelo del 2007 y la Ley de rehabilitación,

regeneración y renovación Urbana del 2013 y las actualizaciones y textos refundidos posteriores.

4.4 SEGURIDAD PÚBLICA

El Contratista deberá tomar las precauciones máximas en las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y demás elementos del entorno de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

Se deberá de prohibir el acceso a la obra a personas ajenas a la obra e incluir en el Plan de Seguridad y Salud correspondiente los riesgos a terceros, tal como se indica en el Estudio de Seguridad y Salud del presente proyecto.

El Contratista mantendrá una póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados frente a las responsabilidades por daños, civil, etc. en que uno u otros puedan incurrir como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

5 CONDICIONES TECNICAS

Comprende el presente proyecto la ejecución de las obras e instalación de los materiales necesarios para la construcción y montaje de la Subestación.

Estas obras contemplan el suministro y montaje de los materiales necesarios en la construcción de los Centros, así como la puesta en servicio de los mismos.

Los pliegos de condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

5.1 CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Todas las obras comprendidas en este proyecto se ejecutarán de acuerdo con los planos y órdenes del Director de Obra.

Independientemente de las condiciones particulares o específicas que se exijan a los materiales necesarios para ejecutar las obras en los artículos del presente Pliego, todos estos materiales deberán cumplir las condiciones siguientes:

- Deberán estar disponibles con suficiente anticipación al comienzo del trabajo correspondiente para que puedan ser examinados y ensayados, en caso de creerlo necesario el Director de Obra.
- Después de ser aprobado y aceptado el material, deberá mantenerse en todo momento, en condiciones de trabajo satisfactorias.
- Si durante la ejecución de las obras se observase, por cualquier motivo que algún material no es idóneo al fin del proyecto, éste deberá ser sustituido por otro que sí lo sea.

5.2 DISPOSICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES

5.2.1 General

1. Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural
2. Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16)
3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3 de 1976 y posteriores actualizaciones de artículos según órdenes de ministerio de Fomento, ordenes circulares y otras órdenes ministeriales (FOM, OC y OM)
4. Código Técnico de la Edificación (CTE)
5. Disposiciones vigentes de seguridad e higiene en el trabajo, y cuantas disposiciones complementarias relativas a estos Pliegos se hayan promulgado

5.2.2 Caminos

De manera general, los criterios de diseño cumplirán con lo especificado en

- Norma 3.1-IC. Trazado
- Norma 5.1-IC. Drenaje
- Norma 5.2-IC. Drenaje superficial
- Norma 6.1-IC. Secciones de firme
- O.C. 11/02 Sobre criterios a tener en cuenta en el proyecto y construcción de puentes con elementos prefabricados de hormigón estructural
- O.C. 306/89 Sobre caminos y vías de servicio y accesos a áreas y zonas de servicio.
- Pliego de prescripciones técnicas para obras de carreteras y puentes, PG-3
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural

5.2.3 Trazado

Para el diseño trazado en planta y vertical se seguirán lo indicado en la Norma 3.1-IC. Trazado.

Se seguirán las indicaciones del art. 7.4.5 de la Norma 3.1-IC: "Trazado, para el acceso a carreteras nacionales, vías de servicio o cualquier otro tipo de vía pública".

De manera general, y en caso de que no especifique lo contrario, se partirá de los siguientes criterios:

- Velocidad de proyecto: 30 km/h
- Ancho de rodadura: 4 m
- Bombeo: mínimo de 2% y máximo de 6%
- Radio mínimo de giro: 15 m
- Profundidad de cunetas: 0,5 m
- Talud de cunetas: 2:1

- Pendiente de proyecto máxima admisible: 8%
- Se intentará minimizar en todo lo posible los movimientos de tierras
- Los caminos no llevarán arcenes ni bermas

5.2.4 Explanada

Para el diseño de la explanada se seguirá lo indicado en el art. 5 de la Norma 6.1-IC. Secciones de firme.

De forma general y salvo indicaciones contrarias del proyectista se considerará un tráfico de IMDp T42, con tráfico de vehículos pesados menor de 25 al día.

Para la clasificación del tipo de material de suelo para la explanada, se atenderá a lo indicado en el art. 330 del PG-3, mediante el cumplimiento de los requisitos de los distintos tipos de suelos.

Para obtener el tipo de explanada se atenderá a lo expuesto en el art. 5.1 la Norma 6.1-IC. Secciones de firme.

Los tipos de suelo para material de explanada cumplirán con el art. 330 del Pliego de Condiciones Generales PG-3. Igualmente cumplirán con lo prescrito en la presente especificación.

La cota de la explanada deberá quedar al menos a sesenta centímetros (60 cm) por encima del nivel más alto previsible de la capa freática donde el macizo de apoyo esté formado por suelos seleccionados; a ochenta centímetros (80 cm) donde esté formado por suelos adecuados; a cien centímetros (100 cm) donde sean tolerables, y a ciento veinte centímetros (120 cm) donde sean marginales o inadecuados.

A tal fin se adoptarán medidas tales como la elevación de la cota de la explanada, la colocación de drenes subterráneos, la interposición de geotextiles o de una capa drenante, etc., asegurando además la evacuación del agua que se pueda infiltrar a través del firme de la calzada y de los arcenes.

Como norma general, excepto que el Proyectista prescriba lo contrario, la sub-base se formará con el propio terreno, y tendrá el espesor necesario para transmitir y soportar los esfuerzos. Los materiales de la sub-base deberá cumplir lo especificado en el art. 330 del Pliego PG-3.

5.2.5 Secciones de firme

Para el diseño de las secciones de firme se seguirá lo indicado en el art. 6 de la Norma 6.1-IC. Secciones de firme.

Como norma general, excepto que el Proyectista prescriba lo contrario, la base de rodadura será de zahorra artificial con un espesor mínimo de 30 cm.

Los materiales de zahorra cumplirán con lo indicado en el art. 510 del Pliego PG-3.

5.2.6 Drenajes. Generalidades

Para el cálculo de los elementos de drenaje y pequeñas obras de paso, se considerará un periodo de retorno mínimo de 10 años.

La velocidad máxima de evacuación de aguas se corresponderá con las indicadas según la naturaleza del terreno en la tabla 1.3 de la Instrucción 5.2-IC. Drenaje superficial.

El caudal de referencia se calculará en función de lo indicado en el aptdo. 2 de la Instrucción 5.2-IC. Drenaje superficial.

A fin de disminuir todo lo posible los caudales a evacuar, se desaguará la red de drenaje superficial siempre que sea posible, excepto en zonas muy sensibles a la contaminación donde convenga evitar todo vertido de aguas pluviales.

5.2.7 Drenaje de plataforma y márgenes

Para el diseño, de forma general, se seguirán las indicaciones del art. 3 de la Instrucción 5.2-IC. Drenaje superficial.

El drenaje superficial deberá proyectarse como una red o conjunto de redes que recoja la escorrentía superficial procedente de la plataforma de la carretera y de los márgenes que viertan hacia ella, y las conduzca a un desagüe

El desagüe del drenaje superficial deberá hacerse, en general, a dónde y cómo iría normalmente el agua de no existir la carretera, o a cauces naturales o artificiales, dotados de las protecciones necesarias para evitar erosiones o sedimentaciones perjudiciales, disponiendo si es preciso dispositivos de disipación de energía, especialmente donde se vierta en régimen rápido o sea preciso desviar un cauce.

En particular, las aguas procedentes de desmontes no deberán verterse por los terraplenes contiguos sin disponer las cunetas o protecciones necesarias

5.2.8 Drenaje longitudinal

Se atenderá, de forma general salvo prescripción del Projectista, a lo indicado en el art. 3.6 de la Instrucción 5.2-IC. Drenajes superficiales.

De forma general se emplearán cunetas de sección triangular.

Como mínimo, la cuneta tendrá 0,5 m de profundidad por un metro de anchura.

Las pendientes de los taludes de la cuneta serán 2:1.

Las dimensiones y pendiente longitudinal de la cuneta deberán asegurar que, cuando desagüen el caudal de referencia se cumplan las condiciones del art 1.2. de la Instrucción 5.2-IC.

Si fueran de temer efectos perjudiciales sobre el firme por infiltración de las aguas de la cuneta el nivel de la lámina libre no deberá rebasar el de la explanada.

La pendiente longitudinal de las cunetas será igual que las de la rasante de la base de rodadura, excepto cuando sea mayor para una mayor capacidad de evacuación de agua.

Con pendientes longitudinales de las cunetas superiores al 5%, la cuneta se revestirá con una capa de hormigón en masa de 10 cm.

Salvo justificación en contrario, para estimar la capacidad de desagüe en elementos donde la pérdida de energía sea debida al rozamiento con cauces o conductos de paredes rugosas en régimen turbulento se utilizará la fórmula de Manning-Strickler.

Los pasos de las cunetas bajo los caminos se realizarán mediante conductos circulares machihembrado de hormigón los cuales irán recepcionadas en el camino con hormigón. Las dimensiones mínimas serán las adecuadas para evacuar el caudal de referencia.

5.2.9 Drenaje transversal

El drenaje transversal estará limitado a caminos de acceso o servicios auxiliares, si existiesen. Aunque no se prevén plataformas exteriores, es necesario prever pasos hidráulicos para la evacuación de escorrentía en accesos o cruces con cursos de agua menores.

Se seguirá lo indicado en el artículo 5.2 de la Instrucción 5.2-IC, aplicándolo a zonas puntuales. Se emplearán conductos circulares machihembrados de hormigón o tuberías de PEAD, cuyas dimensiones aseguren la evacuación del caudal de referencia.

La alineación del drenaje coincidirá con el flujo natural del terreno. En caso de cruce con caminos, el recorrido del drenaje se proyectará lo más corto posible para evitar pérdidas de carga. La pendiente de los conductos se ajustará al perfil del terreno, asegurando un flujo sin estancamientos.

Si se detectan riesgos de erosión, colmatación o deslizamiento, se integrarán elementos adicionales como embocaduras prefabricadas, dispositivos disipadores de energía, rejillas de protección, o cámaras de inspección para mantenimiento.

En los casos que se considere necesario, se colocarán embocaduras para acoplar el conducto al terreno. Las distintas soluciones se tomarán conforme a lo indicado en el art. de art. 5.2.2.4 de la Instrucción 5.2-IC. Drenajes superficiales.

5.3 ÁRIDOS PARA MORTEROS Y HORMIGONES

Los hormigones que aquí se definen, así como los materiales que lo componen, cumplirán las especificaciones indicadas en la vigente "Código Estructural", así como en el Pliego de Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

Los componentes del hormigón serán:

- Cemento
- Agua
- Áridos
- Aditivos. En el caso de que así se prescriban

El hormigón que emplear para los pilotes, las zapatas aisladas o zapatas combinadas, será del tipo que prescriba el Fabricante de las estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos o bien el Proyectista de la totalidad del proyecto. Las características del hormigón detallarán como mínimo:

- Resistencia característica especificada
- La resistencia mínima del hormigón en masa será $f_{ck} > 20 \text{ N/mm}^2$
- La resistencia mínima del hormigón armado será $f_{ck} > 25 \text{ N/mm}^2$
- Docilidad
- Tamaño máximo del árido: especificado por el Proyectista o en su defecto 40 mm
- Contenidos de cemento y relación agua/cemento compatible con el ambiente y el tipo de función del hormigón

El hormigón que emplear para las cimentaciones directas mediante zapatas aisladas o bien mediante zapatas combinadas será siempre procedente de central.

La docilidad del hormigón será dictaminada por las consideraciones de la Dirección Facultativa.

- Dosificación

La dosificación del hormigón será la determinada por el Proyectista. La cantidad mínima de cemento por m³ será según el Código Estructural. La cantidad máxima de cemento no será superior a 400 kg/m³ de hormigón. La relación agua/cemento no será mayor que lo determinado según Código Estructural.

5.3.1 Cementos

Las especificaciones de los cementos que se usarán en las cimentaciones directas para estructuras s para la recepción de Cementos RC-03 y en el Código Estructural, así como a las siguientes Normas UNE:

- UNE 80 301 Cementos. Cementos comunes. Composición, especificaciones y criterios de conformidad
- UNE 80 303 Cementos resistentes a sulfatos y/o agua de mar
- UNE 80 305 Cementos blancos

5.3.2 Agua

El agua usada tanto para el amasado como el curado del hormigón en obra, no deben contener ningún ingrediente dañino en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de la armadura frente a la corrosión.

En caso de origen dudoso del agua, se procederá al análisis de la misma, que deberá cumplir los requisitos especificados en el Código Estructural. No podrá usarse agua de mar o aguas salinas para el hormigón armado o pretensado.

5.3.3 Áridos

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características que se exijan a éste en el Pliego PG-3 y en el Código Estructural.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas o escorias siderúrgicas apropiadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorio. En cualquier caso, el suministrador de áridos garantizará documentalmente el cumplimiento de las especificaciones que se indican en Código Estructural hasta la recepción de éstos.

Cuando no se tengan antecedentes sobre la naturaleza de los áridos disponibles, o se vayan a emplear para otras aplicaciones distintas de las ya sancionadas por la práctica, se realizarán ensayos de identificación mediante análisis mineralógicos, petrográficos, físicos o químicos, según convenga a cada caso.

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

Los áridos deben ser transportados y acopiados de manera que se evite su segregación y contaminación, debiendo mantener las características granulométricas de cada una de sus fracciones hasta su incorporación a la mezcla.

Por su parte, el fabricante de hormigón, que está obligado a emplear áridos que cumplan las especificaciones señaladas en el Código Estructural, deberá en caso de duda, realizar los correspondientes ensayos.

El tamaño de los áridos será prescrito por el Fabricante de las estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos o por el Projectista de la totalidad del proyecto.

5.3.4 Aditivos

Aditivos son aquellas sustancias o productos que, incorporados al hormigón antes del amasado (o durante el mismo o en el transcurso de un amasado suplementario) en una proporción no superior al 5% del peso del cemento, producen la

modificación deseada, en estado fresco o endurecido, de alguna de sus características, de sus propiedades habituales o de su comportamiento.

En los hormigones armados o pretensados no podrán utilizarse como aditivos el cloruro cálcico ni en general productos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

En los elementos pretensados mediante armaduras ancladas exclusivamente por adherencia, no podrán utilizarse aditivos que tengan carácter de aireantes.

En los documentos de origen, figurará la designación del aditivo de acuerdo con lo indicado en la UNE EN 934-2:98, así como el certificado de garantía del fabricante de que las características y especialmente el comportamiento del aditivo, agregado en las proporciones y condiciones previstas, son tales que produce la función principal deseada sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón, ni representar peligro para las armaduras.

Los aditivos se transportarán y almacenarán de manera que se evite su contaminación y que sus propiedades no se vean afectadas por factores físicos o químicos (heladas, altas temperaturas, etc.). El fabricante suministrará el aditivo correctamente etiquetado, según la UNE 83275:89 EX.

Los aditivos que modifiquen el comportamiento reológico del hormigón deberán cumplir la UNE EN 934-2:98. Los aditivos que modifiquen el tiempo de fraguado deberán cumplir la UNE EN 934-2:98.

5.3.5 Arenas

Las arenas serán de naturaleza silíceas, no admitiéndose arenas cuyas sustancias perjudiciales excedan de los porcentajes referidos en peso seco, determinados según las normas de ensayo UNE.

No se utilizarán áridos finos que presenten una proporción de materiales orgánicos tal que ensayados con arreglo al método de ensayo UNE-7082, produzca una sustancia más oscura que la sustancia patrón.

Para la arena destinada a confección de morteros, habrán de cumplirse las siguientes condiciones:

- Tamaño máximo de granos tal que la arena pase por un tamiz de abertura no superior a 3,3 mm (1/3 del espesor del tendel)
- Contenido en finos, determinado por tamizado, en legislación, que pase por el tamiz 0,008 no será superior al 15% del peso total de la muestra.
- El contenido total de materiales perjudiciales tales como mica, yeso, feldespato, etc, no será nunca superior al 20%.

5.3.6 Cementos

Los cementos que se usarán para la confección de morteros atenderán a lo dictado a la Instrucción para la recepción de Cementos RC-03 y en el Código Estructural.

El tipo de cemento para la confección de mortero será determinado por la Dirección Técnica.

La temperatura de llegada del cemento a la obra será inferior de 70° C, cualquiera que sea la forma de suministro de esta, estará igualmente defendido frente a la humedad en todo momento y se conservará en locales cubiertos, secos y ventilados.

5.3.7 Morteros

Se usará el mortero de alta resistencia para el relleno de las coqueras superficiales de las zapatas aisladas y zapatas combinadas.

El mortero usará los componentes de cemento, arenas y aguas especificados por la dirección técnica, en las proporciones que esta indique.

El mortero de cemento podrá usarse dentro de las 2 horas siguientes a su amasado. Durante este tiempo podrá añadirse agua para compensar la pérdida de agua del amasado. Pasado esta fracción de tiempo, el mortero será desechado sin volver a ser utilizado.

5.3.8 Gravas

Las gravas utilizadas para mejora de la capacidad portante del suelo cumplirán con lo prescrito en el código estructural.

No se admitirán gravas cuyas sustancias perjudiciales excedan de los porcentajes referidos en peso seco, determinados según las normas de ensayo UNE.

El árido grueso estará exento de cualquier sustancia que pueda reaccionar perjudicialmente con los álcalis de que contenga el cemento.

Se comprobará que las gravas no presenten una pérdida de peso superior al 12% y al 18% al ser sometido a cinco ciclos de tratamiento con soluciones de sulfato sódico y sulfato magnésico respectivamente, de acuerdo con el método de ensayo UN 7236.

El coeficiente de forma del árido grueso, determinado según el método de ensayo UNE 7318, no deberá ser inferior a 0,15.

5.3.9 Elementos de hormigón prefabricado. Generalidades

Los elementos de hormigón prefabricado cumplirán con lo prescrito en:

- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural
- Instrucción para la Recepción de Cementos.
- Art. 610 "Hormigones" y art. 630 "Obras de hormigón en masa o armado" del PG-3.

5.3.10 Elementos de hormigón prefabricado. Arquetas

Las arquetas prefabricadas cumplirán con las normas UNE EN 1917 y complemento nacional UNE 127917.

Las arquetas usadas para los drenajes serán con fondo, de hormigón HM-20, y tendrán las dimensiones especificadas por el Proyectista.

Las arquetas estarán en perfecto estado, sin grietas ni agujeros. Las superficies no presentarán irregularidades como tampoco presentarán coqueras.

5.4 EQUIPOS Y MAQUINARIA. GENERALIDADES

Durante la fase de construcción de la instalación, los equipos y maquinaria deberán ubicarse en zonas donde generen el menor impacto posible sobre el entorno, especialmente en lo relativo a emisiones acústicas, polvo o riesgo de contaminación del suelo.

Toda la maquinaria deberá encontrarse en perfecto estado de mantenimiento, quedando prohibido el uso de equipos que presenten fugas de aceites, grasas u otros fluidos contaminantes. Las operaciones de repostaje o mantenimiento se realizarán exclusivamente en zonas habilitadas con elementos de contención para evitar vertidos accidentales.

En caso de que así lo exijan las condiciones ambientales establecidas por la autoridad competente, los equipos deberán estar equipados con sistemas de reducción de ruido, como silenciadores u otros dispositivos de atenuación acústica.

Si se realizan trabajos previos de desbroce o limpieza del terreno en los accesos al edificio, la maquinaria empleada deberá estar dotada de extintores operativos, con el fin de sofocar de forma inmediata cualquier conato de incendio que pudiera producirse por fricción o proyección de chispas.

5.5 EJECUCIÓN

Los componentes fundamentales de la Subestación están suficientemente definidos en la Memoria Descriptiva y en los Planos incluidos en el presente Proyecto.

La información se completa con la Relación de Materiales que figura en el Presupuesto.

5.5.1 Responsabilidades

5.5.1.1 Responsabilidades del contratista

El contratista será responsable del cumplimiento de todas las disposiciones de la presente especificación. Entre ellas:

- Calidad de los materiales y equipos conforme a lo especificado.
- Realización de los replanteos previos a la ejecución de las unidades de obra.
- Ejecución de los trabajos conforme a procedimiento especificado.
- Comunicar a la Dirección Técnica cualquier cambio que pretenda realizarse en los materiales y equipos o en la ejecución de las unidades de obra para su aprobación.
- Ejecución de los trabajos conforme a las restricciones y condicionantes técnicos reflejados en todos los permisos y licencias administrativas necesarias para la autorización administrativa del Proyecto.
- Cumplimiento del preceptivo plan de calidad.
- Cumplimiento del cronograma de ejecución de los trabajos de la obra, conforme a los rendimientos indicados por el propio contratista.
- Presentar a la Dirección Facultativa los materiales y equipos a instalar previamente a la ejecución de las obras y/o instalación de los equipos.
- Entrega a la Dirección Facultativa de la documentación de producto y certificados de calidad de los materiales
- Cumplimiento preceptivo del plan de Seguridad y Salud integral de la obra.
- Cumplimiento del control medioambiental de la obra.
- Limpieza de la obra durante y el termino de los trabajos correspondiente a la misma.
- Elaborar el cronograma de ejecución de los trabajos de la obra conforme a los rendimientos adecuados.

5.5.1.2 Responsabilidades de la Dirección Técnica

Será responsabilidad de la Dirección Técnica de la Obra:

- Redactar el documento técnico de estudios y análisis del Proyecto de ejecución de las obras.
- Verificar y aprobar el replanteo de las diferentes unidades de obra realizado por el contratista.
- Aprobar o denegar las modificaciones al Proyecto propuesta por el Contratista.
- Analizar y aportar soluciones a los problemas que se planteen durante el periodo de ejecución de las obras.
- Solicitar o disponer las pruebas, las comprobaciones o ensayos de los materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable.

5.5.2 Procedimiento de ejecución

5.5.2.1 Estudios previos

Se realizará un análisis conjunto por parte de la Dirección Facultativa y el Contratista del Proyecto, comparando los elementos proyectados con la realidad física del terreno y de la ejecución propia de los trabajos, tratando de llegar a las conclusiones que identifiquen:

- Condicionantes técnicos por condiciones de terreno para la ejecución de los trabajos.
- Condicionantes técnicos por dificultades de acceso al lugar de las obras.
- Condicionantes administrativos que afecten a la ejecución de los trabajos.
- Elementos que puedan ocasionar retrasos en la ejecución de los trabajos.
- Soluciones a los elementos identificados.

5.5.2.2 Replanteo del desbroce

Se seguirán los procedimientos prescritos en la especificación de proyecto. Replanteos Topográficos, para el presente proyecto. Se utilizarán los equipos y materiales prescritos en dichas especificaciones.

El replanteo deberá contar con la aprobación de la Dirección Facultativa.

5.5.2.3 Desbroce

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción, así como a los condicionantes impuestos en la Declaración de Impacto Ambiental emitida por la Administración competente en materia Medio Ambiental.

No se realizará desbroce sobre elementos arbóreos o sobre regeneración natural de especies arbóreas. Para tal fin, se señalarán los elementos arbóreos que se deban respetar en el desbroce.

Debe retirarse la tierra vegetal de las superficies de terreno afectadas por excavaciones o terraplenes, según las profundidades definidas en el Proyecto y verificadas o definidas durante la obra.

La profundidad de desbroce será de un mínimo de 40 cm, a excepción de los casos en el que el Projectista prescriba profundidades distintas.

Los desechos serán transportados a vertedero, incinerados o enterrados, según el caso, cumpliendo las normas existentes sobre la incineración e informándose sobre propagación posible de plagas.

La tierra vegetal procedente de desbroce se dispondrá para su ubicación definitiva en el menor tiempo posible. Si no fuese posible, se deberá apilar en montones con una altura que no supere los 2 m.

En zonas muy blandas o pantanosas la retirada de la capa de tierra vegetal puede ser inadecuada, por poder constituir una costra más resistente y menos deformable que el terreno subyacente. En estos casos y en todos aquellos en que, según el Proyecto o el Director de las Obras, el mantenimiento de dicha capa sea beneficioso, ésta no se retirará.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas existentes.

El Contratista deberá disponer las medidas de protección adecuadas para evitar que la vegetación, objetos y servicios considerados como permanentes, resulten dañados. Cuando dichos elementos resulten dañados por el Contratista, éste deberá reemplazarlos, con la aprobación del Director de las Obras, sin costo para la Propiedad.

Puntualmente se le podrá exigir al contratista bajo justificación de la Dirección Facultativa, desbroce manual selectivo en las zonas indicadas. Dicho desbroce se realizará mediante moto desbrozadora.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones del Director de las Obras.

Los trabajos se realizarán de forma que no se produzcan molestias a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

5.5.2.4 Escarificación y compactación

La operación se llevará a cabo de forma que sea mínimo el tiempo que medie entre el desbroce, o en su caso excavación, y el comienzo de éstas

La escarificación se llevará a cabo en las zonas y con las profundidades que estipulen el Proyecto o el Director de las Obras, no debiendo en ningún caso afectar esta operación a una profundidad menor de quince centímetros (15 cm), ni mayor de cincuenta centímetros (50 cm). En este último caso sería preceptiva la retirada del material y su posterior colocación por tongadas siendo aplicable el articulado correspondiente a movimiento de tierras.

Deberán señalarse y tratarse específicamente aquellas zonas en que la operación pueda interferir con obras subyacentes de drenaje o refuerzo del terreno

5.5.2.5 Replanteo de la zona cimentada

El replanteo se realizará una vez completadas las labores de limpieza y adecuación del terreno natural.

Se seguirán los procedimientos establecidos en la especificación "Replanteos Topográficos" del proyecto, empleando los equipos y métodos definidos en dicha documentación.

El replanteo incluirá la ubicación exacta del perímetro del edificio, los ejes estructurales, puntos singulares de cimentación y servicios enterrados, y deberá

ser validado por la Dirección Facultativa antes del inicio de las obras de cimentación.

5.5.2.6 Excavación de la explanada

Una vez finalizadas las tareas de limpieza y preparación superficial del terreno, se procederá a la excavación de la plataforma de cimentación sobre la que se asentará el edificio técnico. Estas labores se ejecutarán de acuerdo con las alineaciones, cotas, niveles y dimensiones establecidas en el Proyecto.

No se utilizarán métodos de excavación distintos a los especificados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, especialmente si su aplicación pudiera afectar negativamente a la capacidad portante del terreno.

Durante la ejecución de la excavación, se adoptarán todas las medidas necesarias para no comprometer la estabilidad del terreno adyacente no excavado, teniendo en cuenta las condiciones geotécnicas del emplazamiento. Se prestará especial atención a evitar:

- Inestabilidad de taludes provisionales
- Deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación
- Encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras
- Taludes provisionales excesivos
- etc.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción

Durante las diversas etapas de la construcción de la plataforma de cimentación, se garantizará un drenaje provisional eficaz del recinto, evitando encharcamientos o erosión. Cualquier zanja, cuneta o elemento auxiliar temporal deberá estar correctamente dispuesto para facilitar la evacuación del agua.

La tierra vegetal que permanezca sobre el terreno y no haya sido retirada en las labores previas, se extraerá conforme a lo establecido en el Proyecto y las instrucciones de la Dirección de las Obras. Este material se acopiará de forma diferenciada para su posible uso posterior en tratamientos paisajísticos o protección superficial de taludes, si fuera necesario. Se atenderá a lo dispuesto en el artículo 300.2.2 del PG-3 respecto a su manipulación y almacenamiento.

Siempre que sea posible, los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos y demás usos fijados en el Proyecto, y se transportarán directamente a las zonas previstas en el mismo, en su defecto, se estará a lo que, al respecto, disponga el Director de las Obras.

No se desechará ningún material excavado sin la previa autorización del Director de las Obras.

Los fragmentos de roca y bolos de piedra que se obtengan de la excavación y que no vayan a ser utilizados directamente en las obras se acopiarán y emplearán, si

procede, en la protección de taludes, canalizaciones de agua, defensas contra la posible erosión, o en cualquier otro uso que señale el Director de las Obras.

Las rocas o bolos de piedra que aparezcan en la explanada, en zonas de desmonte en tierra, deberán eliminarse, a menos que el Contratista prefiera triturarlos al tamaño que se le ordene.

El material extraído en exceso podrá utilizarse en la ampliación de terraplenes, si así está definido en el Proyecto o lo autoriza el Director de las Obras, debiéndose cumplir las mismas condiciones de acabado superficial que el relleno sin ampliar.

Los materiales excavados no aprovechables se transportarán a vertedero autorizado, sin que ello dé derecho a abono independiente. Las áreas de vertedero de estos materiales serán las definidas en el Proyecto o, en su defecto, las autorizadas por el Director de las Obras a propuesta del Contratista, quien deberá obtener a su costa los oportunos permisos y facilitar copia de los mismos al Director de las Obras.

Las excavaciones en roca se ejecutarán de forma que no se dañe, quebrante o desprenda la roca no excavada. Se pondrá especial cuidado en evitar dañar los taludes del desmonte y la cimentación de la futura explanada de la carretera. Cuando los taludes excavados tengan zonas inestables o la cimentación de la futura explanada presente cavidades, el Contratista adoptará las medidas de corrección necesarias, con la aprobación del Director de las Obras.

Se cuidará especialmente la subrasante que se establezca en los desmontes en roca debiendo ésta presentar una superficie que permita un perfecto drenaje sin encharcamientos, y en los casos en que por efecto de la voladura se generen zonas sin desagüe se deberán eliminar éstas mediante la aplicación de hormigón de saneo que genere la superficie de la subrasante de acuerdo con los planos establecidos para las mismas y con las tolerancias previstas en el Proyecto, no siendo estas operaciones de abono.

La ejecución de excavaciones en roca, si las hubiera, se realizará con métodos que preserven la integridad del terreno adyacente, y se extremarán las precauciones para no dañar taludes ni afectar la capacidad portante del fondo. En caso de requerirse voladuras controladas, se aplicará lo dispuesto en el artículo 322 del PG-3.

El Director de las Obras podrá prohibir la utilización de métodos de voladura que considere peligrosos o dañinos, aunque la autorización no exime al Contratista de la responsabilidad por los daños ocasionados como consecuencia de tales trabajos.

Si se hubiese previsto o se estimase necesaria, durante la ejecución de las obras, la utilización de préstamos, el Contratista comunicará al Director de las Obras, con suficiente antelación, la apertura de los citados préstamos, a fin de que se pueda medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado y, en el caso de préstamos autorizados, realizar los oportunos ensayos para su aprobación, si procede.

No se tomarán préstamos en la zona de apoyo de la obra, ni se sustituirán los terrenos de apoyo de la obra por materiales admisibles de peores características o que empeoren la capacidad portante de la superficie de apoyo.

Se tomarán perfiles, con cotas y mediciones, de la superficie de la zona de préstamo después del desbroce y, asimismo, después de la excavación.

El Contratista no excavará más allá de las dimensiones y cotas establecidas.

Los préstamos deberán excavarся disponiendo las oportunas medidas de drenaje que impidan que se pueda acumular agua en ellos. El material inadecuado se depositará de acuerdo con lo que el Director de las Obras ordene al respecto.

Los taludes de los préstamos deberán ser estables, y una vez terminada su explotación, se acondicionarán de forma que no dañen el aspecto general del paisaje. No deberán ser visibles desde la carretera terminada, ni desde cualquier otro punto con especial impacto paisajístico negativo, debiéndose cumplir la normativa existente respecto a su posible impacto ambiental.

Los caballeros, o depósitos de tierra, que se formen deberán tener forma regular, superficies lisas que favorezcan la escorrentía de las aguas y un grado de estabilidad que evite cualquier derrumbamiento. Deberán situarse en los lugares que, al efecto, señale el Director de las Obras, se cuidará de evitar sus arrastres hacia la carretera o las obras de desagüe, y de que no se obstaculice la circulación por los caminos que haya establecidos, ni el curso de los ríos, arroyos o acequias que haya en las inmediaciones de la carretera.

El material vertido en caballeros no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo.

Cuando tras la excavación de la explanación aparezca suelo inadecuado en los taludes o en la explanada, el Director de las Obras podrá requerir del Contratista que retire esos materiales y los sustituya por material de relleno apropiado. Antes y después de la excavación y de la colocación de este relleno se tomarán perfiles transversales

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie e impedir cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final. En el caso que la excavación del talud sea definitiva y se realice mediante perforación y voladura de roca, se cumplirá lo dispuesto en el art. 322, "Excavación especial de taludes en roca" del Pliego PG-3.

Las zanjas que, de acuerdo con el Proyecto, deban ser ejecutadas en el pie del talud, se excavarán de forma que el terreno afectado no pierda resistencia debido a la deformación de las paredes de la zanja o a un drenaje defectuoso de ésta. La zanja se mantendrá abierta el tiempo mínimo indispensable, y el material de relleno se compactará cuidadosamente. Asimismo, se tendrá especial cuidado en limitar la longitud de la zanja abierta al mismo tiempo, a efectos de disminuir los efectos antes citados.

Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como bulones, gunitado, plantaciones superficiales, revestimiento, cunetas de guarda, etc., dichos trabajos deberán realizarse tan pronto como la excavación del talud lo permita.

Se procurará dar un aspecto a las superficies finales de los taludes, tanto si se recubren con tierra vegetal como si no, que armonice en lo posible con el paisaje natural existente. En el caso de emplear gunita, se le añadirán colorantes a efectos de que su acabado armonice con el terreno circundante.

La transición de desmonte a terraplén se realizará de forma gradual, ajustando y suavizando las pendientes, y adoptándose las medidas de drenaje necesarias para evitar aporte de agua a la base del terraplén.

En el caso de que los taludes presenten desperfectos antes de la recepción de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las reparaciones complementarias ordenadas por el Director de las Obras. Si dichos desperfectos son imputables a ejecución inadecuada o a incumplimiento de las instrucciones del Director de las Obras, el Contratista será responsable de los daños y sobrecostes ocasionados

Se cuidarán especialmente estas zonas de contacto en las que la excavación se ampliará hasta que la coronación del terraplén penetre en ella en toda su sección, no admitiéndose secciones en las que el apoyo de la coronación del terraplén y el fondo de excavación estén en planos distintos.

En estos contactos se estudiarán especialmente en el Proyecto el drenaje de estas zonas y se contemplarán las medidas necesarias para evitar su inundación o saturación de agua

5.5.2.7 Excavación y relleno de zanjas

Previo a la excavación de la zanja, se realizará el replanteo de las mismas siguiendo lo prescrito en la especificación de proyecto.

Las zanjas se ajustarán al trazado realizado en el replanteo y cumplirán con las dimensiones, profundidades y pendientes indicadas en el Proyecto de Ejecución, según planos de secciones tipo o según las órdenes de la Dirección Facultativa.

La excavación de las zanjas se realizará mediante la pala de una retroexcavadora. En la medida que sea posible la retroexcavadora se posicionará sobre el eje de la zanja.

En terrenos rocosos la excavación se realizará mediante el acoplamiento de una punta martillo a la retroexcavadora o cualquier otro método aprobado por el Director de la Obra. No se utilizará método de excavación por voladura.

Deberá dejarse la superficie del fondo de la zanja limpia y firme, y escalonada si se requiere. Se elimina del fondo todos los materiales sueltos o flojos y se rellenan huecos y grietas. Se quitan las rocas sueltas o disgregadas y todo material que se haya desprendido de los taludes.

Los acopios de material extraído de la zanja se depositarán como mínimo a una distancia de 1,5 m del borde de la zanja.

Las zanjas o pozos que tengan una profundidad menor o igual a un metro veinticinco centímetros (1,25 m) podrán ser excavadas con taludes verticales y sin entibación.

En el caso de cruzamientos con líneas eléctricas, conducciones de agua, gas o cualquier otro tipo de elementos, habrá presente personal de ayuda a la excavación para evitar la rotura de los elementos de cruce. Al menor signo de presencia de los elementos, se parará la excavación mecánica y se procederá a la excavación manual, siempre sin dañar los elementos de cruce.

Las obras se realizarán por tramos de manera independiente, no debiéndose comenzar la excavación del tramo siguiente hasta no haber finalizado la colocación de las conducciones en el anterior. Los tramos serán un mínimo de 20 m.

En el caso de que el nivel freático supere la cota de profundidad de la zanja, en cada tramo abierto se colocará un dique y se procederá a evacuar el agua con un mínimo de 2 bombas de achique.

Los tramos de zanja abiertos no permanecerán como tales más de 24 h.

El relleno de las zanjas se realizará según los mismos tramos de apertura. El relleno de las zanjas se realizará por tongadas no superiores a 30 cm. Las tongadas se extenderán alcanzando toda la longitud entre tramos.

No se podrá iniciar la extensión y compactación de una nueva tongada sin haber finalizado la extensión y compactación de la anterior.

Se realizará la compactación de estas hasta alcanzar un grado de compactación a alcanzar en cada tongada el 95% del ensayo Próctor modificado.

En el caso de que no sea posible establecer las dimensiones prescritas en las zanjas por condicionantes o bien técnicos o administrativos, se dispondrá una capa de hormigón HM-20 de 10 cm de espesor para compensar el defecto de profundidad.

En las zanjas para el drenaje transversal, se atenderá a lo especificado en el apdo. Drenaje transversal. Pasos.

5.5.2.8 Formación de terreno para cimentación

La ejecución de las operaciones necesarias para la formación del terreno para cimentación comprende las operaciones siguientes:

- Extensión del material de tongada
- Humectación o desecación de una tongada
- Compactación de una tongada

Las tres últimas operaciones se reiterarán cuantas veces sea preciso.

No se extenderá ninguna tongada mientras no se haya comprobado que la superficie subyacente cumple las condiciones exigidas y sea autorizada su extensión por el Director de las Obras.

En tiempo de lluvia intensa o con el nivel freático muy elevado, se evacuará el agua mediante bombas de achique hasta evacuar completamente el agua, antes de extender ninguna tongada de material.

El espesor de las tongadas será el adecuado para que se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Dicho espesor, en general y salvo especificación en contra del Proyecto o de la Dirección Facultativa, será de treinta (30) centímetros.

El material de las tongadas será de características uniformes y, si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con maquinaria adecuada para ello, previa a la extensión.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria, en general en torno al cuatro por ciento (4%), para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión y evitar la concentración de vertidos.

Los equipos de transporte de tierras y extensión de las mismas operarán sobre todo el ancho de cada capa y, en general, en el sentido longitudinal de la vía.

En el caso de que sea preciso añadir agua para conseguir el grado de compactación previsto, se efectuará esta operación humectando uniformemente los materiales, bien en las zonas de procedencia (canteras, préstamos), bien en acopios intermedios o bien en la tongada, disponiendo los sistemas adecuados para asegurar la citada uniformidad (desmenuzamiento previo, uso de rodillos "pata de cabra", etc.).

En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva, se tomarán las medidas adecuadas, para conseguir la compactación prevista, pudiéndose proceder a la desecación por oreo, o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas

Una vez que se ha conseguido la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada, mediante un compactador autopropulsado vibratorio con rodillo metálico.

La compactación se realizará has que los valores de densidad y humedad alcancen los valores que se fijan el Proyecto o por la Dirección Facultativa. No se iniciará una nueva tongada hasta que no se obtenga el grado de compactación adecuado.

En todo caso el grado de compactación deberá ser del 95% del ensayo Próctor modificado.

No serán de utilización para la explanada los suelos marginales, suelos colapsables, suelos expansivos o suelos con yeso, según se definen en el art. 330 del Pliego PG-3.

Los espesores prescritos en la figura 1 de la Norma 6.1-IC, no podrán ser reducidos, aunque se recurra al empleo de materiales de calidad superior a la especificada en cada una de las secciones.

Las obras de terminación y refino de la explanada se ejecutarán con posterioridad a la explanación y construcción de drenes y obras de fábrica que impidan o dificulten su realización. La terminación y refino de la explanada se realizará inmediatamente antes de iniciar la construcción del firme, pavimentación u otras obras de superestructura.

Previo a la formación del firme se realizará la comprobación de que se reúnen las condiciones de calidad y características geométricas de la explanada.

5.5.2.9 Secciones de firme

El firme de los caminos estará compuesto por zahorras artificiales.

No se podrá utilizar en la ejecución de las zahorras ningún equipo que no haya sido previamente aprobado por la Dirección Facultativa.

La zahorra se transportará al lugar de empleo en camiones de caja abierta, lisa y estanca, perfectamente limpia. Deberán disponer de lonas o cobertores adecuados para protegerla durante su transporte. Por seguridad de la circulación vial será inexcusable el empleo de cobertores para el transporte por carreteras en servicio.

Queda absolutamente prohibido verter la zahorra fabricada directamente al suelo desde los silos de almacenamiento o desde la salida de la planta de fabricación.

Los acopios se harán ordenadamente por tongadas de 1 m como máximo de espesor. La altura total de acopio no excederá los 4 m. En el caso de que los acopios se hicieran directamente sobre el suelo, no se utilizarán los primeros 15 cm de los acopios.

Las zahorras se podrán poner en obra siempre que las condiciones meteorológicas no hubieran producido alteraciones en la humedad del material, tales que se superasen las tolerancias especificadas en la presente especificación.

Previamente se comprobará la homogeneidad del material. En caso de que no sea homogéneo, se mezclará hasta tener una homogeneidad del mismo, mediante máquinas mezcladoras adecuadas.

El extendido de las tongadas se realizará mediante motoniveladora. El espesor de las tongadas a compactar será lo suficientemente deducido para que se obtenga en toda su extensión el grado de compactación exigido.

En caso de que sea necesario, se humificará la tongada para tenerla humedad óptima de compactación.

Se procederá a la compactación mecánica de la tongada, mediante un compactador autopropulsado vibratorio con rodillo metálico. Debe evitarse que por exceso de vibración, se ocasione la segregación del material o que dejen de estar en íntimo contacto.

La compactación se realizará longitudinalmente, empezando desde los bordes y solapando, en cada recorrido, un ancho no inferior a un tercio del elemento compactador.

La compactación se realizará hasta que los valores de densidad y humedad alcancen los valores que se fijen el Proyecto o por la Dirección Facultativa.

En todo caso el grado de compactación deberá ser del 100% del ensayo Próctor modificado.

La superficie de la base deberá quedar con el bombeo especificado, con un mínimo del 2%, salvo que el proyectista indique lo contrario.

5.5.2.10 Drenaje longitudinal. Cunetas

El replanteo la cuneta se hará con la precisión de cotas y pendientes necesaria para que funcione según lo previsto, siguiendo lo indicado en la especificación de proyecto, documentos Memoria y Planos.

Las cunetas se realizarán tras mediante excavación una vez que se ha realizado la adecuación del terreno natural.

La excavación de las cunetas se realizará usando la pala de la motoniveladora, con el ángulo requerido para darle a las cunetas las pendientes especificadas en el proyecto.

Las cunetas tendrán serán del tipo y tendrán las dimensiones especificadas, conforme al Proyecto de Ejecución.

La excavación se realizará, en lo posible, de aguas abajo hacia aguas arriba y, en cualquier caso, se mantendrá con nivelación y pendiente tales que no produzca retenciones de agua ni encharcamientos.

Finalmente se nivelará la cuneta, comprobando que tiene la pendiente exigida para cada tramo.

Durante la construcción se extremará la limpieza en los tajos del drenaje superficial, evitando la contaminación de sus puntos de contacto con la explanación. Se evitará igualmente dejar restos de hormigón, mortero, áridos, tierras, etc., próximos al drenaje recién construido.

5.5.2.11 Drenaje longitudinal. Cunetas revestidas de hormigón

En los casos indicados en la presente especificación o prescritas por el Proyectista, en las cunetas se dispondrá una capa de hormigón.

La excavación de la cuneta en dichos casos será adecuada para que las dimensiones finales de las cunetas sean las exigidas.

Cuando el terreno natural en el que se realice la excavación no cumpla la condición de suelo tolerable, podrá ser necesario, a juicio del Director de las Obras, colocar una capa de suelo seleccionado según lo especificado en el art. 330, del PG-3, de más de diez centímetros (10 cm) convenientemente nivelada y compactada.

Durante la construcción de las cunetas se adoptarán las medidas oportunas para evitar erosiones y cambio de características en el lecho de asiento. A estos efectos, el tiempo que el lecho pueda permanecer sin revestir se limitará a lo imprescindible para la puesta en obra del hormigón, y en ningún caso será superior a ocho días (8 d).

La puesta en obra se realizará según lo indicado en la presente especificación referente al hormigón.

5.5.2.12 Drenaje longitudinal. Pasos salva cunetas

Se construirán los pasos salva cunetas previstos inmediatamente después de la construcción de la correspondiente cuneta.

5.5.2.13 Hormigones

Para la ejecución de los hormigones necesarios en cualquier tipo de trabajos relacionados con la presente especificación, será de obligado cumplimiento lo prescrito en la especificación DB SE-C apartado 4, Cimentaciones directas.

5.5.2.14 Aceros

Para la ejecución de los aceros necesarios en cualquier tipo de trabajo relacionados con la presente especificación, será de obligado cumplimiento lo prescrito en la especificación DB SE-C apartado 4, Cimentaciones directas.

5.5.2.15 Morteros

Para la ejecución de los morteros necesarios en cualquier tipo de trabajo relacionados con la presente especificación, será de obligado cumplimiento lo prescrito en la especificación DB SE-C apartado 4, Cimentaciones directas.

5.5.3 Control de Calidad

- Desbroce
- Excavación de la zona de cimentación
- Excavación y relleno de zanjas
- Zona de cimentación
- Secciones de firme

5.5.4 Drenajes transversales. Tubos de hormigón prefabricado

Se realizarán las pruebas para la aceptación de los materiales.

- Control de ejecución
- Control unidad de obra terminada

5.5.5 Drenajes transversales. Arquetas

- Control de material. Se realizarán los siguientes controles de los materiales:
 - Control de la ejecución
 - Control unidad de obra terminada

5.5.6 Drenajes longitudinales. Cunetas

- Control de material
- Control de la ejecución
- Control unidad de obra terminada

5.5.7 Drenajes longitudinales. Pasos salvacunetas

- Control de material
- Control de la ejecución
- Control unidad de obra terminada

5.5.8 Tolerancias

De manera general, las tolerancias serán las indicadas por el Proyectista en los documentos de Memoria, Planos y Pliegos de Condiciones Particulares del correspondiente Proyecto de Ejecución.

Igualmente, y de manera general, las tolerancias cumplirán con lo marcado en toda la normativa técnica para pruebas y ensayos que sea de aplicación a los materiales que se emplearán en la obra.

5.6 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

5.6.1 Generalidades

De manera General será motivo de rechazo todos aquellos materiales, equipos y/o procedimientos de ejecución que no cumplan lo marcado en el código estructural, Pliego de Condiciones Generales PG-3 y normas UNE que sean de aplicación.

De manera general, será motivo de rechazo todos aquellos materiales, equipos y/o procedimientos de ejecución que no cumplan lo marcado en la presente especificación y aquellas otras especificaciones que se apliquen en el Proyecto.

La Dirección Facultativa será la que tenga la potestad de adoptar un criterio de aceptación o rechazo en aquellos casos no especificados o que sean caso de duda.

5.6.2 Hormigones

Los criterios de aceptación y rechazo se regirán por lo dispuesto en la especificación DB SE-C apartado 4, Cimentaciones directas en los aspectos referentes al hormigón.

5.6.3 Aceros y armaduras

Los criterios de aceptación y rechazo se regirán por lo dispuesto en la especificación DB SE-C apartado 4, Cimentaciones directas en los aspectos referentes al acero para armaduras.

5.6.4 Excavación

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Profundidad de excavación inferior a la especificada
- Dimensiones geométricas inferior a la especificada
- Alineación de la excavación incorrecta
- Pendientes de la excavación diferente a lo especificado
- Presencia de grandes raíces y excesiva cantidad de materia orgánica

5.6.5 Excavación y relleno de zanjas

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Zanjas que no se hayan hecho conforme al trazado replanteado
- Zanjas de dimensiones no conforme a lo especificado
- Rellenos con presencia de agua en las zanjas
- Rellenos por debajo de la cota de relleno especificada
- Ausencia y espesor de rellenos de hormigón cuando sea prescrito
- Hormigones de relleno que no sean HM-20
- Ensayo menor al 95% del ensayo Proctor de referencia

5.6.6 Explanada

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado:

- Suelos que no cumplen los requisitos de los suelos a emplear según lo prescrito en la presente especificación
- El espesor de cada tipo de suelo no variará más de 15 mm de lo especificado
- Espesores de tongadas mayores de las especificadas
- Anchura de explanada no variará en más de 1% de la especificada
- Existencia de zonas donde se pueda acumular agua en la explanada
- Contenido de materia orgánica mayor del 5%

- Ensayo Proctor menor al 95% del ensayo Proctor de referencia
- Humedad tras compactación fuera de rango entre -2% y +1% del ensayo Proctor de referencia

5.6.7 Secciones de firme

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Carencia de certificado acreditativo de calidad del material según PG-3
- Materiales de zahorra que no cumplan los requisitos de material especificados
- No se aceptará espesores de firme inferiores a lo especificado en Proyecto
- Espesores de tongadas mayores de las especificadas
- Anchura de explanada no variará en más de 1% de la especificada
- Pendiente transversal inferior al 2% y mayor de lo especificado
- Existencia de zonas donde se pueda acumular agua en la explanada

Ensayo Proctor menor al 95% del ensayo Proctor de referencia

5.6.8 Drenajes transversales. Tubos prefabricados de hormigón

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Carencia de certificado acreditativo de calidad del material según PG-3
- Partidas que no cumplan los ensayos de resistencia
- Tubos de dimensiones exteriores e interiores no especificadas
- Grietas, roturas, irregularidades y defectos en general en los tubos
- Pendientes de tubos no especificadas
- Colocación de tubos sin solera de hormigón

5.6.9 Drenajes transversales. Arquetas

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Ausencia de certificado acreditativo de calidad de las arquetas según PG-3
- Dimensiones inferiores a las prescritas
- Grietas, roturas, irregularidades y defectos en general en las arquetas
- Arquetas colocadas sin solera de hormigón
- Arquetas sin relleno de hormigón en las uniones con los tubos de desagüe
- Cotas incorrectas a las especificadas
- Arquetas con trasdós sin compactar o grado compactación inferior al especificado

5.6.10 Drenajes longitudinales. Cunetas

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Dimensiones, anchura y profundidad que no cumplan con lo especificado
- Pendientes que no cumplan con lo especificado
- Pendientes transversales que no cumplan con lo indicado
- Ausencia de revestimiento de hormigón cuando se prescriba
- Espesores revestimiento de hormigón inferiores a los prescritos
- Zonas donde se acumulen agua

5.6.11 Drenajes longitudinales. Obras de paso salvacunetas

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Material sin certificado acreditativo de calidad
- Dimensiones inferiores a las especificadas
- Cara interna de los pasos con cotas diferentes de las cunetas
- Pendiente de la obra de paso distinta de especificada
- Zonas de acumulación de agua
- Tubos sin recepción de hormigón HM-20 en los taludes del camino
- Pasos en que los tubos no sobresalgan mínimo 5 cm de los taludes del camino

5.7 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

DEFECTO	RIESGO IDENTIFICADO
Acopio material de firme directamente sobre terreno natural.	Excesiva humedad en la compactación.
Explanada con MO en % mayor al definido	Menor resistencia explanada, hundimiento de la explanada.
Profundidad de excavación explanada inferior a especificada.	Riesgo de suelo de asiento inadecuado, presencia de excesiva materia orgánica.
Clase de explanada diferente a proyectada.	
Dimensión de explanada inferior a especificada.	Menor resistencia de la explanada, hundimiento de ésta y/o firme.
Sección de firme inferior al especificado.	Mayor velocidad de deterioro de firme, posibilidad de hundimiento del firme.
Material de firme diferente al especificado.	
Drenaje transversal sin pendiente.	Mal funcionamiento del drenaje, hundimiento de la explanada.
Diámetros de tubos drenaje transversal inferior a especificado	Mal funcionamiento del drenaje, hundimiento de la explanada.

DEFECTO	RIESGO IDENTIFICADO
Drenaje transversal sin solera de hormigón.	Posibilidad de hundimiento del firme.
Drenaje longitudinal sin pendiente.	Mal funcionamiento del drenaje, hundimiento de la explanada.
Cunetas de dimensiones inferiores a las especificadas.	Mal funcionamiento del drenaje, hundimiento de la explanada.
Pasos salvacunetas sin pendiente	Mal funcionamiento del drenaje, hundimiento de la explanada.
Pasos salvacunetas de dimensiones inferiores a especificadas.	Mal funcionamiento del drenaje, hundimiento de la explanada.
Tubos desagüe, pasos salvacunetas y arquetas sin solera de hormigón	Hundimiento de la zanja que aloja a los tubos, hundimiento de explanada y firme.
Riesgos derivados del empleo del hormigón	Determinados en la especificación DB SE-C apartado 4, Cimentaciones directas
Riesgos derivados del empleo del acero	Determinados en la especificación DB SE-C apartado 4, Cimentaciones directas

5.7.1 Control Medio Ambiental

Se realizará por el contratista un Programa de Vigilancia Medio Ambiental para la ejecución de los trabajos. Dicho Plan, será presentado a la Dirección Facultativa para su aprobación.

5.8 ANEXOS

5.8.1 Documentación de Producto

5.8.2 Programas de Puntos de Inspección

A la conclusión de los trabajos correspondientes a la ejecución de las cimentaciones, se realizará el control final de los resultados de la ejecución. El programa de puntos de inspección se desarrollará con el control de los siguientes elementos:

- Replanteo inicial del desbroce
- Control geométrico del desbroce
- Control geométrico de la Excavación
- Ensayo de granulometría para clasificación de suelos
- Explanada, control geométrico
- Control geométrico de la Explanada
- Ensayos compactación de la Explanada
- Certificado calidad material del firme
- Control geométrico y rasante del firme
- Ensayo de compactación del firme
- Ensayo humedad y densidad del firme
- Control geométrico de las cunetas
- Control de las pendientes de los taludes
- Certificados de calidad de los elementos prefabricados
- Pasos salvacunetas: dimensiones y pendientes de tubos
- Drenaje transversal: dimensiones, cotas y pendientes
- Arquetas: dimensiones y cotas

5.9 CANALIZACIONES

5.9.1 Objeto y alcance

Esta especificación tiene por objeto definir las características técnicas que deben cumplir y satisfacer los tubos y canalizaciones enterradas de las instalaciones de alta y baja tensión utilizadas en las instalaciones proyectadas por Ingenostrum S.L.

5.9.2 Normativa de consulta

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Complementarias ITC-LAT-01 a 09 (Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2002).
- Guía de 01/10/2005, guía técnica de aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión REBT02 (Real Decreto 842/2002).
- Normativas de la comunidad autónoma correspondiente.
- Normas UNE de aplicación y recomendaciones UNESA.

NOTA: El fabricante y/o contratista deberá indicar aquellas normas de las que exista posterior edición a la señalada en esta especificación, considerándose válida y aplicable al contrato, en caso de pedido, la edición vigente en la fecha de este.

5.9.3 Productos

5.9.3.1 Zanjas para canalización de Red de Distribución en Baja Tensión

La red de distribución subterránea en baja tensión (SS.AA.) irá enterrada directamente, no llevando los conductores tubos para su protección mecánica. La zanja llevará la siguiente formación:

- En el fondo de la zanja principal de recorrido de todo el parque y en toda la extensión se colocará el conductor desnudo de cobre de la Puesta a Tierra (PAT).
- Los conductores se depositarán sobre un lecho de arena lavada de río 0,10 m según especificaciones del proyecto. Seguidamente se colocará una capa de arena lavada de río con un espesor de 0,15 m por encima de los tobos y envolviéndolos completamente.
- Se cubrirá el resto de la canalización con tierra de préstamo o excedente de excavación en tongadas máximas de 20 cm, alcanzando al menos el 95% del PROCTOR normal.
- Las zanjas tendrán una profundidad mínima de 0,80 m desde la parte superior de los tubos instalado. Las paredes serán verticales, y el ancho dependerá del número de circuitos enterrados según planos.
- La canalización contendrá una cinta señalizadora de conductores situada a una distancia de 0,10m de la cota de la capa de terminación superficial, y como máximo 0,3 m de la cota del terreno y a 0,25 m como mínimo de la parte superior del conductor.
- Para una posible ampliación en la instalación, se asegurará una distancia libre por cada lado de la zanja de 2,5 por ancho de zanja.
- No se permitirá la realización de empalmes en los conductores.
- Se ejecutará arquetas en el paso de las zanjas según planos cada 40 m, y en cada cambio de dirección.
- En canalizaciones formadas por varios tubos se usarán separadores ubicados a distancias convenientes para facilitar la colocación de los ductos y mantener su paralelismo.

5.9.3.2 Zanjas para canalización de circuitos de comunicación

Las zanjas para canalización de circuitos de comunicación irán canalizadas bajo tubos de polietileno (HDPE) de 40 mm de diámetro nominal, separando en tubos las comunicaciones por f.o. y las comunicaciones por cobre. La zanja llevará la siguiente formación:

- Los tubos para los circuitos de comunicación y control se asientan sobre un lecho de arena lavada de río a 0,01 m desde la capa más elevada de tubos de instalaciones, dispuestos según especificaciones del proyecto. Seguidamente se colocará una capa de lecho de arena de río con un espesor mínimo de 0,1 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.
- Se cubrirá el resto de la canalización con tierra de préstamo o excedente de excavación en tongadas máximas de 25 cm, alcanzando al menos el 95% del PROCTOR normal.
- La canalización contendrá una cinta señalizadora de conductores situada a una distancia de 0,2 m de la cota del terreno y a 0,25 m como mínimo de la parte superior del conductor.
- En canalizaciones formadas por varios tubos se usarán separadores ubicados a distancias convenientes para facilitar la colocación de los ductos y mantener su paralelismo.
- Las zanjas tendrán una profundidad mínima de 0,60 m de la parte superior del cable de comunicaciones instalado. Las paredes serán verticales, y el ancho dependerá del número de circuitos enterrados según planos.
- Para una posible ampliación en la instalación, se asegurará una distancia libre por cada lado de la zanja de 2,5 por ancho de zanja.
- Se instalarán arquetas para facilitar el tendido cada 40 m y en cada cambio de dirección, de acuerdo con planos.
- En canalizaciones formadas por varios tubos se usarán separadores ubicados a distancias convenientes para facilitar la colocación de los ductos y mantener su paralelismo.

5.9.3.3 Zanjas para canalización de circuitos de comunicación y servicios auxiliares

Las zanjas para canalización de circuitos de comunicación y servicios auxiliares irá canalizada bajo tubos de polietileno (PE) de 40 mm. La zanja llevará la siguiente formación:

- Los tubos para los SSAA de alimentación a cargas se depositarán sobre un lecho de arena lavada de río 0,05 m por encima de los tubos de instalaciones de generación según especificaciones del proyecto en un extremo de la zanja. Se cubrirán totalmente con 10 cm de arena lavada de río. A continuación, se colocarán en el extremo opuesto, los tubos destinados a los circuitos de comunicación y se cubrirán con una capa de arena lavada de río con un espesor mínimo de 0,05 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.
- Los tubos para los SSAA de reparto por el parque se depositarán sobre un lecho de arena lavada de río 0,05 m en la zona más baja de las calicatas según especificaciones del

proyecto. Se cubrirán totalmente con 5-10 cm de arena lavada de río. A continuación, se cubrirán con una capa de arena lavada de río con un espesor mínimo de 0,05 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente. Si existen más instalaciones se prosigue con la instalación del resto de tobos.

- Se cubrirá el resto de la canalización con tierra de préstamo o excedente de excavación en tongadas máximas de 20 cm, alcanzando al menos el 95% del PROCTOR normal. La canalización contendrá una cinta señalizadora de conductores situada a una distancia de 0,1 m de la cota de la capa de terminación y a una profundidad no inferior a 0,30 m como mínimo de la parte superior del conductor.
- Se utilizarán tubos independientes para los circuitos de control o comunicación y eléctricos.
- En canalizaciones formadas por varios tubos se usarán separadores ubicados a distancias convenientes para facilitar la colocación de los ductos y mantener su paralelismo.
- Las zanjas tendrán una profundidad mínima de 0,60 m desde la parte superior del tubo de comunicaciones. Las paredes serán verticales, y el ancho dependerá del número de circuitos enterrados de acuerdo con planos.
- Para una posible ampliación en la instalación, se asegurará una distancia libre a cada lado de la zanja de 2,5 m por ancho de zanja.
- Se instalarán arquetas para facilitar el tendido cada 40 m y en cada cambio de dirección, de acuerdo con planos.
- En canalizaciones formadas por varios tubos se usarán separadores ubicados a distancias convenientes para facilitar la colocación de los ductos y mantener su paralelismo.

5.9.3.4 Zanjas para canalización en Media Tensión en tierra

La Red de Media Tensión irá enterrada bajo tubos para su protección mecánica. La zanja llevará la siguiente formación:

- Los tubos se depositarán sobre un lecho de arena lavada de río 0,10 m según especificaciones del proyecto. Seguidamente se colocará una capa de arena de río con un espesor de 0,15 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.
- Se cubrirá el resto de la canalización con tierra de préstamo o excedente de excavación en tongadas máximas de 20 cm, alcanzando al menos el 95% del PROCTOR normal.
- La canalización contendrá una cinta señalizadora de cables de alta tensión situada a una distancia de 0,1 m de la cota de la capa de terminación a profundidad no inferior a 30 cm de la cota cero del terreno.
- Las zanjas tendrán una profundidad mínima de 0,80 m de la parte superior del tobo instalado, siendo las paredes verticales. Cuando existan impedimentos que no permitan lograr dicha profundidad, éstas podrán reducirse disponiendo protecciones mecánicas suficientes (canalización entubada y hormigonada, de acuerdo con planos). El ancho dependerá del número de circuitos enterrados de acuerdo con planos.
- Se instalarán arquetas para facilitar el tendido cada 40 m y en cada cambio de dirección, de acuerdo con planos.

- Se usarán separadores ubicados a distancias convenientes para facilitar la colocación de los ductos y mantener su paralelismo.

Para cruzamientos, proximidades y paralelismos, tales como calles y carreteras, ferrocarriles, cables de telecomunicaciones, canalizaciones de agua, gas, otros cables de energía eléctrica, conducciones de alcantarillado y depósitos de carburantes, se hará atendiendo a las condiciones de la ITC-LAT 06 "Líneas Subterráneas con Cables Aislados" del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y los órganos competentes de la Administración.

5.9.3.5 Zanjas para canalización en Media Tensión en calzada

La Red de Media Tensión irá enterrada bajo tubos para su protección mecánica. La zanja llevará la siguiente formación:

- Los tubos se depositarán sobre un lecho de hormigón de limpieza HM20/F/18/IIb de 0,10 m según especificaciones del proyecto. Seguidamente se depositará hormigón de consistencia fluida con un espesor de 0,15 m final por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.
- Se cubrirá el resto de la canalización con tierra de préstamo o excedente de excavación en tongadas máximas de 20 cm, alcanzando al menos el 95% del PROCTOR normal.
- La canalización contendrá una cinta señalizadora de cables de alta tensión situada a una distancia de 0,1 m de la cota de la capa de terminación a profundidad no inferior a 30 cm de la cota cero del terreno.
- Las zanjas tendrán una profundidad mínima de 0,80 m de la parte superior del tobo instalado, siendo las paredes verticales. Cuando existan impedimentos que no permitan lograr dicha profundidad, éstas podrán reducirse disponiendo protecciones mecánicas suficientes (canalización entubada y hormigonada, de acuerdo con planos). El ancho dependerá del número de circuitos enterrados de acuerdo con planos.
- Se instalarán arquetas para facilitar el tendido cada 40 m y en cada cambio de dirección, de acuerdo con planos.
- En canalizaciones se usarán separadores de tobo a cada extremo del tramo de la calzada para facilitar la colocación de los ductos y mantener su paralelismo.

5.9.3.6 Conversiones aéreo-subterráneas

El cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la canalización aérea irá protegido con bandeja porta cables, o tubos con la suficiente resistencia mecánica. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable.

El diámetro del tubo será como mínimo 1,5 veces el diámetro del cable o el de la terna del cable, en caso de ser unipolares, y en el caso de ser un canal cerrado su anchura mínima será de 1,8 el diámetro del cable.

En caso de instalarse un solo cable por tubo o canal, éstos serán de plásticos o metálico de material no ferromagnético.

5.10 ARQUETAS

Las arquetas se ejecutarán prefabricadas, sobre base debidamente preparada, instalándose dispositivo para evacuar agua una vez efectuada la excavación se colocada sobre solera de hormigón en masa de 10 cm de espesor de hormigón HM20 de resistencia característica 20 kN/m³.

Dicha solera tendrá un sumidero de 90 mm de diámetro. Esta ejecución podrá sustituirse por la ejecución de arqueta sin fondo provista de una capa de grava no inferior a 10cm. Se ajustarán a las dimensiones y calidades dispuestas en el proyecto de ejecución, colocándose arquetas en cada cambio de dirección o unificación con otras zanjas correspondientes a las de circuitos de servicios auxiliares y comunicación y control, utilizándose arquetas independientes para los circuitos de comunicación o control y eléctricos.

No se admitirán arquetas mixtas de BT y MT bajo ningún criterio, a excepción de la entrada a los centros de transformación por las condiciones de este.

Las arquetas tendrán una apertura de las dimensiones correspondientes para el encaje del tubo de drenaje machihembrado, sin que queden huecos en el mismo. Además, quedarán debidamente selladas, sin presencias de recovecos o huecos. Una vez efectuada la excavación se colocará una solera de hormigón en masa de 10 cm de espesor de hormigón HM20 de resistencia característica 20 kN/m³. Dicha solera tendrá un sumidero de 90 mm de diámetro.

El relleno se hará con tierra de préstamo o excedentes de excavación. La compactación del trasdós de la arqueta se realizará en tongadas de 20 cm compactándose mediante plancha vibrante, debiéndole alcanzar al menos el 95% del PRÓCTOR Normal.

La tapa quedará a 5-10 cm por debajo de la superficie, cubriéndose del mismo material que el terreno. Ésta será de fundición dúctil UNE-EN124 B125.

La arqueta se decepcionará en el terreno con una capa de hormigón en masa HM-20 de espesor suficiente y mínima de 10 cm.

5.11 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.

5.12 EQUIPAMIENTO Y APARAMENTA

5.12.1 Interruptores

Los interruptores, una vez nivelados, se regulan y ajustan comprobándose también la presión y densidad del gas a través del densímetro. El constructor del interruptor debe aprobar la bondad del montaje.

5.12.2 Seccionadores

Se cuidará especialmente la regulación, ajuste del mando y engrase finales, así como la penetración de las cuchillas.

5.12.3 Transformadores

Las cubas estarán preparadas para efectuar el vacío completo y serán de tipo convencional.

5.12.4 Resto de aparamenta

Se procederá a la situación, nivelación y fijación a los soportes correspondientes y, en donde proceda, se instalarán las conducciones necesarias hasta las cajas de centralización.

5.13 EMBARRADOS ENCAPSULADO Y CONEXIONES INTERNAS

5.13.1 Uniones Soldadas

Todas las uniones soldadas a pie de obra se realizarán, previa nivelación de los elementos a unir, y antes de colocarlos en la posición definitiva en el montaje. Se respetarán las dimensiones y disposición de los cordones señalados en los planos y cuantos detalles se observen en los mismos.

Soldadores:

Todos los soldadores deberán estar homologados para los procedimientos de soldadura que vayan a analizar, habiendo presentado una relación. La homologación nominal de soldadores se deberá realizar de acuerdo con los requisitos de UNE 14-042-74.

Electrodos:

Se utilizarán electrodos de calidad y estructura apropiada a las condiciones de la unión y del soldeo y de las características mínimas siguientes:

- - Resistencia a tracción del metal de aportación: 42 kg/mm².
- - El alargamiento de rotura: mayor que 22%.
- - Resiliencia: no inferior a 5 kg/mm².

En el uso de los electrodos se seguirán las instrucciones indicadas por el suministrador de estos.

En cualquier caso, se utilizarán termos homologados para su mantenimiento y local adecuado para su almacenaje.

Condiciones de soldeo:

Los cordones se depositarán sin provocar mordeduras. Después de ejecutar cada cordón, y antes de depositar el siguiente, se limpiará su superficie con piqueta y cepillo de alambre, eliminando todo rastro de escoria. Esta limpieza se realizará también en los cordones finales.

Para facilitar la limpieza y realización de los cordones siguientes, se procurará que la superficie de todo el cordón sea lo más amplia posible y que no forme ángulos demasiado agudos con los anteriormente depositados ni con los bordes de las piezas.

La proyección de gotas de soldadura se evitará cuidadosamente.

Ejecución de la soldadura:

La superficie de la soldadura será regular y lo más lisa posible. En las juntas soldadas a tope se esmerilarán los cordones sin debilitarlos para que los cubrejuntas se puedan colocar debidamente.

En las soldaduras a tope, accesibles por ambas caras, se realizará siempre la toma de raíz, que consiste en su saneado y a continuación depósito de cordón de cierre o primer cordón dorsal.

El saneado consiste en levantar la parte de raíz hasta dejar al descubierto el metal sano de la soldadura, por cualquiera de los procedimientos sancionados por la práctica: burilado, esmeril, etc. El burilado se realizará sólo con útiles de perfil redondeado, prohibiéndose el empleo de los de perfil recto.

Se evitará todo enfriamiento anormal o excesivamente rápido de las soldaduras, siendo preceptivo tomar las precauciones precisas para ello.

Los cráteres producidos por el cebado y corte del arco en los extremos de la soldadura se evitarán empleando métodos apropiados.

En las soldaduras de ángulo se eliminarán los cráteres con muela.

**Avd. de la Constitución,
34 1º 41001
Sevilla, España
+34 955 265 260**

**Paseo de la Castellana, 52
Planta 1ª D
28046 Madrid, España
+34 955 265 260**

**Avenida de España 18, 2º
Oficina 1ª 10001
Cáceres, España
+34 955 265 260**

**Cra 12 #79-50 Ofi 701
Bogotá, Colombia
+57-1 322 99 14**

WWW.INGENOSTRUM.COM

The background of the lower half of the page features a large, semi-transparent teal circle. Inside this circle, the word "ingenostrum" is written in a bold, sans-serif font, with the "o" highlighted in a lighter teal color. Below the company name, the tagline "Executing your decarbonisation vision" is written in a smaller, black, sans-serif font. The background image shows a vast field of solar panels in the foreground, reflecting the light, with a range of mountains in the distance under a clear sky.

ingenostrum

Executing your decarbonisation vision

PRESUPUESTO, DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

Subestación 400/220kV (AIS)

Firmado por
 ***4967**
 JOAQUÍN MARTÍN-
 OAR
 (C:***0003*)

ingenostrum.
 Executing your renewable vision

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO ING INGENIERIA DE DETALLE Y COSNTRUCCION				
SUBCAPÍTULO INGSE INGENIERIA DETALLE CONSTRUCCION SUBESTACION				
INGSE.01	u INGENIERIA ELECTROMECHANICA SUBESTACION Realizacion de análisis, diseño y desarrollo para fabricacion, suministro e instalacion de los sistemas y dispositivos electromecánicos que componen la subestacion. Se incluye diseño de estructuras metalicas soporte, equipos y aparamenta, cableados de potencia, mando y control, cuadros y armarios de servicios generales y sistemas auxiliares, etc,.. teniendo en cuenta la normativa y especificaciones técnicas del Cliente así como normas y usos de la zona.	1,00	38.200,00	38.200,00
INGSE.02	u INGENIERIA DE CONTROL Y PROTECCIONES DE SUBESTACION Realizacion de Diseño de sistema de control y Protecciones de la Subestacion asi como Estudio preciso y realista de las características de operación, tiempo y estado de los dispositivos de protección instalados en la subestacion. Se incluye diagramas de logica de proteccion, Parametrizacion y ajustes de Relés, Matriz de Disparos, elaboracion de listados de señales, Protocolo de comunicaciones, Según especificaciones técnicas y criterios del Cliente, asi como Normativa y usos de la zona.	1,00	49.499,00	49.499,00
INGSE.03	u INGENIERIA DE DETALLE CIVIL SUBESTACIONES Realizacion de diseños e Ingenieria para la construccion de Edificios, cimentaciones, fundaciones, sistemas de drenaje, canales de cableado, viales y vallados de la subestacion, teniendo en cuenta la normativa y especificaciones técnicas del Cliente así como normas y usos de la zona.	1,00	36.500,00	36.500,00
INGSE.04	u DOCUMENTACIÓN AS BUILT FINAL Realizacion de la documentacion final de obra tanto asi como 2 copias Físicas y una Digital de planos As Built. Se incluye la realizacion de carpeta de planos de revisiones "Rojo y Amarillo", Manuales de Operación y Mantenimiento de los equipos instalados, así como "Final Book" con toda la documentacion de referencia de los equipos dispuestos en obra, declaraciones de conformidad y reporte de pruebas realizadas.	1,00	10.500,00	10.500,00
INGSE.05	PA ESTUDIOS DE TERRENO Realizacion de estudios e informe para la definición de parámetros de cálculo a emplear en el dimensionamiento de los elementos estructurales en contacto con el terreno, así como las previsiones del comportamiento del terreno ante las nuevas condiciones, definición de estabilidad de desmontes y terraplenes, estabilidad de las propias laderas, recomendaciones de cimentación, recomendaciones para la ejecución de las obras. Descomposición IN.05.1 u ESTUDIO TOPOGRAFICO IN.05.2 u ESTUDIO RESISTIVIDAD TERRENO IN.05.3 u ESTUDIO GEOTECNICO TERRENO IN.05.4 u ESTUDIO HIDROLOGICO TERRENO	1,000 1,000 1,000 1,000	5.500,00 2.250,00 3.800,00 4.600,00	5.500,00 2.250,00 3.800,00 4.600,00
INGSE.06	PA ESTUDIOS ELECTRICOS Descomposición IN.06.01 u ESTUDIO FLUJO DE POTENCIA IN.06.02 u ESTUDIO CALIDAD ENERGIA Y ARMONICOS IN.06.03 u ESTUDIO CORTOCIRCUITO	1,000 1,000 1,000	6.500,00 3.500,00 8.850,00	6.500,00 3.500,00 8.850,00
		1,00	18.850,00	18.850,00
TOTAL SUBCAPÍTULO INGSE INGENIERIA DETALLE.....				169.699,00
TOTAL CAPÍTULO ING INGENIERIA DE DETALLE Y COSNTRUCCION				169.699,00

PRESUPUESTO, DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

Subestación 400/220kV (AIS)

Firmado por
 ***4967**
 JOAQUÍN MARTÍN-
 OAR
 (C:***0003*)

ingenostrum.
 Executing your renewable vision

CÓDIGO	RESUMEN					CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO SET CONSTRUCCION SUBESTACION								
SUBCAPÍTULO SE01 MOVIMIENTO DE TIERRAS								
01.1	m³ LIMPIEZA Y DESBROCE TIERRA VEGETAL							
Desbroce y limpieza superficial de terreno por medios mecánicos incluso saneo hasta una profundidad de 20 cm en área de plataforma y acopio de material procedente de dichos trabajos en zona habilitadas al efecto para posterior uso en restitución								
Medición del presupuesto		UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES		
Limpieza y desbroce terreno vegetal		1	250,00	250,00	0,20	12.500,00		
						12.500,00	1,85	23.125,00
01.2	m³ EXCAVACION TERRENO							
Excavación en todo tipo de terreno en zonas de desmonte por medios mecánicos, incluso carga y transporte a lugar de acopio o vertedero. Incluye rasanteo de explanada mejorada a cotas de proyecto, reperfilado de cunetas y refino de taludes.								
Medición del presupuesto		UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES		
Excavacion terreno		1	220,00	185,00	0,50	20.350,00		
						20.350,00	2,85	57.997,50
01.3	m³ RELLENO Y COMPACTACION							
Relleno con material adecuado procedente de la excavación, incluso selección, transporte interno, extendido, humectación y compactación hasta el 98% Proctor Modificado, utilizando rodillo vibratorio de 16 Tn., en tongadas de 30 cm. máximo, incluye rasanteo de explanada mejorada a cotas de proyecto y refino posterior de taludes.								
Medición del presupuesto		UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES		
Rellenos y compatacion plataforma		1	220,00	185,00	0,50	20.350,00		
						20.350,00	2,70	54.945,00
01.4	m³ FORMACIÓN DE TALUD Y TERRAPLEN							
Capa de terminación de material granular graduado, insensible al agua, compactado al 98% del Proctor Modificado. Totalmente colocada incluso suministro y transporte.								
Medición del presupuesto		UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES		
Formacion de taludes y plataforma		1	220,00	185,00	0,30	12.210,00		
						12.210,00	10,75	131.257,50
01.5	m FORMACION DE CUNETA PERIMETRAL							
Realización de cuneta de 1,5 x 1m, recubierto de hormigón HM-20 en una capa de 5cms								
Medición del presupuesto		UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES		
Formacion de Cuneta perimetral para		1	220,00	185,00	1,05	850,50	(b+c)*2	
desague y drenajes								
						850,50	35,60	30.277,80
TOTAL SUBCAPÍTULO SE01 MOVIMIENTO DE TIERRAS.....								297.602,80

PRESUPUESTO, DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

Subestación 400/220kV (AIS)

Firmado por
 ***4967**
 JOAQUÍN MARTÍN-
 OAR
 (C: ***0003*)

ingenostrum.
 Executing your renewable vision

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO SE02 OBRA CIVIL				
02.1-A	u CIMENTACIONES APARAMENTA PARQUE 400KV Fundación armada de aparamenta que incluye excavación, suministro y colocación de hormigón de limpieza, suministro y colocación de armaduras, encofrado, suministro, colocación y nivelación de pernos, suministro y colocación de hormigón en primera y segunda fases, suministro y colocación de tubos de cable de tierra y señales, totalmente terminada.			
	Descomposición			
02.1.1-A	m³ CIMENTACIONES AUTOVALVULAS 400KV	40,660	250,00	10.165,00
02.1.2-A	m³ CIMENTACIONES INTERRUPTOR AUTOMATICO 400KV	165,890	250,00	41.472,50
02.1.3-A	m³ CIMENTACIONES TRAFOS POTENCIAL 400KV	77,760	250,00	19.440,00
02.1.4-A	m³ CIMENTACIONES TRAFOS CORRIENTE 400KV	105,840	250,00	26.460,00
02.1.5-A	m³ CIMENTACIONES SECCIONADORES 400KV	181,500	250,00	45.375,00
02.1.6-A	m³ CIMENTACIONES AISLADORES SOPORTE 400KV	90,000	250,00	22.500,00
02.1.7-A	m³ CIMENTACIONES PORTICO PRINCIPAL 400KV	407,340	250,00	101.835,00
02.1.8-A	m³ CIMENTACIONES ESTRUCTURAS EMBARRADO 400KV	125,720	250,00	31.430,00
		1,00	298.677,50	298.677,50
02.1-B	u CIMENTACIONES APARAMENTA PARQUE 220KV Fundación armada de aparamenta que incluye excavación, suministro y colocación de hormigón de limpieza, suministro y colocación de armaduras, encofrado, suministro, colocación y nivelación de pernos, suministro y colocación de hormigón en primera y segunda fases, suministro y colocación de tubos de cable de tierra y señales, totalmente terminada.			
	Descomposición			
02.1.1-B	m³ CIMENTACIONES AUTOVALVULAS 220KV	28,800	250,00	7.200,00
02.1.2-B	m³ CIMENTACIONES INTERRUPTOR AUTOMATICO 220KV	105,840	250,00	26.460,00
02.1.3-B	m³ CIMENTACIONES TRAFOS POTENCIAL 220KV	60,980	250,00	15.245,00
02.1.4-B	m³ CIMENTACIONES TRAFOS CORRIENTE 220KV	78,750	250,00	19.687,50
02.1.5-B	m³ CIMENTACIONES SECCIONADORES 220KV	216,000	250,00	54.000,00
02.1.6-B	m³ CIMENTACIONES AISLADORES SOPORTE 220KV	69,700	250,00	17.425,00
02.1.7-B	m³ CIMENTACIONES BOTTILLAS TERMINALES CABLE 220KV	39,380	250,00	9.845,00
02.1.8-B	m³ CIMENTACIONES ESTRUCTURAS EMBARRADO 220KV	105,000	250,00	26.250,00
02.1.9-B	m³ CIMENTACIONES PORTICO LINEA 220KV	205,200	250,00	51.300,00
		1,00	227.412,50	227.412,50
02.2	u FUNDACIÓN DE TRAFOS DE POTENCIA Ejecución completa de la cimentación autoportante para un transformador de potencia de 400/220 kV, incluyendo todas las actividades, materiales, equipos, mano de obra, control de calidad y medios auxiliares necesarios para su correcta construcción, de acuerdo con los planos de proyecto y especificaciones técnicas. se incluye en la partida: - Replanteo topográfico del área de cimentación y verificación de cotas y alineaciones. - Excavación en terreno natural hasta la cota de cimentación, con retirada y gestión de material sobrante. - Preparación del fondo de excavación, nivelación y compactación del terreno de apoyo. - Colocación de capa de limpieza de hormigón pobre. - Montaje, atado y colocación de acero de refuerzo conforme a planos estructurales. - Colocación y alineación de pernos de anclaje, insertos metálicos, tubos pasamuros y conducciones previstas. - Encofrado, vertido, vibrado y curado del hormigón estructural. - Desencofrado y acabado superficial del dado de apoyo, garantizando planicidad y nivelación dentro de las tolerancias establecidas. - Integración con el sistema de puesta a tierra (conexión de armaduras y pernos a la malla equipotencial). Ensayos de control de calidad: - Ensayos de compactación del terreno y del hormigón (Proctor, slump, resistencia a compresión). - Verificación de geometría y nivelación. - Medición de resistividad y continuidad eléctrica. Limpieza final del área y disposición del terreno adyacente. Totalmente rematada acorde a normativas vigentes y de seguridad y salud.			
	Descomposición			
02.2.1	PA Cimentacion para Autortransformador 400/220kV,	1,000	64.044,59	64.044,59
		6,00	64.044,59	384.267,54

PRESUPUESTO, DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

Subestación 400/220kV (AIS)

Firmado por
 ***4967**
 JOAQUÍN MARTÍN-
 OAR
 (C: ***0003*)

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02.4	u EDIFICIO DE CONTROL Edificio de Control, Operación y Mantenimiento (450 m² aprox.), de acuerdo a planos referenciales y a la Especificación Técnica de Cliente, constituido por: - Sala Telecomunicaciones - Sala Armarios Control y SCADA - Sala Servicios Auxiliares - Aseos y baños. Completamente terminado y funcional, incluyendo: - Obra civil completa: cimentaciones, estructuras, cerramientos, cubierta, pintura interior/exterior, canalizaciones cables, red de tierra. - Sistema de fontanería (incluye depósito agua 4000L) - Sistema de saneamiento (incluye Fosa Séptica) - Mobiliario Incluyendo también: - Proyectos para obtención de permiso previo a la construcción (incluido gestión del permiso) de acuerdo a la normativa local vigente - Tramitación de permisos y coordinación con proveedores tanto para los servicios de electricidad, telefonía, bomberos, medio ambiente, etc.... - Inspecciones periódicas y aprobación final de la instalación Totalmente terminada. Descomposición 02.4.1 m² Construcción Edif. Prefabricado MT / Cont&Protecc.	98,000	1.450,00	142.100,00
		1,00	142.100,00	142.100,00
02.5	u CANALIZACIONES DE CABLE Canalizaciones prefabricadas y de obra para cables de control y de potencia. Incluyendo canales reforzados para paso de vial Descomposición 02.5.1 m Canalización prefabricada con tapa de Cableado 0,40m ancho 02.5.2 m Canalización prefabricada con tapa de Cableado 0,80m ancho 02.5.3 m Canalización prefabricada con tapa de Cableado 1,20m ancho	360,000 480,000 290,000	265,80 285,90 327,50	95.688,00 137.232,00 94.975,00
		1,00	327.895,00	327.895,00
02.6	u SISTEMA DE DRENAJE SUBESTACION Sistema de drenajes pluvial, incluido sistema evacuación completo según Normativa y especificaciones técnicas vigentes, formado por los siguientes equipamientos según proyecto de ejecución: Descomposición 02.6.1 m Suministro de Tubo Drenvarios diametro bajo canal cable 02.6.2 m Suministro de Tubos saneamiento varios diam. 02.6.3 u Suministro de Arquetas colectoras 02.6.4 u Suministro Arquetas de ventilación 02.6.5 PA Ejecución de salida de desagüe y playa de grava para drenaje SE	445,000 460,000 16,000 48,000 2,000	28,00 22,00 220,00 38,50 288,65	12.460,00 10.120,00 3.520,00 1.848,00 577,30
		1,00	28.525,30	28.525,30
02.7	u GRAVA Suministro, vertido y extendido grava en bancada árido 40/80 mm, con un espesor mínimo de 15 cm, incluso transporte, vertido y extendido mediante medios mecánicos y acabado manual. Incluyendo la p.p. de movimiento de materiales, medios auxiliares y medidas de seguridad (los medios auxiliares y medidas de seguridad se encontrarán conexiados a tierra en caso de ser necesario). Totalmente rematada acorde a normativa vigente. Descomposición 02.7.1 m³ Suministro y Vertido capa 15 cm Grava	4.773,750	48,53	231.670,09
		1,00	231.670,09	231.670,09

PRESUPUESTO, DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

Subestación 400/220kV (AIS)

Firmado por
 ***4967**
 JOAQUÍN MARTÍN-
 OAR
 (C: ***0003*)



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02.8	u VIALES Ejecución de vial de hormigón de espesor 15 cm, realizada con hormigón H-25/B/20/IIIa, elaborado en central, incluso armadura de acero B-500S conforme planos, con p.p. de cortes con disco de diamante cada 5 mts, vertido, vibrado, curado, fratasado, rugoso, ejecutado mediante medios manuales y/o mecánicos. Incluyendo la p.p. de montaje de juntas en separación de otros elementos. Incluso p.p. de apeo y agotamiento de agua en caso de que fuese necesario. Incluyendo la p.p. de movimiento de materiales, medios auxiliares y medidas de seguridad (los medios auxiliares y medidas de seguridad se encontrarán conexiados a tierra en caso de ser necesario). Medido en planta. Totalmente rematado conforme a las vigentes normativas. Incluso junta de dilatación compuesta por : casquillo para dilataciones, relleno de la junta remodelado y barra de anclaje lisa de diámetro 20 mm cada 30 cm, pintada y aceitada. Junta de retracción compuesta por armadura pasante con barra de anclaje de diámetro 20 mm lisa colocada 3 unidades por cada metro.			
	Descomposición			
02.8.1	m² Ejecucion Viales para Subestacion 5m Ancho	5.135,000	24,65	126.577,75
		1,00	126.577,75	126.577,75
02.9	u VALLADO PERIMETRAL Suministro y montaje de valla metálica de 2,5m de altura, formado por malla electrosoldada de 5x10cm y redondo de 3mm, sobre murete de hormigón de 20 cm de anchura y con dispositivo anti escalada. Construida por postes de fijación de 60x60x2,5 mm a placa de dimensiones 140x110x10mm, fijada mediante cuatro pernos de expansión marca Hilti modelo HSA-AM12x50/20, incluso bastidor metálico con perfil LPN 50.4 y malla electrosoldada 50x1000x4 (el despiece de los paños se realizará conforme a las especificaciones de proyecto). Los paños se fijarán a los postes mediante tres puntos de anclaje realizados mediante pletina 55x50x5 mm y tornillo rasgado de diámetro 15 mm, conforme especificaciones de proyecto. En la zona superior llevará dos soportes para alambre galvanizado con angular L50.4. Todos los elementos vendrán con una mano de minio y el acabado será pintura en verde. Incluyendo la p.p. de movimiento de materiales, medios auxiliares y medidas de seguridad. Totalmente rematada conforme a las vigentes normativas.			
	Descomposición			
02.9.1	m Vallado perimetral malla electrosoldada Subestacion	810,000	110,50	89.505,00
02.9.2	u Puerta de acceso Vehiculos motorizada 6.00 x 2,50 m	2,000	7.212,53	14.425,06
02.9.3	u Puerta de acceso Peatonal 1,00 x 2,50 m.	2,000	368,98	737,96
		1,00	104.668,02	104.668,02
02.11	u RED DE PUESTA A TIERRA Suministro y montaje de malla de puesta a tierra con conductor concéntrico de cobre desnudo Cu 120mm2 o 95 mm2 según el estudio de resistividad y diseño de proyecto. Se incluye accesorios y soldaduras aluminotérmicas para realización de soldadura aluminotermica Tipo CADWEL o similar, en T (ó X) para unión de conductor recto y transversal de 120mm2 o 95 mm2. Incluye molde, carga y equipo.			
	Descomposición			
02.11.1	u PUESTA A TIERRA PARQUE EXTERIOR	1,000	87.473,16	87.473,16
		1,00	87.473,16	87.473,16
02.12	u MUROS CORTAFUEGO Muro ejecutado in situ para separación cortafuegos entre transformadores de potencia. Incluso excavación y hormigonado de fundaciones y ejecución de lienzo según planos.			
	Descomposición			
02.12.1	u Ejecucion de Muro cortafuego para Transf. Potencia	1,000	38.800,00	38.800,00
		4,00	38.800,00	155.200,00
02.13	u CIMENTACIONES VARIAS			
	Descomposición			
02.13.1	m³ CIMENTACION BACULOS ALUMBRADO	9,720	185,00	1.798,20
02.13.2	m³ CIMENTACION ESTRUCTURAS PARARRAYOS	2,590	255,00	660,45
02.13.3	m³ CIMENTACION ESTRUCTURAS GALIBO	1,150	255,00	293,25
		1,00	2.751,90	2.751,90
TOTAL SUBCAPÍTULO SE02 OBRA CIVIL				2.117.218,76

PRESUPUESTO, DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

Subestación 400/220kV (AIS)

Firmado por
 ***4967**
 JOAQUÍN MARTÍN-
 OAR
 (C: ***0003*)

ingenostrum.
 Executing your renewable vision

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO SE03 ESTRUCTURAS METALICAS Y EMBARRADOS				
SE03.1	Kg SUMINISTRO DE ESTRUCTURAS METALICAS Suministro de estructura metalica en celosia para oporte de aparamenta electrica de alta tension. Galvanizado en caliente segun normativa vigente y especificaciones técnicas del Cliente. Izado mediante medios mecanicos, totalmente montado y terminado segun proyecto ejecucion.			
	Descomposición			
SE03.1.1	kg SUMINISTRO ESTRUCTURA SOPORTE PARARRAYOS	23.280,000	2,30	53.544,00
SE03.1.2	kg SUMINISTRO ESTRUCTURA SOPORTE SECCIONADORES	25.032,000	2,30	57.573,60
SE03.1.3	kg SUMINISTRO ESTRUCTURA SOPORTE TRAF0 POTENCIAL	29.916,000	2,30	68.806,80
SE03.1.4	kg SUMINISTRO ESTRUCTURA SOPORTE TRAF0 CORRIENTE	33.012,000	2,30	75.927,60
SE03.1.5	kg SUMINISTRO ESTRUCTURA SOPORTE AISLADORES SOPORTE	49.536,000	2,30	113.932,80
SE03.1.6	kg SUMINISTRO ESTRUCTURA SOPORTE INTERRUPTOR	62.175,600	2,30	143.003,88
SE03.1.7	kg SUMINISTRO ESTRUCTURA METALICA PORTICOS	55.850,000	2,30	128.455,00
SE03.1.9	kg SUMINISTRO ESTRUCTURA SOPORTE EMBARRADO	48.800,000	2,30	112.240,00
SE03.1.11	kg SUMINISTRO ESTRUCTURA SOPORTE PUNTA FRANKLIN	2.720,000	2,30	6.256,00
SE03.1.12	kg SUMINISTRO ESTRUCTURA GALIBO	651,600	2,30	1.498,68
SE03.1.13	kg SUMINISTRO ESTRUCTURA PARA BANCADA DE CUADROS Y	1.300,000	1,65	2.145,00
		1,00	763.383,36	763.383,36
SE03.2	PA SUMINISTRO EMBARRADOS Y CONDUCTORES DESNUDOS Suministro de Embarrados para Barras principales segun ø especificado en proyecto y conductor de Aluminio desnudo para conexionado de equipos de 400kV y 220kV. Includo accesorios, pequeño material y ferreteria. Totalmente instalado según planos de montaje de proyecto.			
	Descomposición			
07.2.1	m Suministro Embarrado tubular 200/188	720,000	65,50	47.160,00
07.2.2	m Suministro Embarrado tubular 100/80	240,000	39,50	9.480,00
07.2.3	m Suministro Embarrado flexible ACSR 'Rail'	5.600,000	4,54	25.424,00
07.2.4	m Suministro de conductor Acero para Red Aerea	360,000	2,27	817,20
		1,00	82.881,20	82.881,20
SE03.3	PA SUMINISTRO DE CONECTORES Y RACORES Suministro de conectores para bornas de Aluminio segun tipo y dimensiones especificadas y requerimientos en proyecto. Se incluye tambien cadenas de aisladores y herrajes en caso de ser embarrados Flexibles. Includo accesorios, pequeño material y ferreteria. Totalmente instalado según planos de montaje de proyecto.			
	Descomposición			
07.3.1	u Suministro Conectores y Bornas para equipos Principales	480,000	105,00	50.400,00
07.3.2	u Suministro Conectores para puesta a tierra de estructuras	650,000	15,50	10.075,00
07.3.3	u Suministro de Puntas Franklin	4,000	22,00	88,00
		1,00	60.563,00	60.563,00
TOTAL SUBCAPÍTULO SE03 ESTRUCTURAS METALICAS Y				906.827,56

PRESUPUESTO, DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

Subestación 400/220kV (AIS)

Firmado por
 ***4967**
 JOAQUÍN MARTÍN-
 OAR
 (C:***0003*)

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO SE04 EQUIPOS ALTA Tensión				
SE04.1	u PARARRAYOS AUTOVALVULAS Suministro de Pararrayos autoválvulas ZnO, según características de diseño y especificaciones técnicas de proyecto. Se incluye suministro de contador de descargas, pequeño material y ferretería. Totalmente instalado según planos de montaje de proyecto. Descomposición AV220 u SUMINISTRO PARARRAYOS ZNO 245 KV AV400 u SUMINISTRO PARARRAYOS ZNO 420 KV CNTDESC220 u SUMINISTRO CONTADOR DESCARGA	24,000 24,000 48,000	2.528,40 4.358,40 350,00	60.681,60 104.601,60 16.800,00
		1,00	182.083,20	182.083,20
SE04.2	u TRAFOS TENSION MONOFASICO Suministro de Transformador de potencial Inductivo o capacitivo unipolar para tensiones de 245 kV y 420 kV. Incluido pequeño material y ferretería. Totalmente instalado según planos de montaje de proyecto. Descomposición TT420IN u SUMINISTRO TRANSFORMADOR DE TENSION INDUCTIVO DE 420 KV TT420CAP u SUMINISTRO TRANSFORMADOR DE TENSION CAPACITIVO DE 420 KV TT245IN u SUMINISTRO TRANSFORMADOR DE TENSION INDUCTIVO DE 245 KV TT245CAP u SUMINISTRO TRANSFORMADOR DE TENSION CAPACITIVO DE 245 KV	42,000 6,000 42,000 6,000	12.685,00 10.480,00 6.550,00 5.485,00	532.770,00 62.880,00 275.100,00 32.910,00
		1,00	903.660,00	903.660,00
SE04.3	u TRAFOS CORRIENTE MONOFASICO Suministro de Transformador de corriente monofasico 420 KV o 245 KV (segun proyecto) diseñado para operacion en intemperie con relacion de transformacion, potencia precision y dimensiones descritas en proyecto de ingeniería y especificaciones técnicas. Se incluye pequeño material y ferretería. Totalmente instalado según planos de montaje de proyecto. Descomposición TI245KV u SUMINISTRO TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD 245 KV TI420KV u SUMINISTRO TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD 420 KV	36,000 36,000	8.765,30 12.450,00	315.550,80 448.200,00
		1,00	763.750,80	763.750,80
SE04.4	u SECCIONADORES Suministro de Seccionadores para instalación exterior, de tipo giratorio de apertura central o Pantógrafo, con o sin cuchilla de puesta a tierra enclavadas mecánicamente con las principales, según proyecto técnico y especificaciones técnicas de diseño. Incluido pequeño material y ferretería. Totalmente instalado y probado según planos de montaje de proyecto. Descomposición 03.4.1 u SECCIONADORES 245 kV CON PAT (TRIPOLAR) 03.4.2 u SECCIONADORES 245 kV SIN PAT (TRIPOLAR) 03.4.3 u SECCIONADORE PANTOGRAFOS 245KV (TRIPOLAR) 03.4.4 u SECCIONADORES 420 kV CON PAT (TRIPOLAR) 03.4.5 u SECCIONADORES 420 kV CON PAT (TRIPOLAR) 03.4.6 u SECCIONADORES PANTOGRAFOS 420 KV (TRIPOLAR)	8,000 4,000 16,000 8,000 4,000 16,000	9.850,00 9.480,00 12.120,00 14.880,00 14.250,00 16.450,00	78.800,00 37.920,00 193.920,00 119.040,00 57.000,00 263.200,00
		1,00	749.880,00	749.880,00
SE04.5	u INTERRUPTOR AUTOMATICO TRIPOLAR Suministro de Interruptor Automatico Tripolar SF6 de de operacion monopolar (3 mandos, 3 polos), de características técnicas y especificaciones de diseño descritas en proyecto técnico, Incluido pequeño material y ferretería. Totalmente instalado y probado según planos de montaje de proyecto. Descomposición IA245 u SUMINISTRO INTERRUPTOR AUTOMATICO 245 KV IA420 u SUMINISTRO INTERRUPTOR AUTOMATICO 420 KV	12,000 12,000	42.260,00 97.450,00	507.120,00 1.169.400,00
		1,00	1.676.520,00	1.676.520,00
SE04.6	u AUTOTRAFO POTENCIA 400/220/30KV Suministro y montaje de Autotransformador de Potencia Trifásico 400/220/30 kV; 110 MVA (ONAF/ONAN), YNa11, Incluido pequeño material y ferretería. Totalmente instalado y conexonado según planos de montaje de proyecto. Descomposición ATRPOT u SUMINISTRO AUTOTRANSFORMADOR POTENCIA 400/220/30KV; 110MVA	6,000	1.025.000,00	6.150.000,00
		1,00	6.150.000,00	6.150.000,00

PRESUPUESTO, DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

Subestación 400/220kV (AIS)

Firmado por
 ***4967**
 JOAQUÍN MARTÍN-
 OAR
 (C:***0003*)



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SE04.7	u AISLADORES SOPORTE Suministro de Aislador soporte segun especificaciones y características diseñadas en proyecto técnico, tipo porcelana o polimérico, con Linea de fuga 43mm/KV, Incluido accesorios, pequeño material y ferretería. Totalmente instalado según planos de montaje de proyecto. Descomposición AISPED245KV u SUMINISTRO AISLADOR SOPORTE 245 KV AISPED420KV u SUMINISTRO AISLADOR SOPORTE 420 KV	108,000 108,000	540,00 980,00	58.320,00 105.840,00
		1,00	164.160,00	164.160,00
TOTAL SUBCAPÍTULO SE04 EQUIPOS ALTA TENSIÓN.....				10.590.054,00
SE05.1	u BANCO DE CABINAS DE MT (30kV) Suministro de Banco de Cabinas 36 kV / 25 kA, con aislamiento en SF6, con interruptor automático, seccionador con PaT, transformadores de intensidad y Transformador de intensidad para fallas a tierras, incluyendo transporte a obra deacarga, colocacion, accesorios de montaje y pequeño material. Totalmente instalado segun plano de montaje de Proyecto. Descomposición CL36 u SUMINISTRO CELDA DE LINEA DE 30KV 630A 25KA CLSA36 u SUMINISTRO CELDA DE LINEA DE SSAA 30KV 400A 25KA CMTB36 u SUMINISTRO CELDA MEDIDA TENSION EN BARRAS 30KV	6,000 6,000 6,000	24.489,00 22.982,00 15.298,00	146.934,00 137.892,00 91.788,00
		1,00	376.614,00	376.614,00
SE05.2	u SECCIONADOR TRIFASICO REACTANCIA 630 A (30KV) Suministro de Seccionador trifasico para Reactancia ZigZag. Un 36 kV, In=630 A, Icc 25KA. Se incluye suministro y montaje de contador de descargas, pequeño material y ferretería.Totalmente instalado según planos de montaje de proyecto. Descomposición SECTRIF36 u SUMINISTRO SECCIONADOR TRIFASICO	6,000	1.650,00	9.900,00
		1,00	9.900,00	9.900,00
SE05.3	u AUTOVALVULA UNIPOLAR (30KV) Suministro de Pararrayos autoválvula Ur 36 kV, MCOV 28 KV, 20 kA, Clase 2, Icc 25 KA. Se incluye suministro y montaje de contador de descargas, pequeño material y ferretería.Totalmente instalado según planos de montaje de proyecto. Descomposición PAR33KV u SUMINISTRO PARARRAYOS AUTOVALVULA 33KV	1,000	85,00	85,00
		18,00	85,00	1.530,00
SE05.4	u AISLADOR SOPORTE 30KV Suministro de Aislador soporte C4-170 con Linea de fuga 25mm/KV, Incluido accesorios, pequeño material y ferretería. Totalmente instalado según planos de montaje de proyecto. Descomposición AISPED36 u SUMINISTRO AISLADOR SOPORTE 36KV	1,000	55,00	55,00
		18,00	55,00	990,00
SE05.5	u TRANSFORMADOR SERVICIOS AUXILIARES Suministro de Transformador de Servicios Auxiliares, relación de transformación 30.000 V/ 400 V, 160 kVA Descomposición TRSSAA160 u SUMINISTRO TRAF0 SSAA 160 KVA	1,000	9.690,00	9.690,00
		6,00	9.690,00	58.140,00
TOTAL SUBCAPÍTULO SE05 EQUIPOS MEDIA TENSIÓN.....				447.174,00

PRESUPUESTO, DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

Subestación 400/220kV (AIS)

Firmado por
 ***4967**
 JOAQUÍN MARTÍN-
 OAR
 (C:***0003*)



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO SE06 CUADROS BT y SS AA				
SE06.1	u GRUPO ELECTRÓGENO Suministro de grupo electrógeno 160KVA, insonorizado y para instalación en interior, incluyendo armario eléctrico de sincronismo y transferencia conforme al esquema unilineal y equipos y material auxiliar para sistema de toma de aire fresco y escape de gases.			
	Descomposición			
	GE160 u SUMINISTRO GRUPO ELECTRÓGENO 160KVA	2,000	18.525,00	37.050,00
		1,00	37.050,00	37.050,00
SE06.3	u CUADROS PRINCIPAL Y SECUNDARIOS DE BAJA TENSION Suministro sobre bancadas metalicas de conjunto de Armarios y Cuadros que conforman el Cuadro General de Servicios Auxiliares en Corriente Alterna 400Vca y Corriente continua 125 Vcc			
	Descomposición			
	CUAD_400VCA u SUMINISTRO CUADRO PRINCIPAL SSAA. CORRIENTE ALTERNA 400	1,000	23.678,50	23.678,50
	CUAD_125VCC u SUMINISTRO CUADRO PRINCIPAL SSAA. CORRIENTE CONTINUA 125	1,000	12.200,00	12.200,00
	CUAD_MEDFISC u SUMINISTRO ARMADIO DE MEDIDA FISCAL	2,000	45.380,00	90.760,00
	CUAD_RCP u SUMINISTRO CUADRO REGULADOR EN CARGA TRANSFORMADOR	1,000	12.870,00	12.870,00
	CUAD_BTSEC u SUMINISTRO CUADROS DE DISTRIBUCION BT ALUMB. FUERZA Y	3,000	2.850,00	8.550,00
		1,00	148.058,50	148.058,50
SE06.4	u RECTIFICADOR - BATERIAS CC Suministro y Montaje sobre bancada metalica de Armario para Cargador de baterías, 400Vca - 125 Vcc.			
	Descomposición			
	RCB125 u SUMINISTRO CARGADOR BATERIAS RECTIFICADOR 125Vcc	2,000	16.900,00	33.800,00
	BBT u SUMINISTRO BANCO DE BATERIAS PARA RECTIF. 125Vcc	2,000	10.200,00	20.400,00
	RCB48 u SUMINISTRO CARGADOR BATERIAS RECTIFICADOR 48Vcc (INCL.	1,000	8.720,00	8.720,00
		1,00	62.920,00	62.920,00
SE06.5	u CAJAS DE FORMACION TENSION - INTENSIDAD			
	Descomposición			
	SE06.6.1 u Suministro Caja de Formacion de Tensiones	6,000	1.850,00	11.100,00
	SE06.6.2 u Suministro Cajas de Formacion de Intensidades	6,000	1.700,00	10.200,00
	SE06.6.3 u Suministro Caja formacion Tensiones para Facturacion	2,000	2.100,00	4.200,00
	SE06.6.4 u Suministro Cajas de Formacion de Intensidades para Facturacion	2,000	2.200,00	4.400,00
		1,00	29.900,00	29.900,00
TOTAL SUBCAPÍTULO SE06 CUADROS BT y SS AA.....				277.928,50

PRESUPUESTO, DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

Subestación 400/220kV (AIS)

Firmado por
 ***4967**
 JOAQUÍN MARTÍN-
 OAR
 (C:***0003*)



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO SE07 SISTEMA COMUNICACIONES				
SE07.1	u ARMARIOS COMUNICACIONES			
	Descomposición			
	CUAD_ICT u SUMINISTRO ARMARIO SCADA - ICT CORPORATIVO	1,000	48.450,00	48.450,00
	CUAD_RTU u SUMINISTRO ARMARIO RTU (Comunicaciones)	1,000	42.585,00	42.585,00
	CUAD_SCADATECu SUMINISTRO ARMARIO SCADA - UCS	1,000	37.850,00	37.850,00
		1,00	128.885,00	128.885,00
SE07.2	PA CONEXIONADO Y FUSION DE CABLE F.O. Y PRUEBAS REFLECTOMETRIA			
		8,00	4.250,00	34.000,00
SE07.3	u ANTENA GPS			
		1,00	740,00	740,00
TOTAL SUBCAPÍTULO SE07 SISTEMA COMUNICACIONES				163.625,00
SUBCAPÍTULO SE08 CABLEADO MT/BT				
SE08.1	u CABLEADO MT			
	Cable MT de cualquier sección por zanja, bandeja en galería, tubo, estructura soporte de aparamenta, etc., incluye el replanteo, corte y tendido de los cables, así como el destapado y tapado de zanjas y reposición de las losas que se deterioren (si fuese necesario), así como carriles soporte y abrazaderas donde sea necesario en estructuras de aparellaje. La medición contempla cables de distinta composición y sección. No se admitirá reclamación por variación de composiciones, por variación de las proporciones de unas composiciones frente a otras, ni por variación del número de tramos totales ni parciales. Tras el montaje y pruebas, se sellarán los tubos de acceso en peanas de todo el aparellaje con mortero ligero y los huecos de entrada en casetas con materiales resistentes al fuego. Se incluye también el suministro de todos los accesorios de tendido recogidos en planos y/o necesarios para una correcta terminación del trabajo, como grapas de fijación, perfiles de fijación, etiquetas, etc.			
	Descomposición			
	SE08.1.1 m Cable tipo XLPE 18/30KV de sección 630mm2 AL	200,000	15,45	3.090,00
	SE08.1.3 m Cable tipo XLPE 18/30KV de sección 400mm2 AL	200,000	12,20	2.440,00
	SE08.1.5 m Cable tipo XLPE 18/30KV de sección 185mm2 AL	120,000	8,50	1.020,00
		2,00	6.550,00	13.100,00
SE08.2	u TERMINALES MT			
	Suministro de terminal unipolar polimérico de cable de MT. Se incluye también el suministro de todos los accesorios de montaje recogidos en planos y/o necesarios para una correcta terminación del trabajo, como grapas de fijación, perfiles de fijación, etiquetas, etc.			
	Descomposición			
	SE08.2.1 u Terminales Enchufables o exteriores (3 Fases) cable de 630mm2	12,000	615,00	7.380,00
	SE08.2.3 u Terminales Enchufables o exteriores (3 Fases) cable de 400mm2	8,000	510,00	4.080,00
	SE08.2.4 u Terminales Enchufables o exteriores (3 Fases) cable de 240mm2	4,000	492,00	1.968,00
		2,00	13.428,00	26.856,00

PRESUPUESTO, DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

Subestación 400/220kV (AIS)

Firmado por
 ***4967**
 JOAQUÍN MARTÍN-
 OAR
 (C:***0003*)

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SE08.3	u CABLEADO MANDO Y CONTROL Cable de cualquier sección por zanja, bandeja en galería, tubo, estructura soporte de apareamiento, etc., incluye el replanteo, corte y tendido de los cables, así como el destapado y tapado de zanjas y reposición de las losas que se deterioren (si fuese necesario), así como carriles soporte y abrazaderas donde sea necesario en estructuras de aparellaje. La medición contempla cables de distinta composición y sección. No se admitirá reclamación por variación de composiciones, por variación de las proporciones de unas composiciones frente a otras, ni por variación del número de tramos totales ni parciales. Tras el montaje y pruebas, se sellarán los tubos de acceso en peanas de todo el aparellaje con mortero ligero y los huecos de entrada en casetas y armarios de centralización con materiales resistentes al fuego. Se incluye también el suministro de todos los accesorios de tendido recogidos en planos y/o necesarios para una correcta terminación del trabajo, como prensaestopas, grapas de fijación, perfiles de fijación, etiquetas, etc. Esta unidad tendrá un único precio medio, cualquiera que sea el cable a tender.			
	Descomposición SE08.3.1 u CABLE DE CONTROL 1,000 65.030,50 65.030,50 SE08.3.2 u CABLE DE FUERZA 1,000 9.631,30 9.631,30 SE08.3.3 u CABLE DE COMUNICACIONES 1,000 10.383,75 10.383,75 SE08.3.4 u CABLE DE SEGURIDAD 1,000 21.095,00 21.095,00 SE08.3.5 u CABLE DE ALUMBRADO Y FUERZA 1,000 22.924,00 22.924,00 SE08.3.6 u JUMPERS FIBRA OPTICA (LATIGUILLOS) 1,000 1.207,60 1.207,60			
		2,00	130.272,15	260.544,30
SE08.4	u CANALIZACIONES Y BANDEJAS Suministro de Bandejas, canalizaciones y tubos para cualquier tipo de cableado de mando, señalización y medida, tendido bajo tubo entre apareamiento y cuadros, i/ terminales y pequeño material de conexión. Totalmente terminado.			
	Descomposición SE08.4.1 u BANDEJAS DE CABLE 1,000 4.129,00 4.129,00 SE08.4.2 u TUBOS CONDUIT 1,000 2.058,60 2.058,60 SE08.4.3 u TUBO FLEXIBLE SAPA 1,000 950,50 950,50 SE08.4.4 u TUBOS CORRUGADOS 1,000 1.537,00 1.537,00			
		2,00	8.675,10	17.350,20
SE08.5	u PEQUEÑO MATERIAL Suministro pequeño material y accesorios para conexionado de cableado de mando, señalización y medida, tendido bajo tubo entre apareamiento y cuadros.			
	Descomposición SE08.5.1 PA SUMINISTRO DE TERMINALES ATORNILLABLES 1,000 300,00 300,00 SE08.5.2 PA SUMINISTRO PUNTERAS DE VARIOS ø 1,000 400,00 400,00 SE08.5.3 PA SUMINISTRO PRENSAESTOPAS DE VARIOS ø 1,000 150,00 150,00 SE08.5.4 PA SUMINISTRO GRAPAS SUJECION OBO 1,000 450,00 450,00 SE08.5.5 PA SUMINISTRO TERMORRETRACTILES VARIOS TAMAÑOS 1,000 180,00 180,00 SE08.5.6 PA SUMINISTRO FERRULES 1,000 140,00 140,00 SE08.5.7 PA SUMINISTRO ETIQUETAS MANGUERAS 1,000 120,00 120,00			
		2,00	1.740,00	3.480,00
TOTAL SUBCAPÍTULO SE08 CABLEADO MT/BT				321.330,50

PRESUPUESTO, DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

Subestación 400/220kV (AIS)

Firmado por
***4967**
JOAQUÍN MARTÍN-
OAR
(C:***0003*)

ingenostrum.
Executing your renewable vision

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO SE09 INTALACIONES Y SERVICIOS				
SE09.1	u ALUMBRADO Y FUERZA Suministro y montaje de Sistema de Alumbrado y fuerza para parque exterior y edificios de Operación y Mantenimiento, formado por los siguientes conjuntos, totalmente instalados según Proyecto: Descomposición SE09.1.1 u Suministro de conjunto de Luminarias 2X32W, 220Vca. SE09.1.2 u Suministro de conjunto de Luminarias LED tipo Downligh SE09.1.3 u Suministro de conjunto de Emergencia para interior y exterior SE09.1.4 u Suministro de conjunto de Proyectoras Tipo LED 400W intemperie SE09.1.5 u Suministro de cuadros secundarios de alumbrado y fuerza			
		30,000	45,50	1.365,00
		16,000	16,95	271,20
		28,000	39,79	1.114,12
		16,000	250,00	4.000,00
		3,000	3.620,00	10.860,00
		1,00	17.610,32	17.610,32
SE09.2	u SISTEMA CCTV Y ANTI-INTRUSISMO Suministro y montaje de Sistema de Circuito Cerrado de Television (CCTV) y Sistema de detección y alarma anti intrusos en parque exterior y edificio de Operación y Mantenimiento, formado por los siguientes conjuntos, totalmente instalados según Proyecto: Descomposición SE09.2.1 u Suministro de conjunto de detectores de movimiento SE09.2.2 u Suministro de camaras de seguridad SE09.2.3 u Suministro de sistema de apertura automatico de Puertas SE09.2.4 u Suministro de conjunto de Camara Domo 360° SE09.2.5 u Suministro de conjunto de Central de senalización y Alarma SE09.2.6 u Suministro de sirena de montaje en exterior			
		16,000	165,00	2.640,00
		12,000	845,00	10.140,00
		2,000	2.650,00	5.300,00
		1,000	2.200,00	2.200,00
		1,000	8.900,00	8.900,00
		1,000	380,00	380,00
		1,00	29.560,00	29.560,00
SE09.3	u SISTEMA CLIMATIZACION VENTILACIÓN AIRE ACOND. Suministro y montaje de Sistema de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado edificios de operación y mantenimiento, formado por los siguientes conjuntos, totalmente instalados según Proyecto: Descomposición SE09.3.1 u Suministro de equipos de Aire Acondicionado Tipo Split Inverter SE09.3.2 u Suministro de Cuadro Unidad centralizada de Control SE09.3.3 u Suministro de Extractores tipo industrial para colocacion pared			
		8,000	1.100,00	8.800,00
		1,000	2.850,00	2.850,00
		6,000	365,00	2.190,00
		1,00	13.840,00	13.840,00
SE09.4	u SISTEMA CONTRA INCENDIOS Suministro y montaje de Sistema detección y extinción de incendios para parque exterior y edificios de Operación y Mantenimiento, formado por los siguientes conjuntos, totalmente instalados según Proyecto: Descomposición SE09.4.1 u Suministro de Detectores termovelocimetricos SE09.4.2 u Suministro de Detectores Ionicos SE09.4.3 u Suministro de pulsadores de Emergencia exterior e interior SE09.4.4 u Suministro cuadro centralizacion de señales de alarma SE09.4.5 u Suministro de sirena exterior SE09.4.6 PA Suministro de cartelaria para sistema Contra incendio SE09.4.7 u Suministro de Extintores portatiles 3Kg. Polvo ABC SE09.4.8 u Suministro de Extintores sobre carro 40Kg. Polvo ABC SE09.4.9 u Suministro de Extintores portatiles 3Kg. CO2			
		8,000	64,50	516,00
		6,000	54,90	329,40
		12,000	35,90	430,80
		1,000	2.470,00	2.470,00
		1,000	280,00	280,00
		1,000	485,00	485,00
		4,000	48,50	194,00
		6,000	285,00	1.710,00
		2,000	55,85	111,70
		1,00	6.526,90	6.526,90
TOTAL SUBCAPÍTULO SE09 INTALACIONES Y SERVICIOS.....				67.537,22

PRESUPUESTO, DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

Subestación 400/220kV (AIS)

Firmado por
 ***4967**
 JOAQUÍN MARTÍN-
 OAR
 (C:***0003*)

ingenostrum.
 Executing your renewable vision

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO SE10 SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCIONES				
SE10.1	u ARMARIOS CONTROL Y PROTECCIÓN 400KV			
	Descomposición			
	TPL_CAM u SUMINISTRO ARMARIO PROTECCION LINEA	2,000	59.450,00	118.900,00
	TPT_TP u SUMINISTRO DE ARMARIO DE PROTECCION DE TRAFOS	6,000	58.548,00	351.288,00
	TPA_SCS u SUMINISTRO ARMARIO CENTRALIZACION SCS	1,000	56.641,00	56.641,00
	TPP_DIFF u SUMINISTRO DE ARMARIO PROTECCION DIFERENCIAL DE BARRAS	2,000	89.130,00	178.260,00
	TPP_ACPL u SUMINISTRO DE ARMARIO PROTECCION DE POSICION ACOPLE	2,000	52.720,00	105.440,00
		1,00	810.529,00	810.529,00
SE10.2	u ARMARIOS CONTROL Y PROTECCIÓN 220KV			
	Suministro de Armario para Equipos de Control y Protecciones de Subestación se incluye conjunto de Reles de protección para parque intemperie de Alta Tension totalmente montados y conexonados según esquema desarrollado de cableado en proyecto de ejecución.			
	Descomposición			
	TPL_CAM u SUMINISTRO ARMARIO PROTECCION LINEA	2,000	59.450,00	118.900,00
	TPT_TP u SUMINISTRO DE ARMARIO DE PROTECCION DE TRAFOS	6,000	58.548,00	351.288,00
	TPP_DIFF u SUMINISTRO DE ARMARIO PROTECCION DIFERENCIAL DE BARRAS	2,000	89.130,00	178.260,00
	TPP_ACPL u SUMINISTRO DE ARMARIO PROTECCION DE POSICION ACOPLE	2,000	52.720,00	105.440,00
		1,00	753.888,00	753.888,00
SE10.3	u PROTECCIONES 30KV			
	Suministro de conjunto de Reles de proteccion para cabinas de Media Tension (IED) totalmente montados y conexonados según esquema desarrollado de cableado en proyecto de ejecución.			
	Descomposición			
	REL_FEED1 u SUMINISTRO RELE PROTECCION FEEDER LINEA	6,000	1.450,00	8.700,00
	REL_TR u SUMINISTRO RELE DE PROTECCION DE TRANSFORMADOR	6,000	1.870,00	11.220,00
	REL_MET1 u SUMINISTRO RELE CELDA MEDIDA 30KV	6,000	1.450,00	8.700,00
		1,00	28.620,00	28.620,00
SE10.4	u INTEGRACIÓN DE SISTEMA LOGICO DE PROTECCIONES			
	Servicion de ingenieria de fabricacion para frente des Armarios y disposicion fisica de equipos. Integracion de estudo de selectividad de Protecciones y implenetacion en obra de armarios			
	Descomposición			
	SE10.3.1 u Ingeniería de fabricacion Sistema de Control & Portecciones	1,000	10.750,00	10.750,00
		1,00	10.750,00	10.750,00
TOTAL SUBCAPÍTULO SE10 SISTEMA DE CONTROL Y				1.603.787,00

PRESUPUESTO, DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

Subestación 400/220kV (AIS)

Firmado por
 ***4967**
 JOAQUÍN MARTÍN-
 OAR
 (C:***0003*)

ingenostrum.
 Executing your renewable vision

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO SE11 MONTAJE ELECTROMECHANICO				
SE11.1	u MONTAJE ELECTROMECHANICO Montaje electromecanico de Estructuras metalicas, Equipos y Aparamenta de AT y MT, embarra- dos, Cables de potencia, mando y control asi como Cabinas MT, Cuadros electricos y Bastidores de protecciones y de SCADA. Descomposición SE11.1.1 h Jefe de Obra SE11.1.2 h Supervisor obra Civil/Electrico SE11.1.3 h Encargados Civiles/Electricos SE11.1.4 h Operarios Civiles/Electromecanicos	2.640,000 2.640,000 2.640,000 31.680,000	48,50 38,50 28,50 25,50	128.040,00 101.640,00 75.240,00 807.840,00
		1,00	1.112.760,00	1.112.760,00
SE11.2	u PEQUEÑO MATERIAL Y FERRETERIA Suministro de pequeño material y accesorios de montaje asi como material de ferreteria para montaje Electromecanico y conexionado electrico según proyecto constructivo. Descomposición SE11.2.1 PA Suministro de pequeño material y accesorios de Ferreteria	1,000	9.650,00	9.650,00
		1,00	9.650,00	9.650,00
SE11.3	u MAQUINARIA APOYO A MONTAJE Descomposición MAQ01 mes Camion Pluma 8TN MAQ02 mes Camion Pluma 10TN Todoterreno MAQ03 mes Manipulador Telescopico MAQ04 mes Carretilla elevadora MAQ05 mes Plataformas elevadoras MAQ07 mes Furgoneta MAQ08 mes Todoterreno Pick Up MAQ15 dia Grua 100TN MAQ16 mes Retroexcavadora Caterpillar	4,000 5,000 9,000 6,000 24,000 10,000 12,000 20,000 4,000	7.510,00 11.810,00 6.800,00 3.800,00 2.850,00 735,00 650,00 3.150,00 8.220,00	30.040,00 59.050,00 61.200,00 22.800,00 68.400,00 7.350,00 7.800,00 63.000,00 32.880,00
		1,00	352.520,00	352.520,00
SE11.4	u HERRAMIENTAS DE MONTAJE Descomposición SE11.4.1 u Cajon de herramientas de mano para montador electromecanico SE11.4.2 u Cajon de herramientas de mano para montador electrico SE11.4.3 PA Alquiler herramienta industrial	4,000 4,000 1,000	1.854,50 1.965,50 8.450,00	7.418,00 7.862,00 8.450,00
		1,00	23.730,00	23.730,00
TOTAL SUBCAPÍTULO SE11 MONTAJE ELECTROMECHANICO				1.498.660,00
TOTAL CAPÍTULO SET CONSTRUCCION SUBESTACION.....				18.291.745,34

PRESUPUESTO, DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

Subestación 400/220kV (AIS)

Firmado por
 ***4967**
 JOAQUÍN MARTÍN-
 OAR
 (C: ****0003*)



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO COM COMMISSIONING				
SE12.1	u PRUEBAS FUNCIONALES APARAMENTA AT Realización de pruebas Funcionales en Obra y verificación de ajustes y correcto funcionamientos de aparamenta de parque interperie AT según especificaciones de fabricante y rquerimientos mínimos de cliente.	1,00	58.500,00	58.500,00
SE12.2	u PRUEBAS PASO Y CONTACTO Realización de medidas de tenion de Paso y Contacto y verificación de aislamientos	1,00	1.350,00	1.350,00
SE12.3	u PRUEBAS AISLAMIENTOS CABLE MT Realización de pruebas de aislamiento dielectrico de cables de Potencia.	1,00	3.600,00	3.600,00
SE12.4	u PRUEBAS FUNCIONALES CABINAS CT Realización de pruebas Funcionales y verificación de ajustes y correcto funcionamientos de Cabinas de MT según especificaciones de fabricante y rquerimientos mínimos de cliente.	1,00	8.200,00	8.200,00
SE12.5	u PRUEBAS BASTIDORES RELES Realización de Protocolo de Pruebas de Reles según listado de Señales mediante inyeccion de co-rrientes con Maleta OMICROM	1,00	24.800,00	24.800,00
SE12.6	u PRUEBAS FUNCIONALES RTU Asistencia en Remoto de personal del fabricante para verificación del correcto funcionamiento y intercambio de señales entre subestacion y Centro de control	1,00	5.600,00	5.600,00
SE12.7	u INSPECCION OCA Realización de Inspeccion visual por organismo de certidficacion autorizado (OCA) y emision de informe favorable para Tramitacion de expedientes en Industria	1,00	1.850,00	1.850,00
SE12.8	u ASISTENCIA ENERGIZACION Asistencia de Equipo de Pruebas y Comunicaciones para verificación de señales en la energizacion de la Subestacion	1,00	5.500,00	5.500,00
TOTAL CAPÍTULO COM COMMISSIONING				109.400,00

PRESUPUESTO, DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

Subestación 400/220kV (AIS)

Firmado por
 ***4967**
 JOAQUÍN MARTÍN-
 OAR
 (C:***0003*)

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO SYS SEGURIDAD Y SALUD				
SYS.1	PA ESTUDIOS SEGURIDAD Y SALUD Realización de estudio que, definiendo las actuaciones u obras que se van a realizar, según lo indicado en el Proyecto de Ejecución o en el Proyecto Básico, defina a su vez las medidas preventivas adecuadas a los riesgos que conlleva la realización de la obra.			
		1,00	8.750,00	8.750,00
SYS.2	u EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI'S) Suministro equipos de proteccion individual. Incluye: Descomposición			
	SYS.2.1 u Casco de Seguridad Homologado	20,000	24,00	480,00
	SYS.2.2 u Casco de Seguridad para maniobra (tipo Hidra) Homologado	4,000	160,00	640,00
	SYS.2.3 u Gafas antipolvo y anti impactos homologadas	20,000	28,00	560,00
	SYS.2.4 u Mascarillas anti polvo tipo FFP2	2,000	100,00	200,00
	SYS.2.5 u Protectores auditivos (tapones)	30,000	15,00	450,00
	SYS.2.6 u Protectores auditivos para cascos Homologados	10,000	32,00	320,00
	SYS.2.7 u Arnés para trabajos en altura con dispositivo anticaídas y linea	5,000	65,00	325,00
	SYS.2.8 u Grupo de respiracion autónomo.	1,000	48,00	48,00
	SYS.2.9 u Ropa o Mono de trabajo.	20,000	45,00	900,00
	SYS.2.10 u Impermeables	20,000	11,00	220,00
	SYS.2.11 u Guantes de uso General homologados.	20,000	7,28	145,60
	SYS.2.12 u Guantes de cuero.	20,000	12,54	250,80
	SYS.2.13 u Guantes dieléctricos Homologados.	5,000	38,50	192,50
	SYS.2.14 u Botas impermeables al agua y a la humedad.	12,000	24,85	298,20
	SYS.2.15 u Botas de seguridad de cuero.	20,000	45,80	916,00
	SYS.2.16 u Botas dieléctricas homologadas.	5,000	69,85	349,25
	SYS.2.17 u Mandil de soldador	4,000	28,30	113,20
	SYS.2.18 u Chalecos reflectantes con bandas de señalización homologados.	20,000	5,50	110,00
		1,00	6.518,55	6.518,55
SYS.3	u CURSOS Y FORMACIÓN COLECTIVA Cursos de Formacion y Reconocimientos medicos de carácter obligatorio para trabajos a realizar durante la ejecución de la obra. Descomposición			
	SYS.3.1 u Reconocimiento medico personal obligatorio para todo el persona	5,000	110,00	550,00
	SYS.3.2 u Formacion obligatoria en Seguridad e Higiene en el trabajo.	5,000	120,00	600,00
	SYS.3.3 u Cursos de formacion para trabajos en Altura	5,000	180,00	900,00
	SYS.3.4 u Cursos de Formacion para uso de maquinaria y aparatos elevadores	5,000	150,00	750,00
	SYS.3.5 u Cursos de Formacion para Trabajos con riesgo electrico	5,000	220,00	1.100,00
	SYS.3.6 u Cursos de Formacion y prevencion contra incendios	5,000	180,00	900,00
	SYS.3.7 u Cursos de formacion en usos de desfibriladores	2,000	600,00	1.200,00
		1,00	6.000,00	6.000,00
SYS.4	u CARTELERIA Y SEÑALIZACIÓN Descomposición			
	SYS.4.1 u Señales normalizadas de Trafico con soporte metálico.	4,000	120,00	480,00
	SYS.4.2 u Señales Señalización de estancias con soporte metálico	12,000	100,00	1.200,00
	SYS.4.3 u Carteles indicativos de riesgo electrico con soporte metálico	18,000	60,00	1.080,00
	SYS.4.4 u Carteles indicativos de riesgo electrico sin soporte metálico	12,000	48,00	576,00
	SYS.4.5 u Cordon y/o cadena de balizamiento reflectante, incluidos soporte	2,000	50,00	100,00
	SYS.4.6 u Cinta plastica de balizamiento en colores blanco y rojo	2,000	60,00	120,00
	SYS.4.7 u Valla autonoma metálica de contencion de peatones	4,000	180,00	720,00
	SYS.4.8 u Protección de zanjas con chapones en cruces y caminos	1,000	350,00	350,00
		1,00	4.626,00	4.626,00

PRESUPUESTO, DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

Subestación 400/220kV (AIS)

Firmado por
 ***4967**
 JOAQUÍN MARTÍN-
 OAR
 (C:***0003*)

ingenostrum.
 Executing your renewable vision

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SYS.5	u INSTALACIÓN PROVISIONAL DE SERVICIOS EN OBRA			
	Descomposición			
SYS.5.1	mes Alquiler de Aseos en Obra, para hombres y mujeres.	14,000	350,00	4.900,00
SYS.5.2	mes Alquiler de caseta de oficinas de obra con equipos de A/C	14,000	450,00	6.300,00
SYS.5.3	mes Alquiler de caseta para sala comedor con A/C y mobiliario	14,000	450,00	6.300,00
SYS.5.4	mes Alquiler de caseta para sala de reuniones con A/C y mobiliario	14,000	450,00	6.300,00
SYS.5.5	mes Alquiler de container Almacen para herramientas y maquina	14,000	300,00	4.200,00
SYS.5.6	mes Alquiler de maquina de agua potable	14,000	120,00	1.680,00
SYS.5.7	mes Alquiler de instalacion WIFI ADSL	14,000	65,00	910,00
SYS.5.8	mes Alquiler de Grupo Electrogenero de obra de 25KVA Potencia	1,000	250,00	250,00
SYS.5.9	mes Alquiler de deposito Combustible (900L) para Grupo Elect.	12,000	300,00	3.600,00
SYS.5.10	u Relleno de combustible de deposito Grupo electrogenero	14,000	900,00	12.600,00
SYS.5.11	mes Alquiler Cubas para recogida de residuos de obra	8,000	200,00	1.600,00
SYS.5.12	u Recogida de residuos de obra (1 x Mes)	8,000	150,00	1.200,00
SYS.5.13	u Limpieza y Recogida de residuos aseos de obra (2 x Mes)	28,000	120,00	3.360,00
SYS.5.14	u Suiministro de Recambio de Botellas de Agua Potable (1 x Mes)	28,000	75,00	2.100,00
SYS.5.15	u Instalacion de cuadros electricos provisionales Obra	2,000	1.850,00	3.700,00
		1,00	59.000,00	59.000,00
SYS.6	u PROTECCIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA			
	Suministro de Panoplia de seguridad para colocacion en subestacion y elementos de proteccion electrico compuestos de:			
	Descomposición			
SYS.6.1	u Suminisitro de puestas a tierra portatiles para maniobra	2,000	420,00	840,00
SYS.6.2	u Suministro de Pertiga con gancho para maniobra.	1,000	180,00	180,00
SYS.6.3	u Suministro de detector de tension para pertiga de maniobra	1,000	1.800,00	1.800,00
SYS.6.4	u Suministro de banqueta aislante para maniobra	1,000	60,00	60,00
SYS.6.5	u Suministro de manta aislante para maniobra	1,000	40,00	40,00
SYS.6.6	u Suministro de Guantes aislantes para maniobra	3,000	55,00	165,00
SYS.6.7	u Suministro de casco de maniobra con pantalla inactiva (tipo Hi	3,000	160,00	480,00
SYS.6.8	u Suministro de gasfas de proteccion Inactiva	1,000	30,00	30,00
SYS.6.9	u Suministro de cartel de "5 Reglas de Oro"	1,000	45,00	45,00
SYS.6.10	u Suministro de Soportes para colocacion Panoplia	1,000	40,00	40,00
SYS.6.11	u Suministro de Cartel PVC con esquema Unifilar Subestacion	1,000	120,00	120,00
SYS.6.12	u Suministro de equipos Walkie Talkie para Maniobras	1,000	145,00	145,00
		1,00	3.945,00	3.945,00
SYS.7	u PRIMEROS AUXILIOS			
	Descomposición			
SYS.7.1	u Botiquin de obra para primeros auxilios	1,000	200,00	200,00
SYS.7.2	u Reposición de material sanitario durante el transcurso de obra	2,000	100,00	200,00
SYS.7.3	mes Alquiler equipo desfibrilador para uso en caso de emergencia.	15,000	89,00	1.335,00
		1,00	1.735,00	1.735,00
TOTAL CAPÍTULO SYS SEGURIDAD Y SALUD				90.574,55
TOTAL.....				18.661.418,89

RESUMEN DE PRESUPUESTO
Subestación DC Badajoz 400/220kV

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
SET	INGENIERIA CONSTRUCCION SUBESTACION	169.699,00 €	0,91
-INGSE	-INGENIERIA DETALLE CONSTRUCCION SUBESTACION	169.699,00 €	
SET	CONSTRUCCION SUBESTACION	18.291.745,34 €	98,01
-SE01	-MOVIMIENTO DE TIERRAS	297.602,80 €	
-SE02	-OBRA CIVIL	2.117.218,76 €	
-SE03	-ESTRUCTURAS METALICAS Y EMBARRADOS.....	906.827,56 €	
-SE04	-EQUIPOS ALTA TENSIÓN	10.590.054,00 €	
-SE05	-EQUIPOS MEDIA TENSIÓN	447.174,00 €	
-SE06	-CUADROS BT y SS AA	277.928,50 €	
-SE07	-SISTEMA COMUNICACIONES	163.625,00 €	
-SE08	-CABLEADO MT/BT	321.330,50 €	
-SE09	-INTALACIONES Y SERVICIOS	67.537,22 €	
-SE10	-SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCIONES.....	1.603.787,00 €	
-SE11	-MONTAJE ELECTROMECANICO	1.498.660,00 €	
COM	COMMISSIONING	109.400,00 €	0,59
SYS	SEGURIDAD Y SALUD	90.574,55 €	0,49
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		18.661.418,89 €	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		18.661.418,89 €	

Firmado por ***4967**
JOAQUÍN MARTÍN-OAR
(C:****0003*) el día
18/12/2025 con un
certificado emitido

RESUMEN DE PRESUPUESTO
Subestación DC Badajoz 400/220kV

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
----------	---------	-------	---

DESGLOSE PRESUPUESTO POR NIVEL TENSION

SET	INGENIERIA CONSTRUCCION SUBESTACION	169.699,00 €	0,91
-ING-400KV	-INGENIERIA DETALLE CONSTRUCCION PARQUE 400KV	98.500,00 €	
-ING-220KV	-INGENIERIA DETALLE CONSTRUCCION PARQUE 220KV.....	71.199,00 €	
SET	CONSTRUCCION SUBESTACION	18.291.745,34 €	98,01
-SE01-400KV	-CONSTRUCCION PARQUE 400KV	12.220.872,67	
-SE01-220KV	- CONSTRUCCION PARQUE 220KV	6.070.872,67	
COM	COMMISSIONING	109.400,00 €	0,59
-COM-400KV	-COMMISSIONING PARQUE 400KV	59.076,00	
-COM-220KV	- COMMISSIONING PARQUE 220KV	50.324,00	
SYS	SEGURIDAD Y SALUD	90.574,55 €	0,49
-SYS-400KV	- SEGURIDAD Y SALUD PARQUE 400KV	45.287,27	
-SYS-220KV	- SEGURIDAD Y SALUD PARQUE 220KV	45.287,28	
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		18.661.418,89 €	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		18.661.418,89 €	

Firmado por ***4967**
JOAQUÍN MARTÍN-OAR
(C:****0003*) el día
18/12/2025 con un
certificado emitido



Executing your **decarbonisation** vision

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV

PLANOS

BADAJOS, BADAJOS (ESPAÑA)

Firmado por ***4967** JOAQUÍN
MARTÍN-OAR (C:****0003*) el día
06/03/2026 con un certificado
emitido por AC CAMERFIRMA FOR
NATURAL PERSONS - 2016

Tabla 1. Control de versiones del documento

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
0A	11/02/2026	Emisión Inicial	PLN	JRD	JMO

Sevilla, febrero de 2026

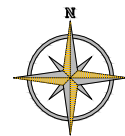
*El Ingeniero Industrial
Joaquín Martín-Oar María-Tomé
Nº de colegiado 07149 – COIIAOC Sevilla*

CONTENIDO

1 PLANOS SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	4
--------------------------------------	---

1 PLANOS SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

ORDEN	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	DCSP.0010.2.D.GN.201	Localización
2	DCSP.0010.2.D.GN.202	Layout General
3	DCSP.0010.2.D.GN.203	Edificios
4	DCSP.0010.2.D.GN.204	Layout General Parcelas-RBDA
5	DCSP.0010.2.D.GN.205	Alzado de Equipos
6	DCSP.0010.2.D.CV.201	Caminos y muro perimetral
7	DCSP.0010.2.D.CV.202	Layout Canalizaciones
8	DCSP.0010.2.D.CV.206	Layout Cimentaciones
9	DCSP.0010.2.D.EL.200	Unifilar de nodo
10	DCSP.0010.2.D.EL.201	Unifilar general
11	DCSP.0010.2.D.EL.202	Unifilar protecciones y medida
12	DCSP.0010.2.D.EL.203	Unifilar servicios auxiliares
13	DCSP.0010.2.D.EL.204	Red tierra- malla enterrada
14	DCSP.0010.2.D.EL.205	Red tierra – malla aérea
15	DCSP.0010.2.D.IN.201	Protección contra incendios
16	DCSP.0010.2.D.IN.202	Alumbrado
17	DCSP.0010.2.D.IN.203	Seguridad y video vigilancia
18	DCSP.0010.2.D.IN.204	Layout acceso y evacuación contra incendios



BADAJOS, EXTREMADURA. ESPAÑA

SUPERFICIE TOTAL PROYECTO

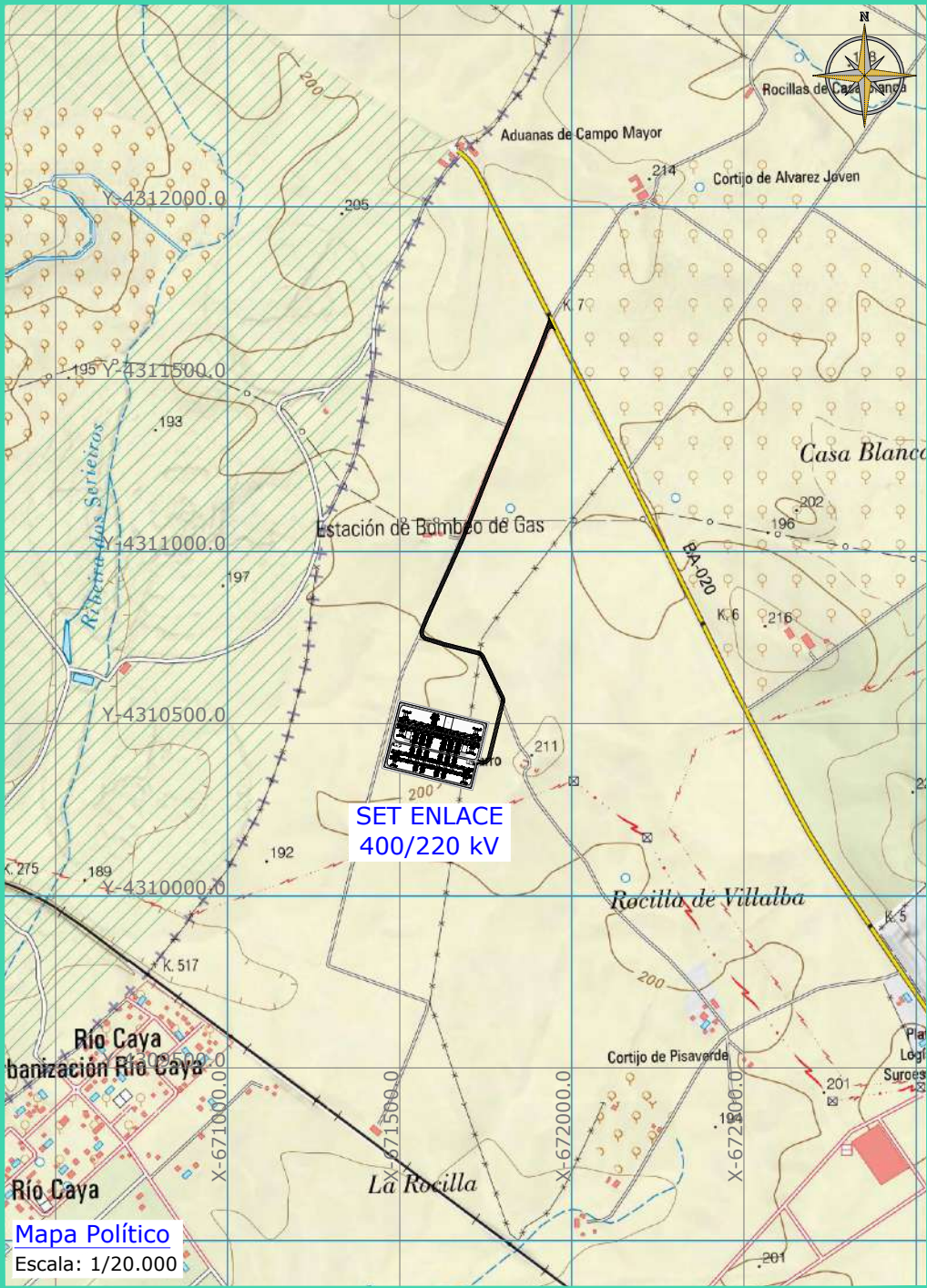
Área de VALLADO SET: 50.959 m²
Perímetro de VALLADO SET: 913 m

REFERENCIA CATASTRAL

1-Término municipal: BADAJOZ
Provincia: BADAJOZ
Polígono: 148
Parcela: 14
Ref. catastral: 06900A148000140000JK

2-Término municipal: BADAJOZ
Provincia: BADAJOZ
Polígono: 148
Parcela: 65
Ref. catastral: 06900A148000650000JB

3-Término municipal: BADAJOZ
Provincia: BADAJOZ
Polígono: 148
Parcela: 9
Ref. catastral: 06900A148000090000JM



REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACIÓN POR COMENTARIOS CLIENTES	JRD	APC	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN POR COMENTARIOS	JRD	MFT	PLN	JMO
3A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
4A	MODIFICACIÓN POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
5A	MODIFICACIÓN POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

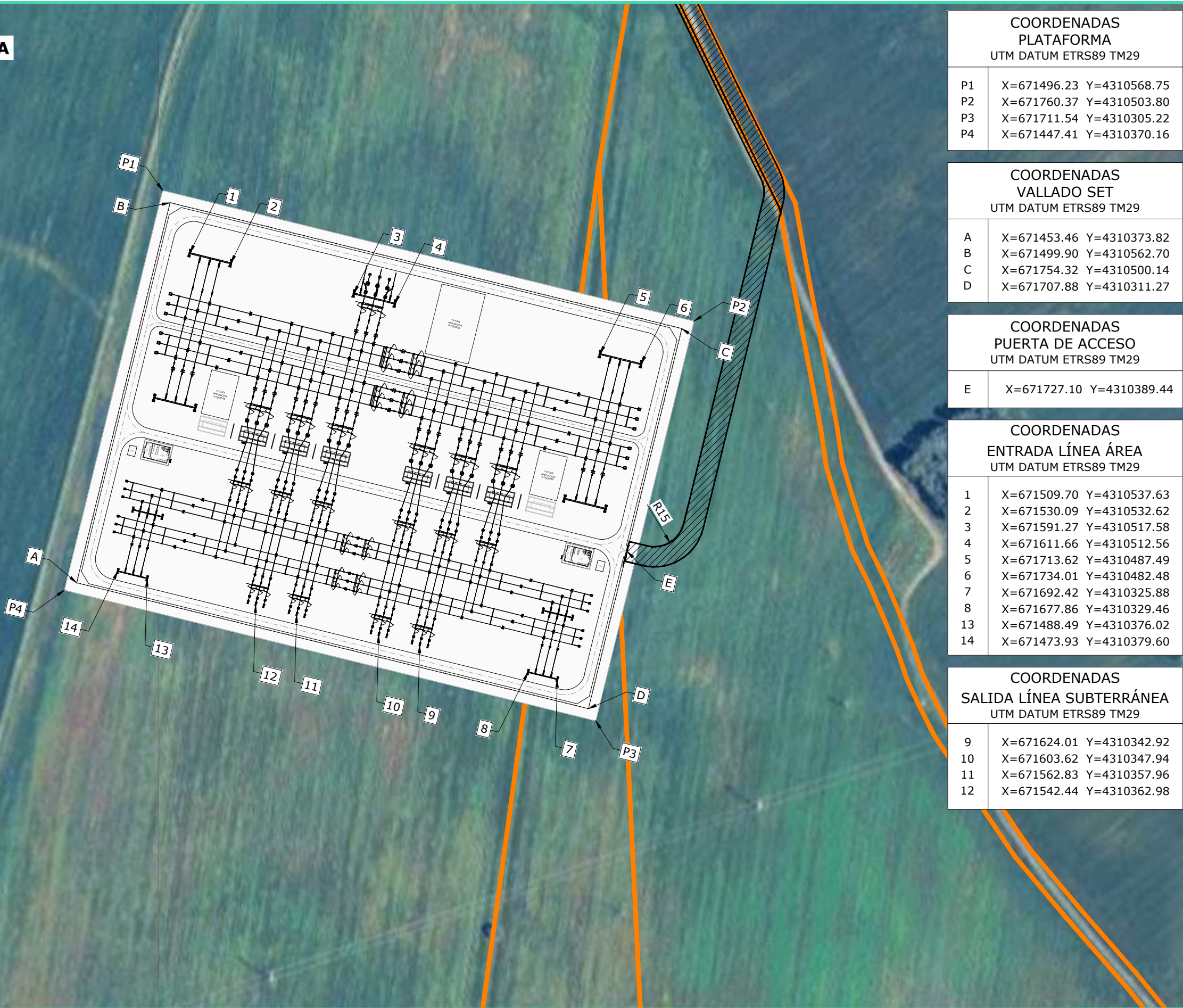
REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV
LOCALIZACIÓN
SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA
CONTACTO:

ingenostrum Executing your decarbonisation vision			
NOMBRE	FECHA	TIPO A3	
PROYECTADO JRD	10/02/2026	ESCALA	
DIBUJADO APC	10/02/2026	INDICADAS	
REVISADO PLN	10/02/2026	Nº DE PLANO	
APROBADO JMO	10/02/2026	GN.201-5A 1/2	



BADAJOS, EXTREMADURA. ESPAÑA



Layout General

Escala: 1/2.000

COORDENADAS
PLATAFORMA
UTM DATUM ETRS89 TM29

P1	X=671496.23 Y=4310568.75
P2	X=671760.37 Y=4310503.80
P3	X=671711.54 Y=4310305.22
P4	X=671447.41 Y=4310370.16

COORDENADAS
VALLADO SET
UTM DATUM ETRS89 TM29

A	X=671453.46 Y=4310373.82
B	X=671499.90 Y=4310562.70
C	X=671754.32 Y=4310500.14
D	X=671707.88 Y=4310311.27

COORDENADAS
PUERTA DE ACCESO
UTM DATUM ETRS89 TM29

E	X=671727.10 Y=4310389.44
---	--------------------------

COORDENADAS
ENTRADA LÍNEA ÁREA
UTM DATUM ETRS89 TM29

1	X=671509.70 Y=4310537.63
2	X=671530.09 Y=4310532.62
3	X=671591.27 Y=4310517.58
4	X=671611.66 Y=4310512.56
5	X=671713.62 Y=4310487.49
6	X=671734.01 Y=4310482.48
7	X=671692.42 Y=4310325.88
8	X=671677.86 Y=4310329.46
13	X=671488.49 Y=4310376.02
14	X=671473.93 Y=4310379.60

COORDENADAS
SALIDA LÍNEA SUBTERRÁNEA
UTM DATUM ETRS89 TM29

9	X=671624.01 Y=4310342.92
10	X=671603.62 Y=4310347.94
11	X=671562.83 Y=4310357.96
12	X=671542.44 Y=4310362.98

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACIÓN POR COMENTARIOS CLIENTES	JRD	APC	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN POR COMENTARIOS	JRD	MFT	PLN	JMO
3A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
4A	MODIFICACIÓN POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
5A	MODIFICACIÓN POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
ENLACE 400/220 kV

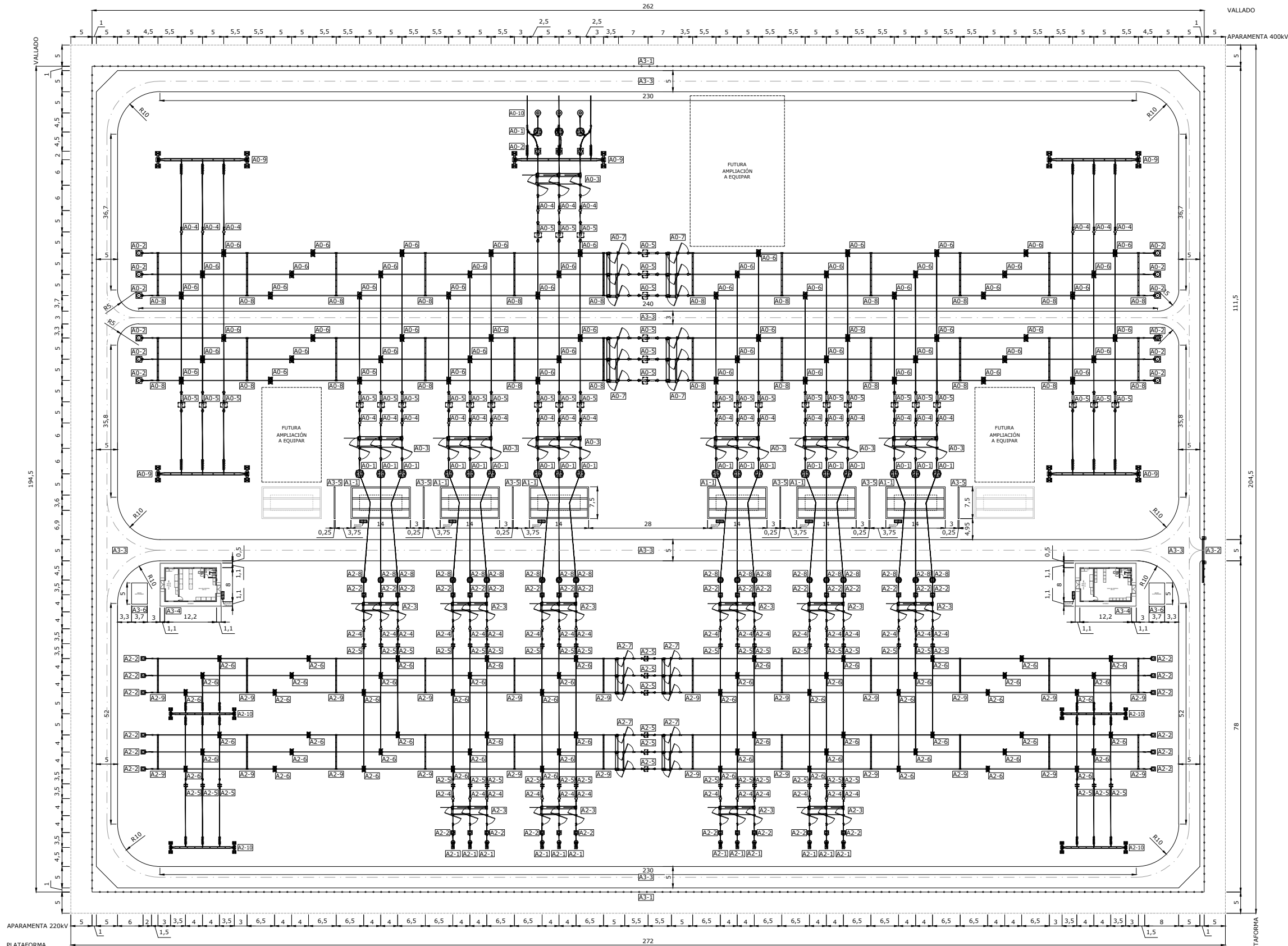
LOCALIZACIÓN

SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA

CONTACTO:

ingenostrum
Executing your decarbonisation vision

	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JRD	10/02/2026	ESCALA 1/2.000
DIBUJADO	APC	10/02/2026	
REVISADO	PLN	10/02/2026	Nº DE PLANO GN.201-5A 2/2
APROBADO	JMO	10/02/2026	



POSICIÓN	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
A0-1	23	AUTOVÁLVULA 400KV
A0-2	17	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN INDUCTIVO 400KV
A0-3	7	SECCIONADOR TRIPOLAR CON PUESTA A TIERRA 400KV
A0-4	27	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 400KV
A0-5	33	INTERRUPTOR UNIPOLAR 400KV
A0-6	60	SECCIONADOR PANTÓGRAFO 400KV
A0-7	4	SECCIONADOR TRIPOLAR SIN PUESTA A TIERRA 400KV
A0-8	24	AISLADORES DE BARRA 400KV
A0-9	5	PÓRTICO PRINCIPAL 400KV
A0-10	5	TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 400/0,4KV
A1-1	6	AUTOTRANSFORMADOR DE POTENCIA 400/220KV
A2-1	12	AUTOVÁLVULA CON BOTELLA TERMINAL 220KV
A2-2	42	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN INDUCTIVO 220KV
A2-3	10	SECCIONADOR TRIPOLAR CON PUESTA A TIERRA 220KV
A2-4	30	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 220KV
A2-5	42	INTERRUPTOR UNIPOLAR 220KV
A2-6	60	SECCIONADOR PANTÓGRAFO 220KV
A2-7	4	SECCIONADOR TRIPOLAR SIN PUESTA A TIERRA 220KV
A2-8	18	AUTOVÁLVULA 220KV
A2-9	24	AISLADORES DE BARRA 220KV
A2-10	4	PÓRTICO PRINCIPAL 220KV
A3-1	1	VALLADO PERIMETRAL
A3-2	1	PUERTA DE ACCESO
A3-3	1	CAMINO INTERNO
A3-4	2	EDIFICIO DE CONTROL
A3-5	6	MURO CORTAFUEGO
A3-6	2	GRUPO ELECTROGENO

Escala: 1/1.000

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACIÓN POR COMENTARIOS CLIENTES	JRD	APC	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN POR COMENTARIOS	JRD	MFT	PLN	JMO
3A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
4A	MODIFICACIÓN POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
5A	MODIFICACIÓN POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

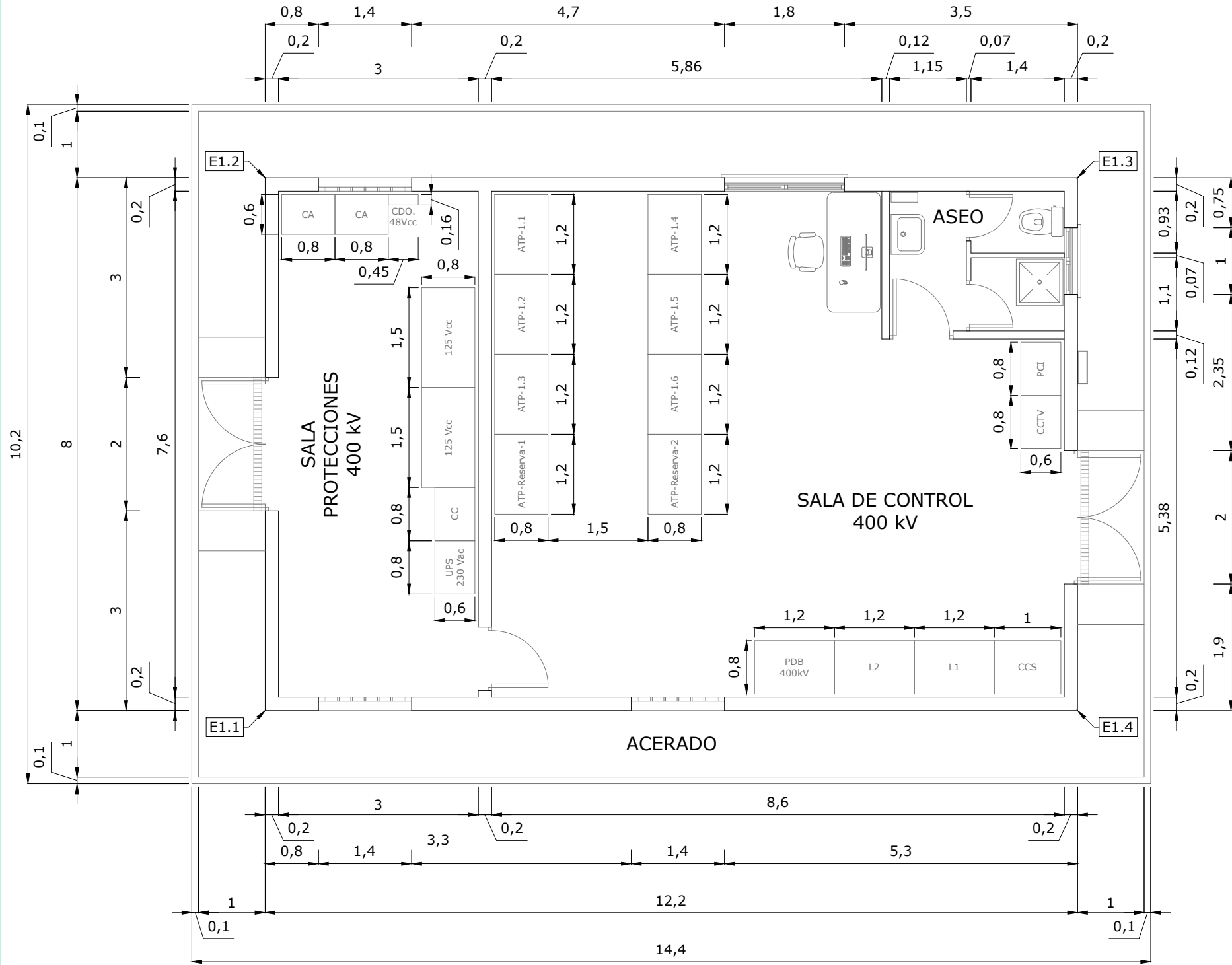
[illegible]

LAYOUT GENERAL

SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA

CONTACTO:



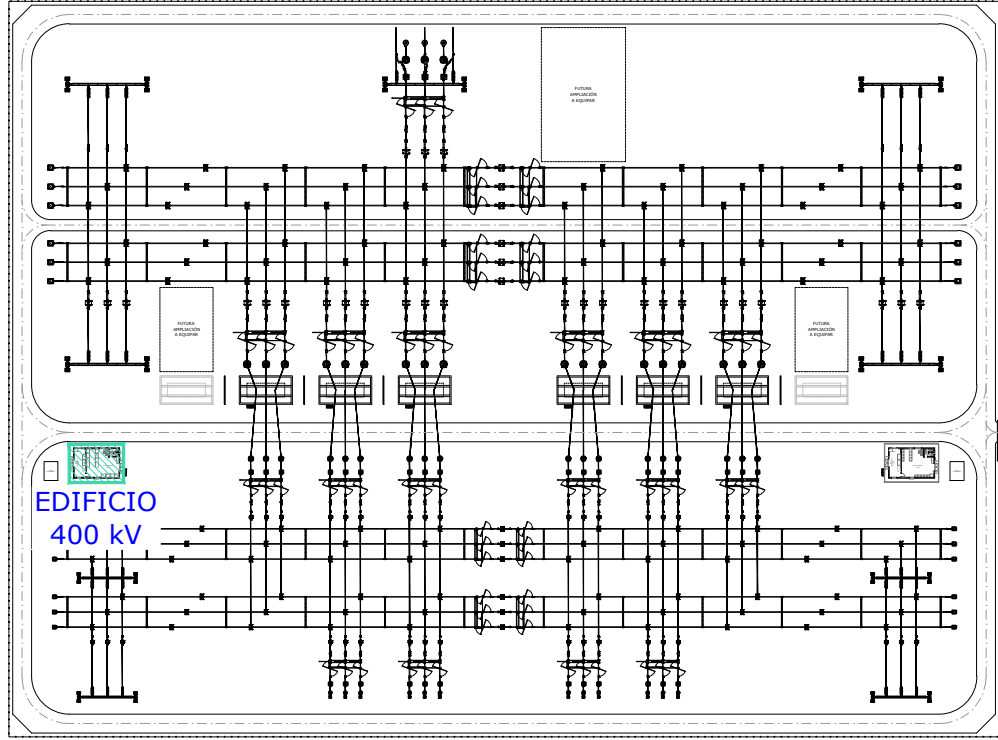


COORDENADAS EDIFICIO 400 kV UTM DATUM ETRS89 TM29	
E1.1	X=671486.39 Y=4310436.16
E1.2	X=671488.30 Y=4310443.93
E1.3	X=671500.15 Y=4310441.02
E1.4	X=671498.24 Y=4310433.25

Layout Planta Edificio 400 kV
Escala: 1/75

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	MFT	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
3A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
4A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

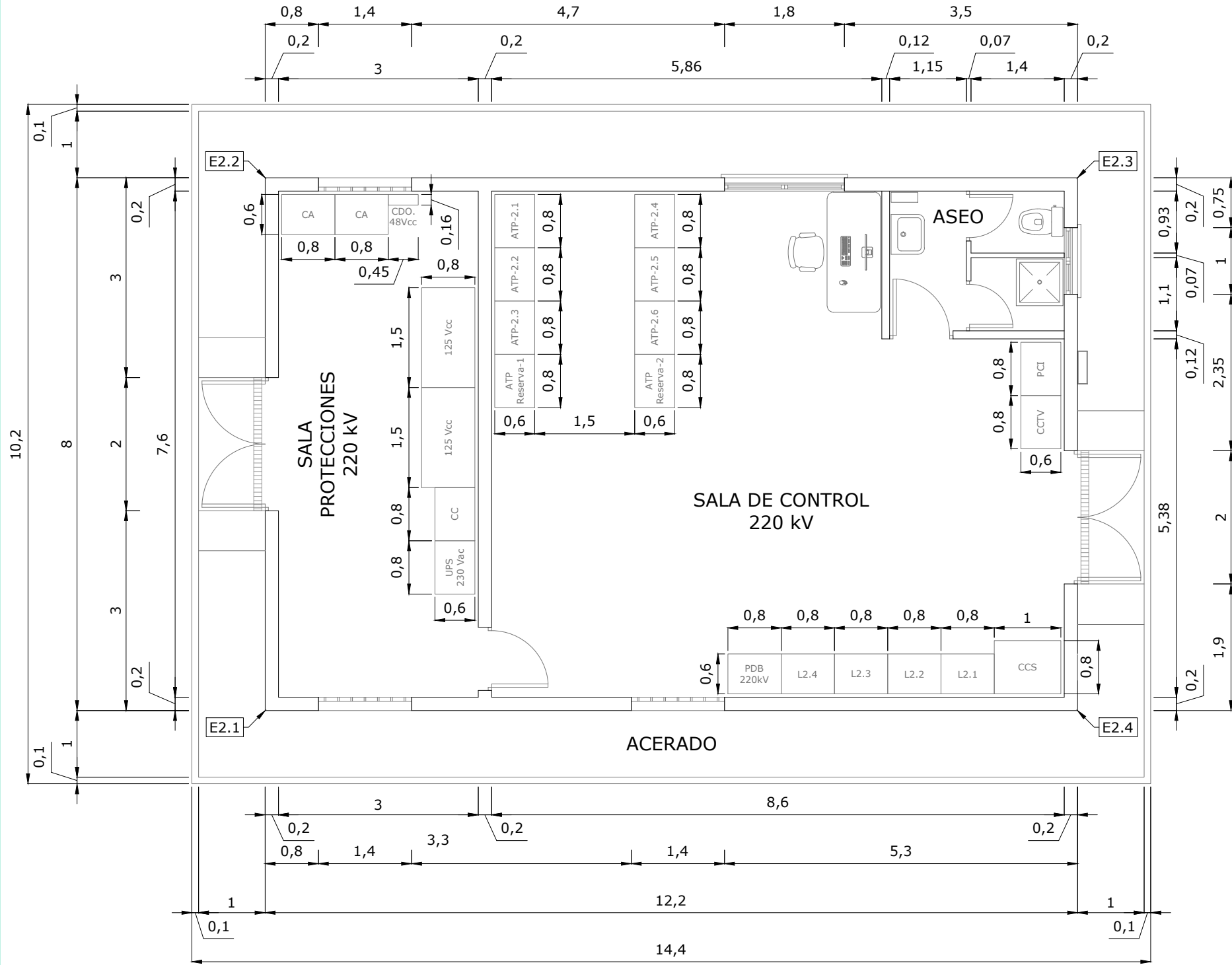


Layout General
Escala: 1/2.000

ETIQUETA	DESCRIPCIÓN
CCS	CENTRO DE CONTROL DE LA SUBESTACIÓN
L1	BASTIDOR PROTECCIÓN LÍNEA 400kV
ATP-1.1	BASTIDOR PROTECCIÓN AUTOTRANSFORMADOR DE 400kV
ATP-1.2	BASTIDOR PROTECCIÓN AUTOTRANSFORMADOR DE 400kV
ATP-1.3	BASTIDOR PROTECCIÓN AUTOTRANSFORMADOR DE 400kV
ATP-1.4	BASTIDOR PROTECCIÓN AUTOTRANSFORMADOR DE 400kV
ATP-1.5	BASTIDOR PROTECCIÓN AUTOTRANSFORMADOR DE 400kV
ATP-1.6	BASTIDOR PROTECCIÓN AUTOTRANSFORMADOR DE 400kV
ATP-Reserva-1	BASTIDOR PROTECCIÓN AUTOTRANSFORMADOR DE 400kV RESERVA 1
ATP-Reserva-2	BASTIDOR PROTECCIÓN AUTOTRANSFORMADOR DE 400kV RESERVA 2
PDB 400kV	ARMARIO PROTECCIÓN DIFERENCIAS DE BARRAS 400kV
CDO 48Vcc	CUADRO DISTRIBUCIÓN DE 48 Vcc
CA	CUADRO PRINCIPAL DE CORRIENTE ALTERNA
UPS 230 Vac	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (UPS) 230 Vac
CC	CUADRO PRINCIPAL DE CORRIENTE CONTINUA
125Vcc	RECTIFICADOR-BATERÍAS DE 125 Vcc

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV	
EDIFICIOS	
SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA	
CONTACTO:	

ingenostrum Executing your decarbonisation vision			
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
DIBUJADO	JRD	10/02/2026	ESCALA
REVISADO	APC	10/02/2026	INDICADAS
APROBADO	PLN	10/02/2026	Nº DE PLANO
	JMO	10/02/2026	GN.203-4A 1/4

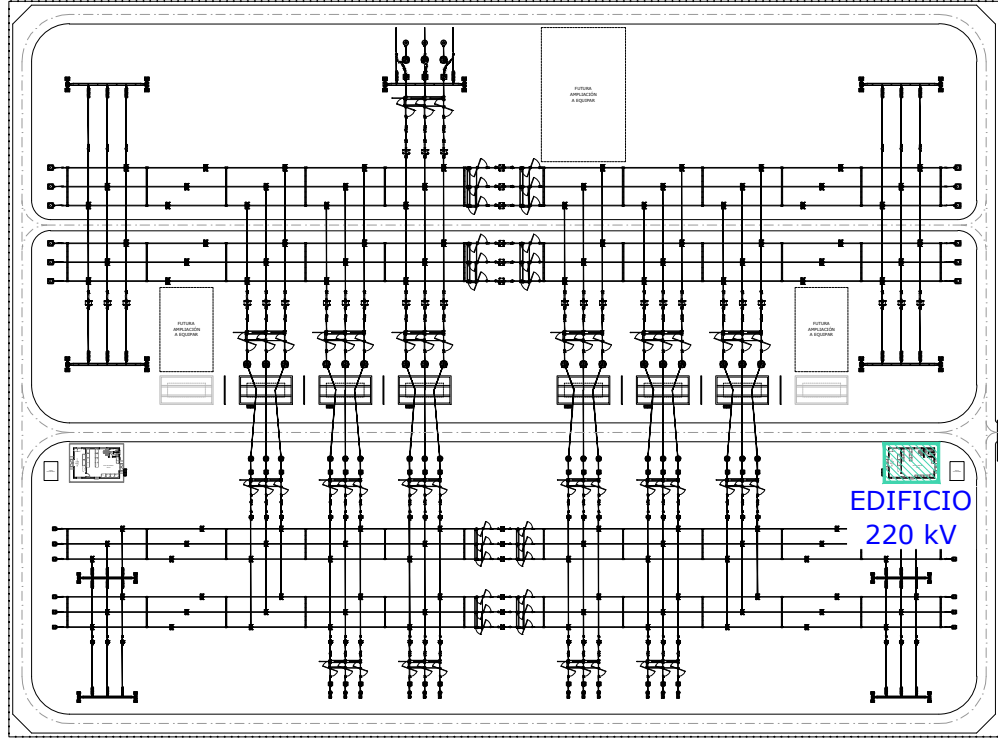


COORDENADAS EDIFICIO 220 kV UTM DATUM ETRS89 TM29	
E2.1	X=671695.76 Y=4310384.68
E2.2	X=671697.67 Y=4310392.45
E2.3	X=671709.52 Y=4310389.54
E2.4	X=671707.61 Y=4310381.77

Layout Planta Edificio 220 kv
Escala: 1/75

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	MFT	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
3A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
4A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

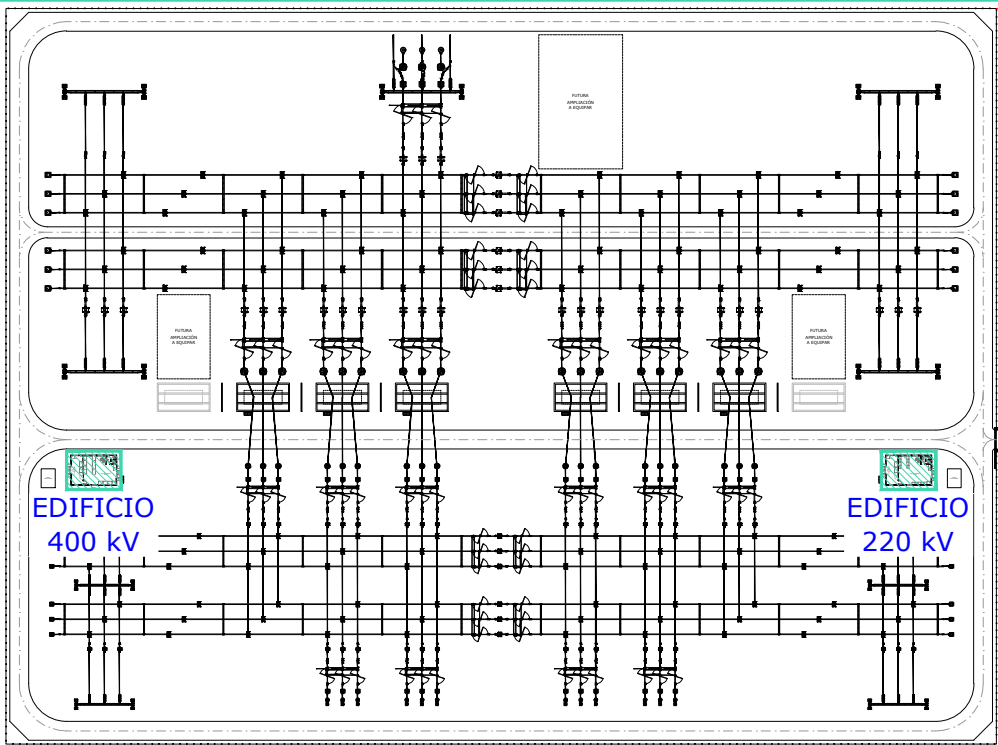


Layout General
Escala: 1/2.000

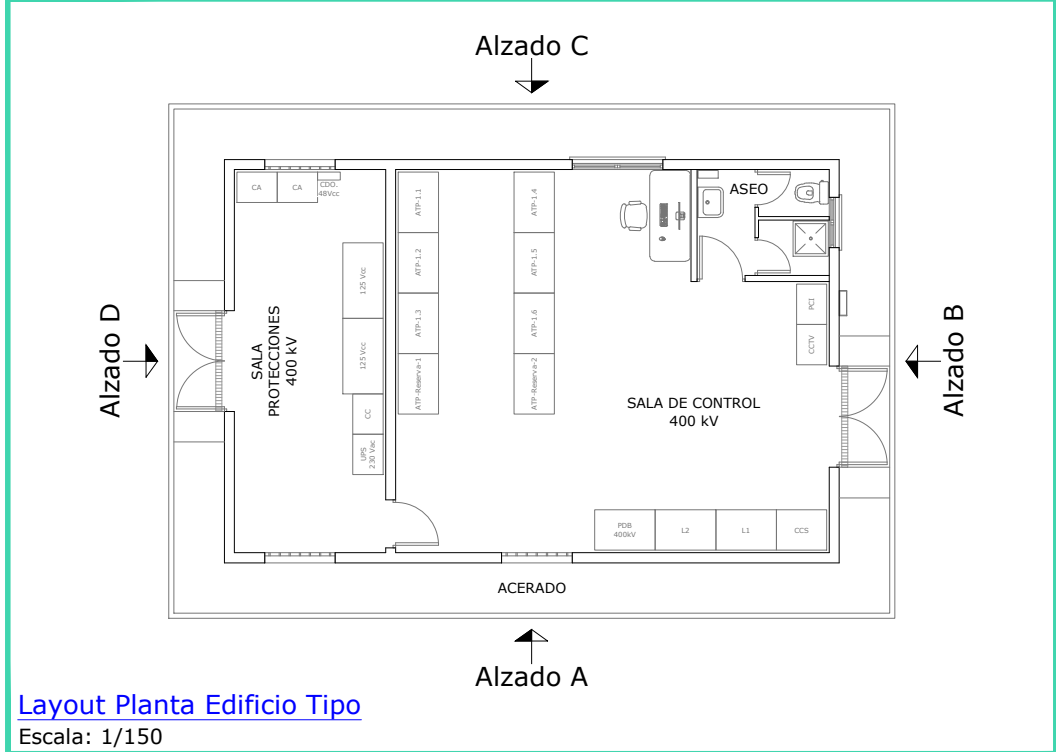
ETIQUETA	DESCRIPCIÓN
CCS	CENTRO DE CONTROL DE LA SUBESTACIÓN
L2.1	BASTIDOR PROTECCIÓN LÍNEA 220kV
L2.2	BASTIDOR PROTECCIÓN LÍNEA 220kV
L2.3	BASTIDOR PROTECCIÓN LÍNEA 220kV
L2.4	BASTIDOR PROTECCIÓN LÍNEA 220kV
ATP-2.1	BASTIDOR PROTECCIÓN AUTOTRANSFORMADOR DE 220kV
ATP-2.2	BASTIDOR PROTECCIÓN AUTOTRANSFORMADOR DE 220kV
ATP-2.3	BASTIDOR PROTECCIÓN AUTOTRANSFORMADOR DE 220kV
ATP-2.4	BASTIDOR PROTECCIÓN AUTOTRANSFORMADOR DE 220kV
ATP-2.5	BASTIDOR PROTECCIÓN AUTOTRANSFORMADOR DE 220kV
ATP-2.6	BASTIDOR PROTECCIÓN AUTOTRANSFORMADOR DE 220kV
ATP-Reserva-1	BASTIDOR PROTECCIÓN AUTOTRANSFORMADOR DE 220kV RESERVA 1
ATP-Reserva-2	BASTIDOR PROTECCIÓN AUTOTRANSFORMADOR DE 220kV RESERVA 2
PDB 220kV	ARMARIO PROTECCIÓN DIFERENCIAS DE BARRAS 220kV
CDO 48Vcc	CUADRO DISTRIBUCIÓN DE 48 Vcc
CA	CUADRO PRINCIPAL DE CORRIENTE ALTERNA
UPS 230 Vac	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (UPS) 230 Vac
CC	CUADRO PRINCIPAL DE CORRIENTE CONTINUA
125Vcc	RECTIFICADOR-BATERÍAS DE 125 Vcc

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kv	
EDIFICIOS	
SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA	
CONTACTO:	

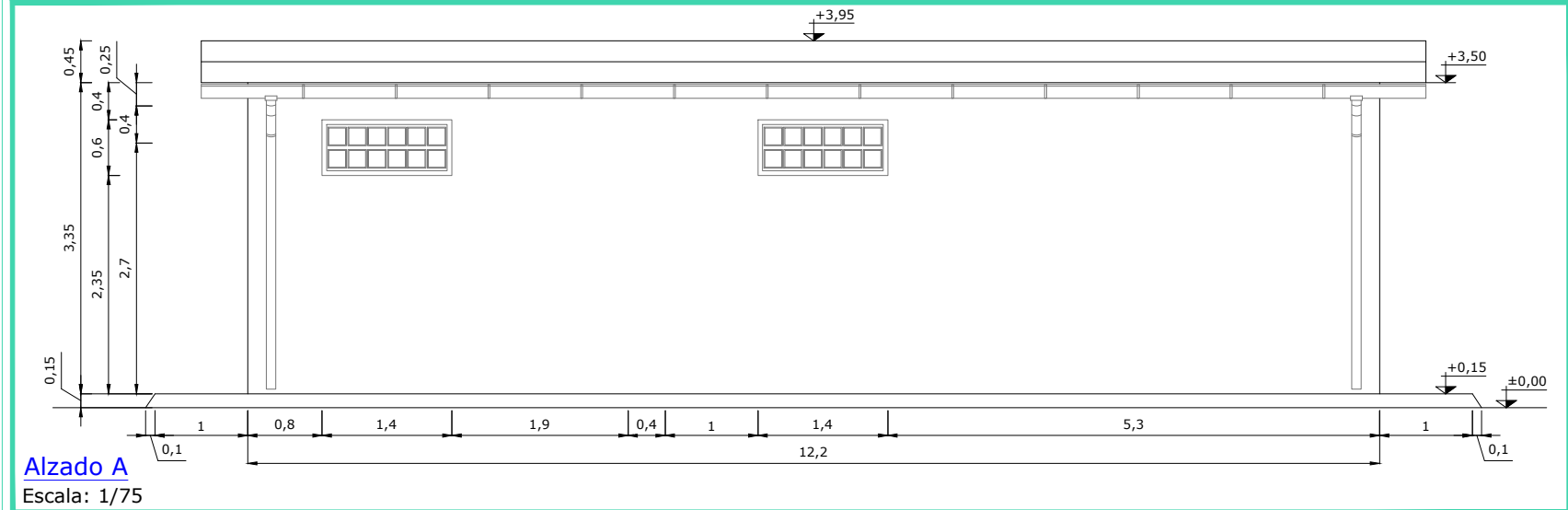
ingenostrum		Executing your decarbonisation vision	
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
JRD	JRD	10/02/2026	ESCALA
APC	APC	10/02/2026	INDICADAS
PLN	PLN	10/02/2026	Nº DE PLANO
JMO	JMO	10/02/2026	GN.203-4A 2/4



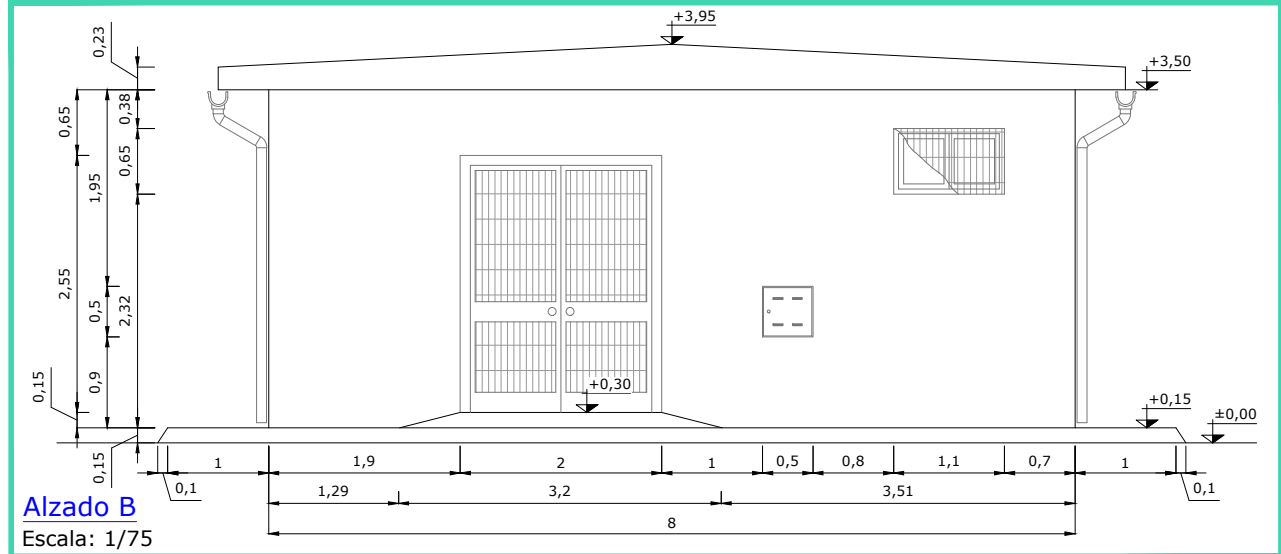
Layout General
Escala: 1/2.000



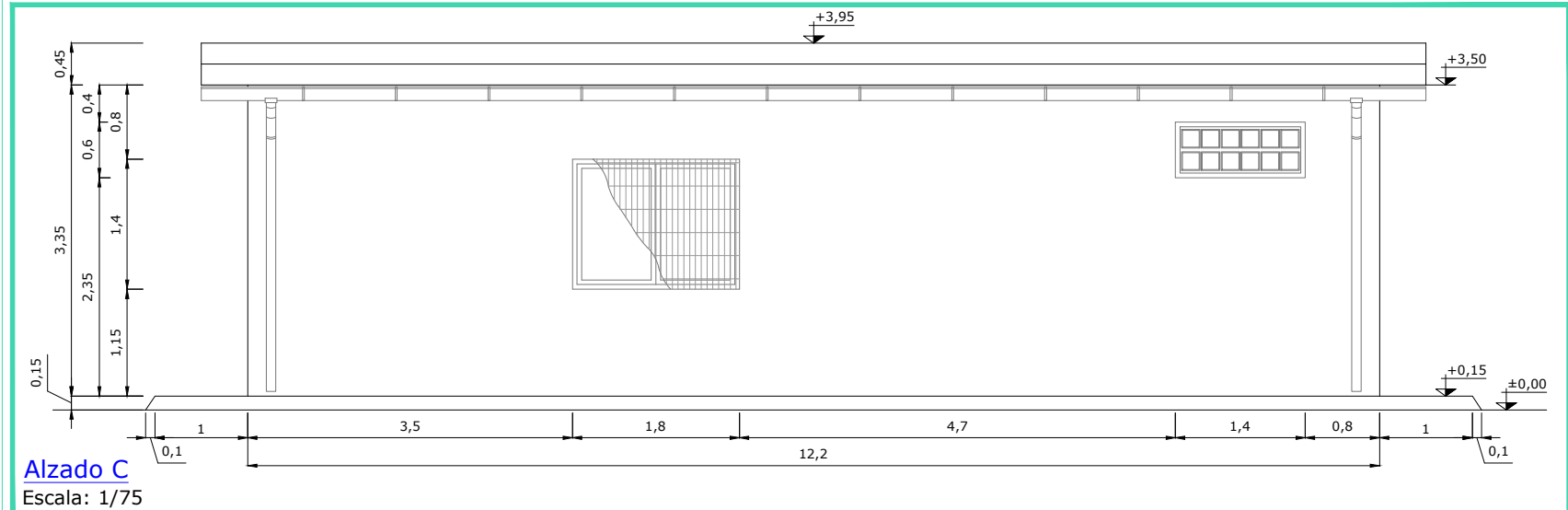
Layout Planta Edificio Tipo
Escala: 1/150



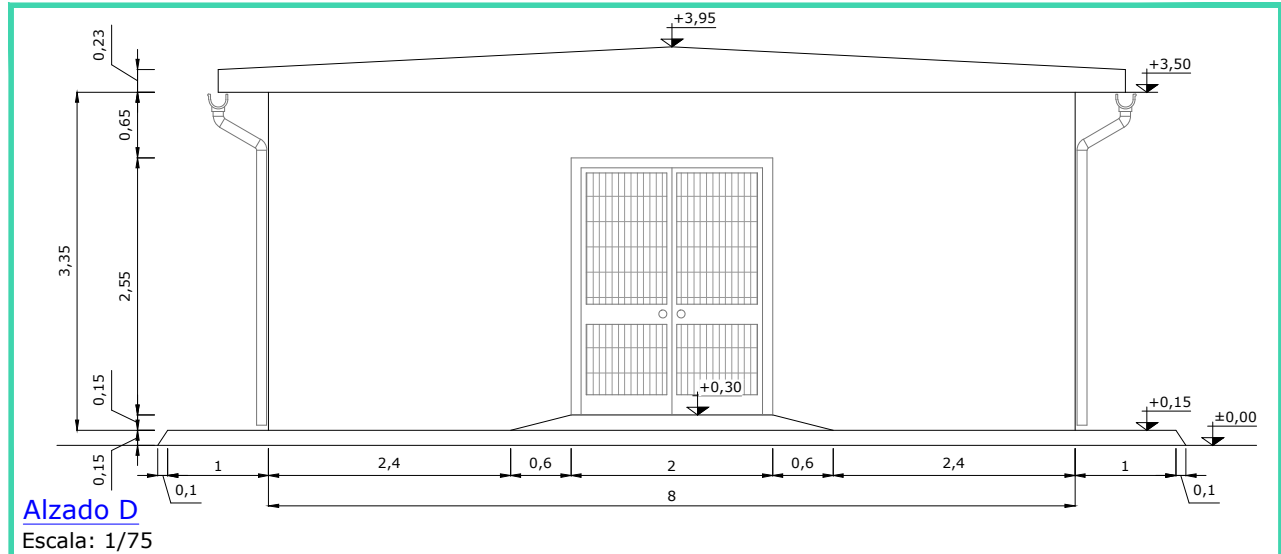
Alzado A
Escala: 1/75



Alzado B
Escala: 1/75



Alzado C
Escala: 1/75



Alzado D
Escala: 1/75

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	MFT	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
3A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
4A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

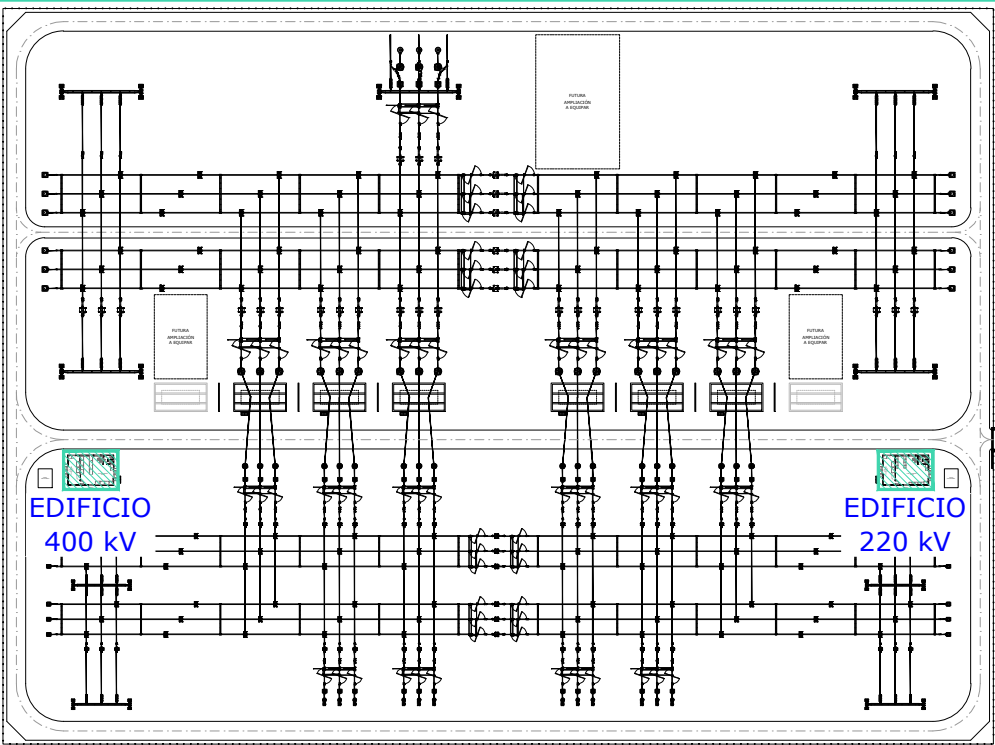
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV	
EDIFICIOS	
SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA	
CONTACTO:	

ingenostrum

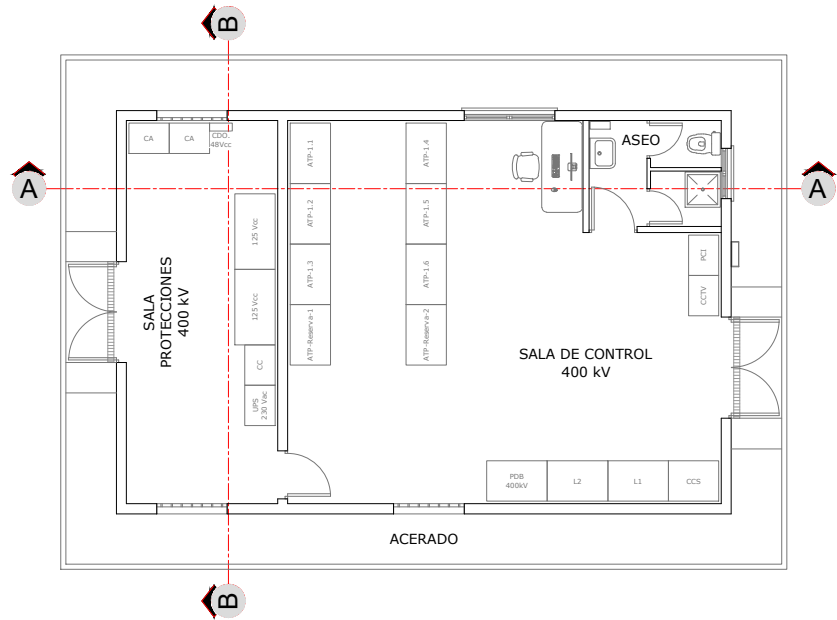
Executing your decarbonisation vision

NOMBRE		FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JRD	10/02/2026	ESCALA INDICADAS
DIBUJADO	APC	10/02/2026	
REVISADO	PLN	10/02/2026	
APROBADO	JMO	10/02/2026	

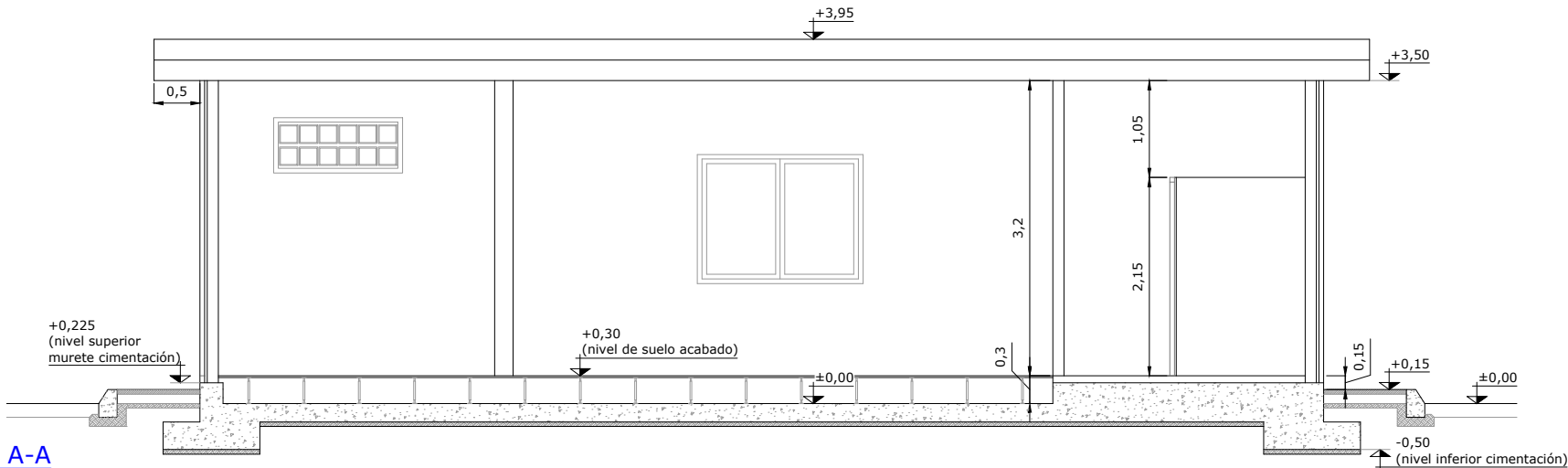
Nº DE PLANO
GN.203-4A 3/4



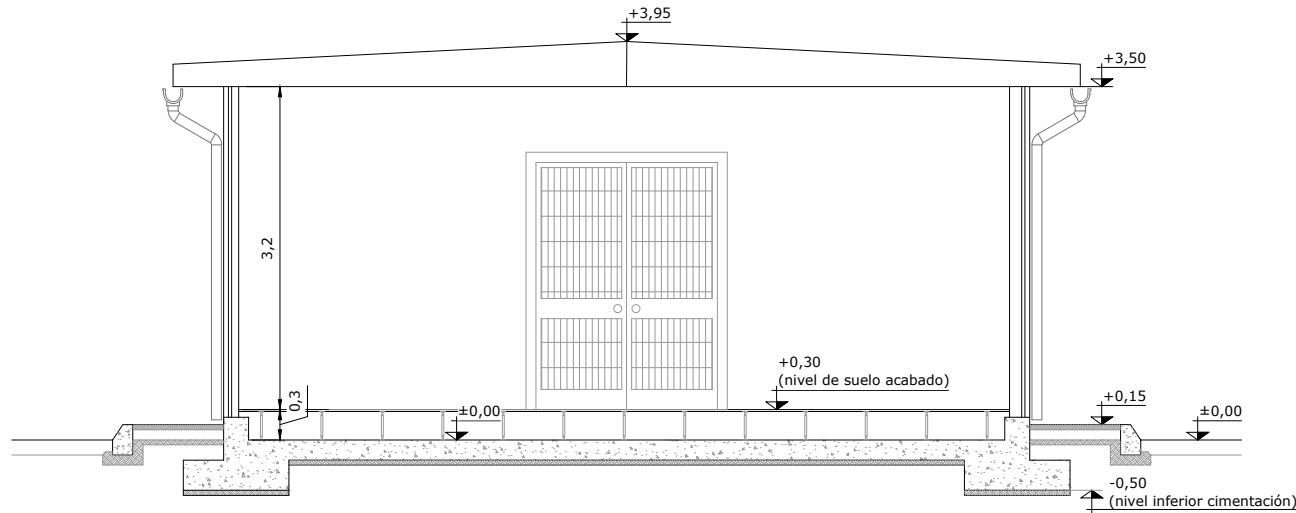
Layout General
Escala: 1/2.000



Layout Planta Edificio Tipo
Escala: 1/150



Sección A-A
Escala: 1/75



Sección B-B
Escala: 1/75

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	MFT	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
3A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
4A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV	
EDIFICIOS	
SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA	
CONTACTO:	

ingenostrum Executing your decarbonisation vision			
NOMBRE	FECHA	TIPO A3	
PROYECTADO	JRD	10/02/2026	
DIBUJADO	APC	10/02/2026	
REVISADO	PLN	10/02/2026	
APROBADO	JMO	10/02/2026	
Nº DE PLANO		GN.203-4A 4/4	



LAYOUT GENERAL
Escala: 1/1.500

Nº
POL PAR

Nº= ORDEN NUMÉRICO
POL= POLÍGONO
PAR= PARCELA

LEYENDA

	Parcelas Catastrales
	Servidumbre Permanente SET
	Servidumbre Permanente Camino

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS CONSIDERADOS POR EL PETICIONARIO COMO NECESARIOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LAS INSTALACIONES Y PARA LA IMPOSICIÓN Y EJERCICIO DE LAS SERVIDUMBRES INDICADAS							
Nº	REF. CATASTRAL	TÉRMINO MUNICIPAL	USO DE LA PARCELA	POLÍGONO	PARCELA	MEDICIONES	
						OCUPACIÓN PERMANENTE SET (m²)	OCUPACIÓN PERMANENTE CAMINO ACCESO (m²)
1	06900A148000140000JK	Badajoz	Labor o Labradío seco / Improductivo	148	14	46.010,58	11.767,91
2	06900A148000650000JB	Badajoz	Labor o Labradío seco	148	65	6.172,30	-
3	06900A148000900000JM	Badajoz	Agrario	148	9	3.391,12	2.356,03
4	06900A148090030000JF	Badajoz	Vía de comunicación de dominio público	148	9003	-	1.287,23
TOTAL						55.574,00	15.411,17

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
3A	MODIFICACIÓN POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
ENLACE 400/220 kV

LAYOUT GENERAL. PARCELAS RBDA

SITUACIÓN BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA

CONTACTO:

ingenostrum
Executing your decarbonisation vision

	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JRD	11/02/2026	ESCALA
DIBUJADO	APC	11/02/2026	1/10.000
REVISADO	PLN	11/02/2026	Nº DE PLANO
APROBADO	JMO	11/02/2026	GN.204-3A 1/2



LAYOUT GENERAL
Escala: 1/1.500

Nº
POL
PAR

Nº= ORDEN NUMÉRICO
POL= POLÍGONO
PAR= PARCELA

LEYENDA

	Parcelas Catastrales
	Servidumbre Permanente SET
	Servidumbre Permanente Camino

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS CONSIDERADOS POR EL PETICIONARIO COMO NECESARIOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LAS INSTALACIONES Y PARA LA IMPOSICIÓN Y EJERCICIO DE LAS SERVIDUMBRES INDICADAS							
Nº	REF. CATASTRAL	TÉRMINO MUNICIPAL	USO DE LA PARCELA	POLÍGONO	PARCELA	MEDICIONES	
						OCUPACIÓN PERMANENTE SET (m²)	OCUPACIÓN PERMANENTE CAMINO ACCESO (m²)
1	06900A148000140000JK	Badajoz	Labor o Labradío seco / Improductivo	148	14	46.010,58	11.767,91
2	06900A148000650000JB	Badajoz	Labor o Labradío seco	148	65	6.172,30	-
3	06900A148000900000JM	Badajoz	Agrario	148	9	3.391,12	2.356,03
4	06900A148090030000JF	Badajoz	Vía de comunicación de dominio público	148	9003	-	1.287,23
TOTAL						55.574,00	15.411,17

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
3A	MODIFICACIÓN POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
ENLACE 400/220 kV

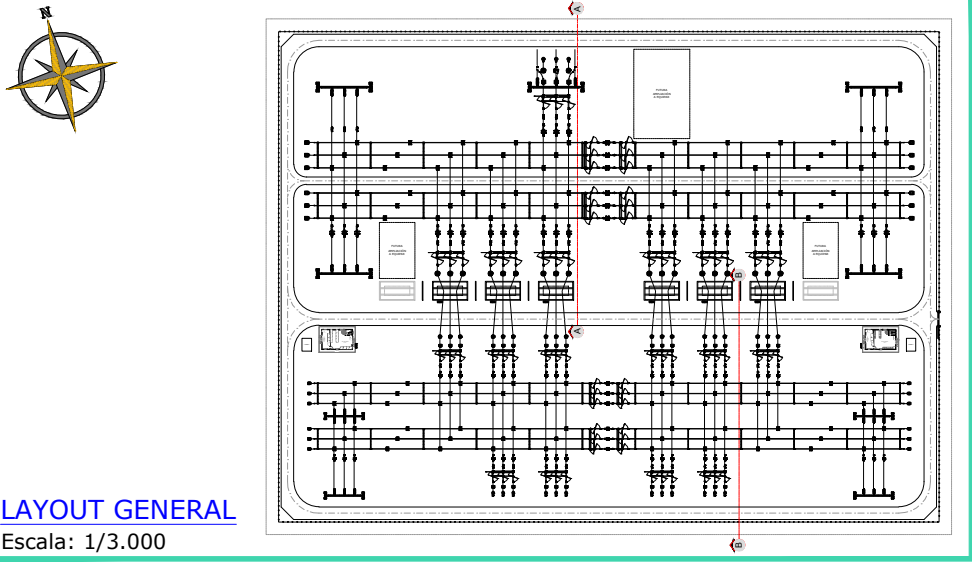
LAYOUT GENERAL. PARCELAS RBDA

SITUACIÓN BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA

CONTACTO:

ingenostrum
Executing your decarbonisation vision

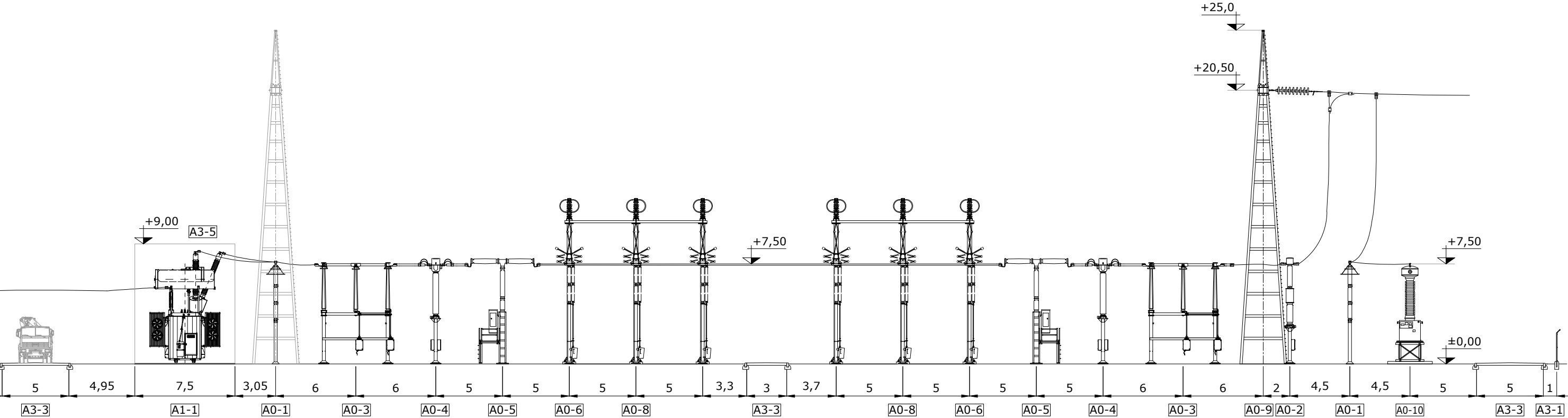
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO
DIBUADO	JRD	11/02/2026	A3
REVISADO	APC	11/02/2026	ESCALA
APROBADO	PLN	11/02/2026	1/1.500
	JMO	11/02/2026	Nº DE PLANO
			GN.204-3A 2/2



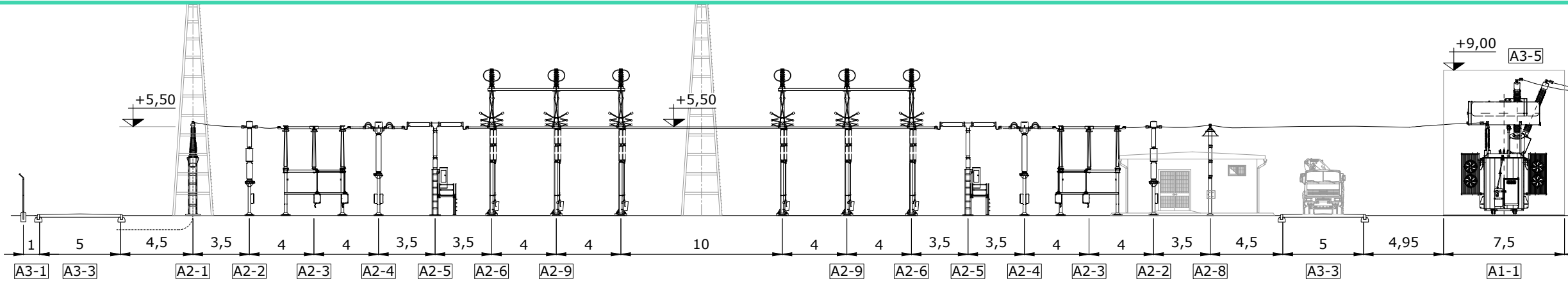
LAYOUT GENERAL
Escala: 1/3.000

POSICIÓN	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
A0-1	23	AUTOVÁLVULA 400kV
A0-2	17	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN INDUCTIVO 400kV
A0-3	7	SECCIONADOR TRIPOLAR CON PUESTA A TIERRA 400kV
A0-4	27	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 400kV
A0-5	33	INTERRUPTOR UNIPOLAR 400kV
A0-6	60	SECCIONADOR PANTÓGRAFO 400kV
A0-8	24	AISLADORES DE BARRA 400kV
A0-9	5	PÓRTICO PRINCIPAL 400kV
A0-10	5	TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 400/0,4kV
A1-1	6	AUTOTRANSFORMADOR DE POTENCIA 400/220kV
A2-1	12	AUTOVÁLVULA CON BOTELLA TERMINAL 220kV
A2-2	42	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN INDUCTIVO 220kV
A2-3	10	SECCIONADOR TRIPOLAR CON PUESTA A TIERRA 220kV
A2-4	30	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 220kV
A2-5	42	INTERRUPTOR UNIPOLAR 220kV
A2-6	60	SECCIONADOR PANTÓGRAFO 220kV
A2-8	18	AUTOVÁLVULA 220kV
A2-9	24	AISLADORES DE BARRA 220kV
A3-1	1	VALLADO PERIMETRAL
A3-3	1	CAMINO INTERNO
A3-5	6	MURO CORTAFUEGO

*Las dimensiones son en metros



ALZADO A-A
Escala: 1/300



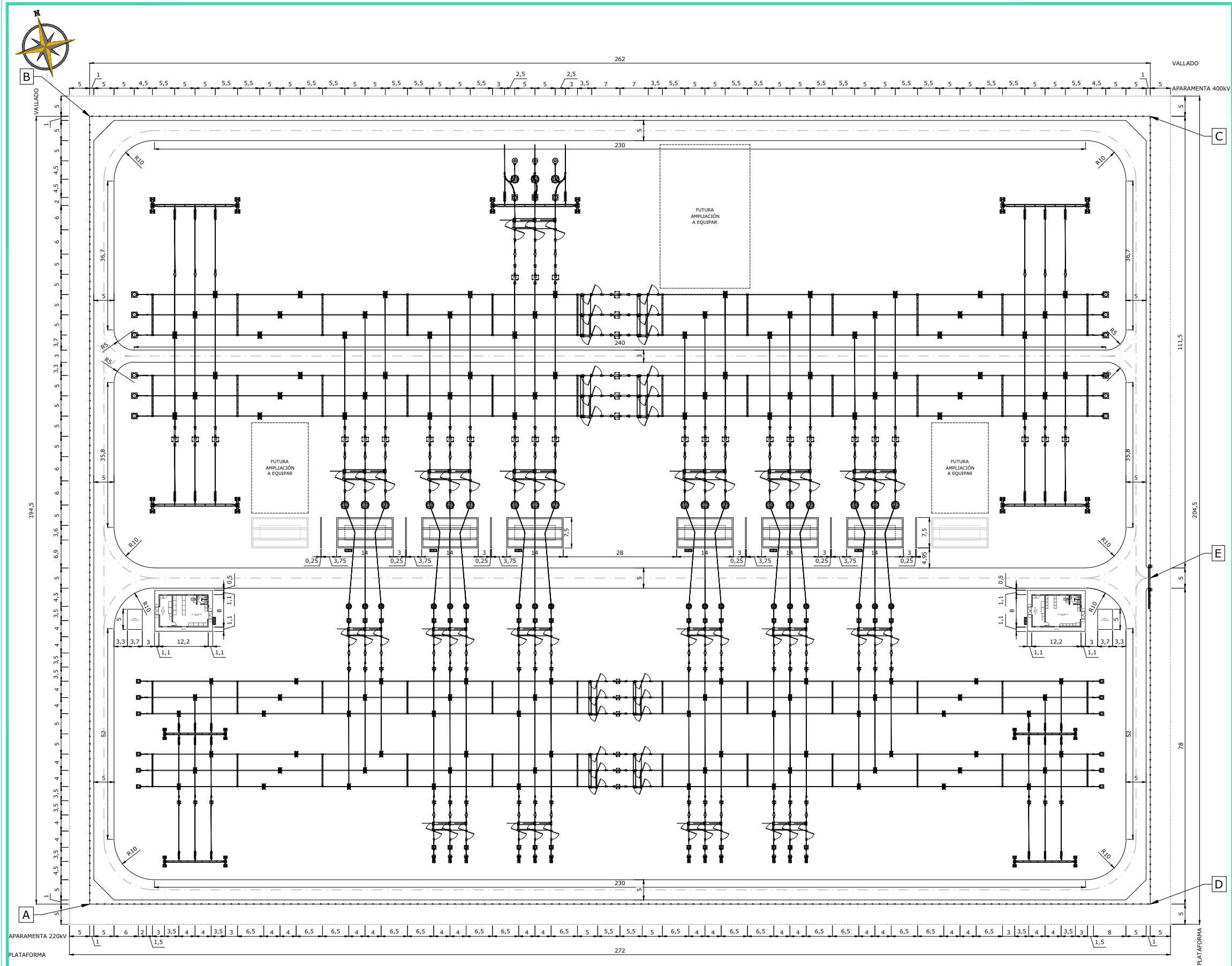
ALZADO B-B
Escala: 1/300

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACIÓN POR COMENTARIOS CLIENTES	JRD	APC	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN POR COMENTARIOS	JRD	MFT	PLN	JMO
3A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
4A	MODIFICACIÓN POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
5A	MODIFICACIÓN POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

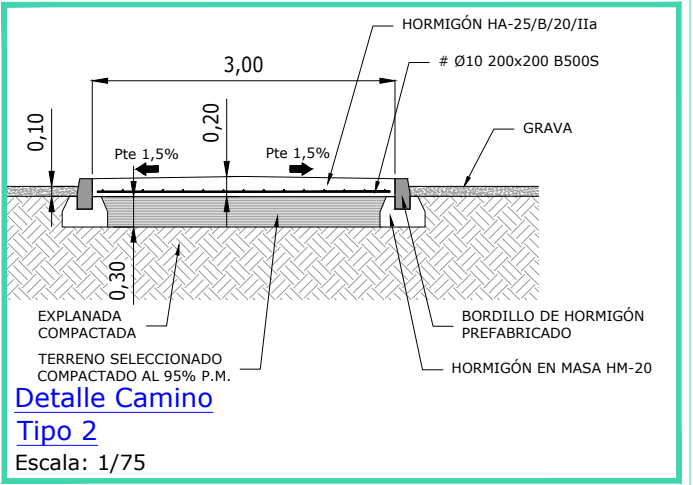
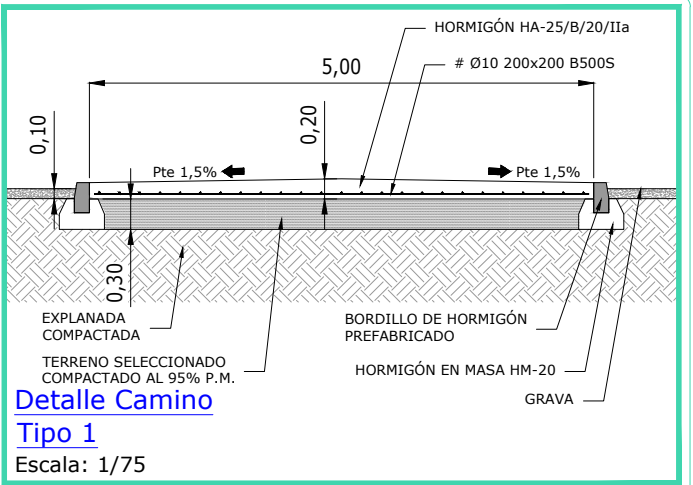
REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV
ALZADO DE EQUIPOS
SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA
CONTACTO:

ingenostrum Executing your decarbonisation vision			
NOMBRE	FECHA	TIPO A3	
PROYECTADO	JRD	10/02/2026	ESCALA
DIBUJADO	APC	10/02/2026	INDICADAS
REVISADO	PLN	10/02/2026	Nº DE PLANO
APROBADO	JMO	10/02/2026	GN.205-5A



LAYOUT GENERAL
Escala: 1/1.000



SUPERFICIE VALLADO SET	
SUPERFICIE	50.959 m²
PERÍMETRO	913 m

COORDENADAS VALLADO SET UTM DATUM ETRS89 TM29	
A	X=671453.46 Y=4310373.82
B	X=671499.90 Y=4310562.70
C	X=671754.32 Y=4310500.14
D	X=671707.88 Y=4310311.27

COORDENADAS PUERTA DE ACCESO UTM DATUM ETRS89 TM29	
E	X=671727.10 Y=4310389.44

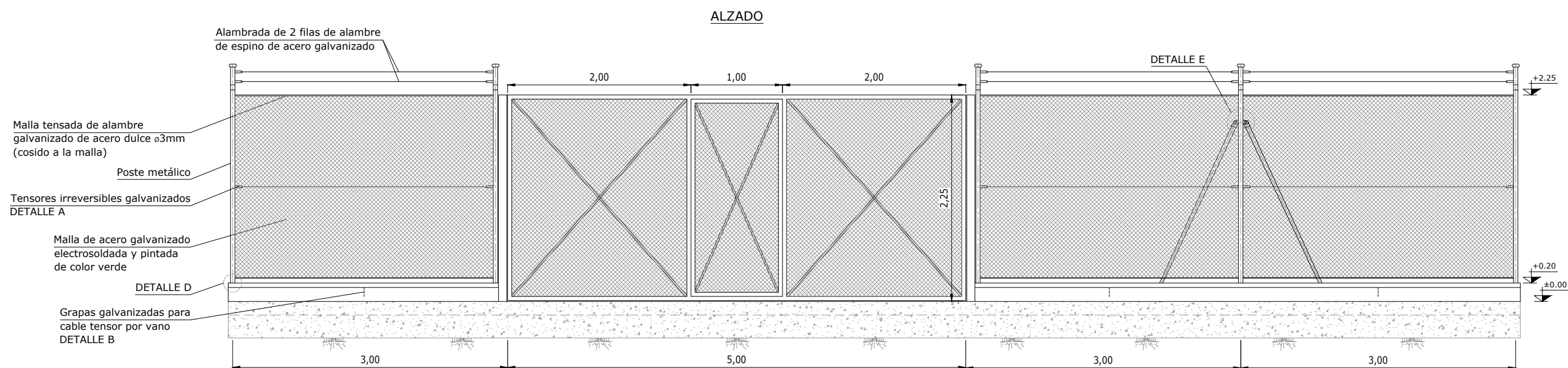
CAMINO INTERNO SUBESTACIÓN: 1.474,77 m
ANCHO DE CALZADA TIPO 1: 5,00 m
ANCHO DE CALZADA TIPO 2: 3,00 m
BASE DEL CAMINO CON TERRENO SELECCIONADO COMPACTADO AL 95% P.M. SOBRE EXPLANADA COMPACTADA FIRME DEL CAMINO DE HORMIGÓN
INCLINACIÓN DE DRENAJE: 1,50%

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	MFT	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
3A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
4A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

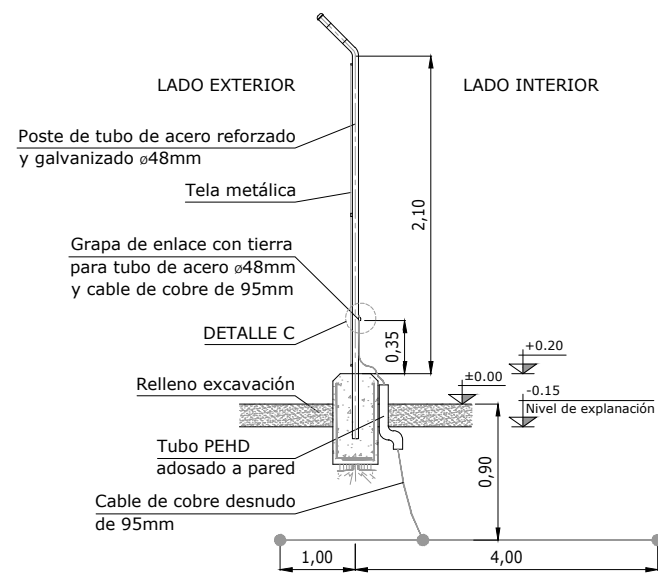
REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV	
CAMINOS Y VALLADOS	
SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA	
CONTACTO:	

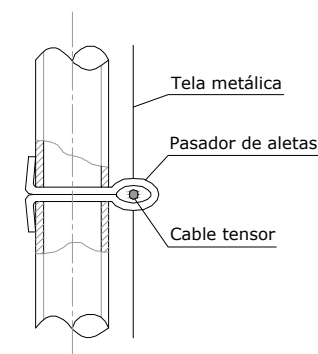
ingenostrum Executing your decarbonisation vision			
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
DIBUJADO	JRD	10/02/2026	ESCALA
REVISADO	APC	10/02/2026	1/1.000
APROBADO	PLN	10/02/2026	Nº DE PLANO
	JMO	10/02/2026	CV.201-4A 1/2



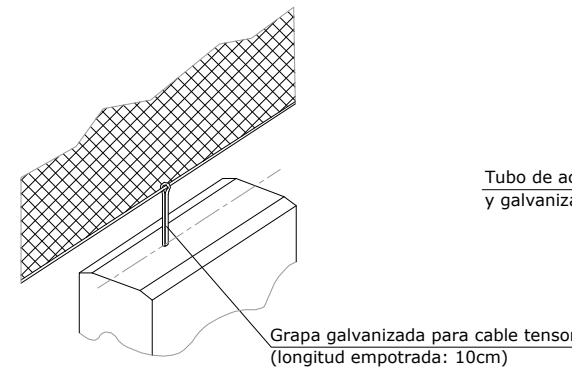
DETALLE DE P. a T.
SECCIÓN TIPO



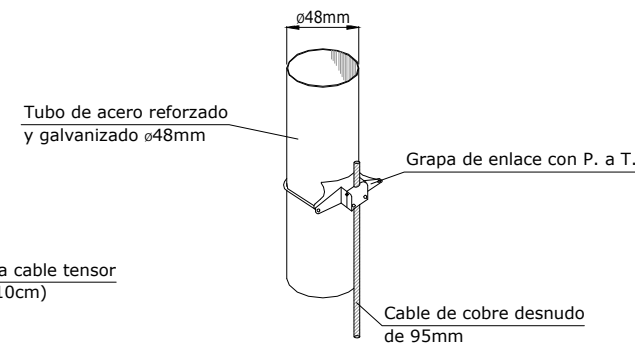
DETALLE A



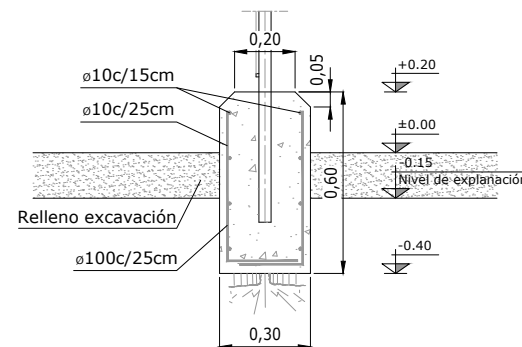
DETALLE B



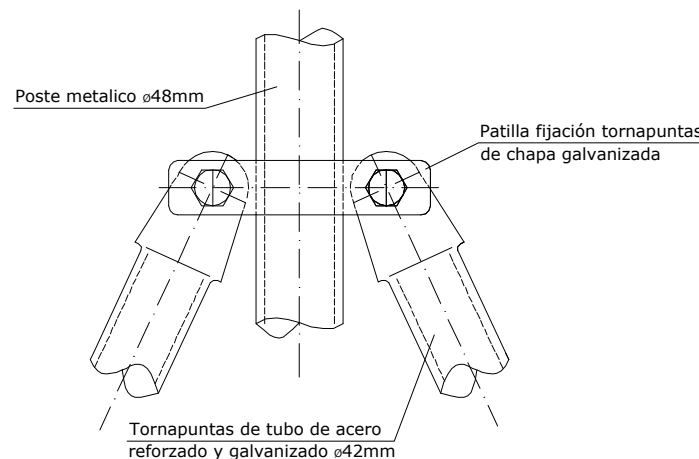
DETALLE C
PUESTA A TIERRA



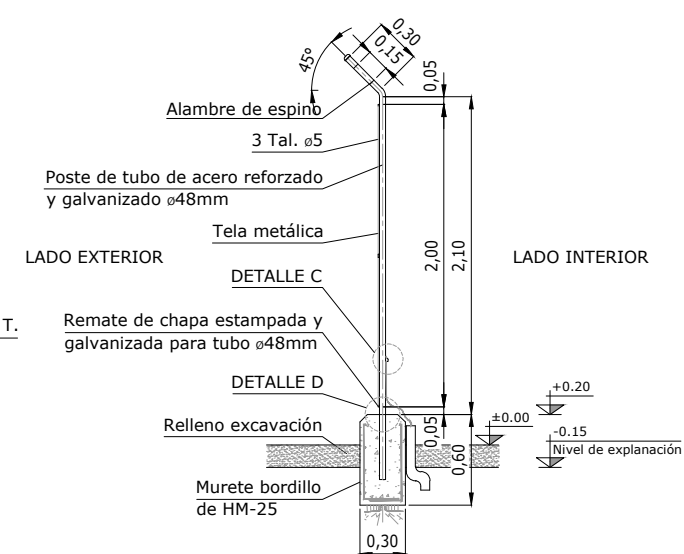
DETALLE D
ANCLAJE CERRAMIENTO



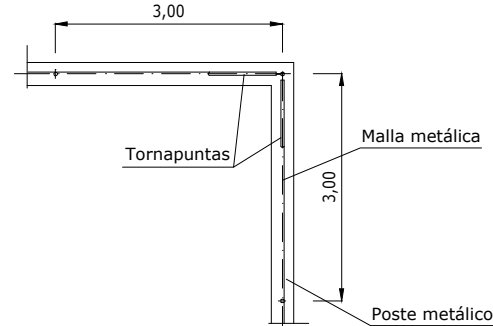
DETALLE E



PERFIL



DETALLE DE ESQUINA
PLANTA TIPO



*Las dimensiones son en metros

DETALLE VALLADO

Escala: 1/50

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	MFT	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
3A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
4A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV

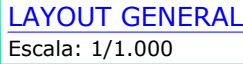
CAMINOS Y VALLADOS

SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA

CONTACTO:

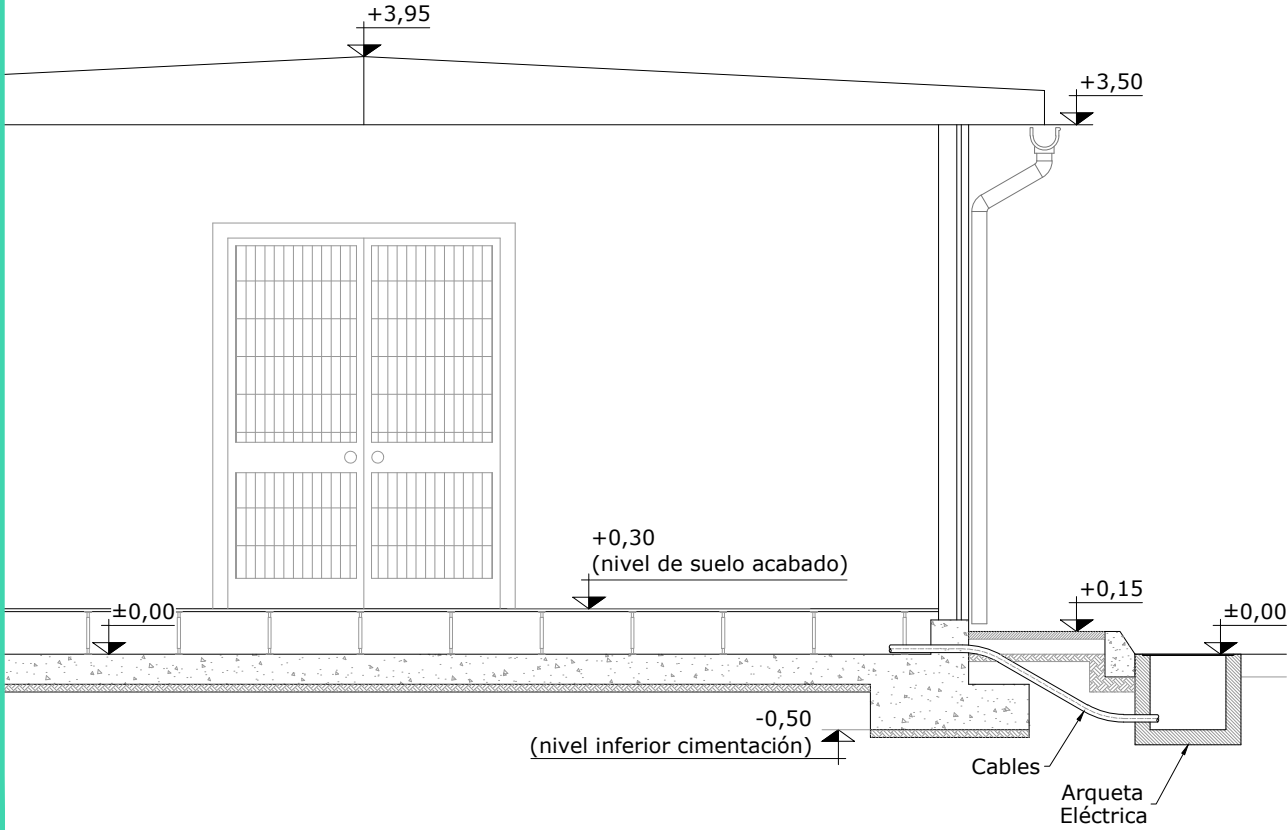
ingenostrum
Executing your decarbonisation vision

NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO JRD	10/02/2026	ESCALA 1/50
DIBUJADO APC	10/02/2026	Nº DE PLANO CV.201-4A 2/2
REVISADO PLN	10/02/2026	
APROBADO JMO	10/02/2026	

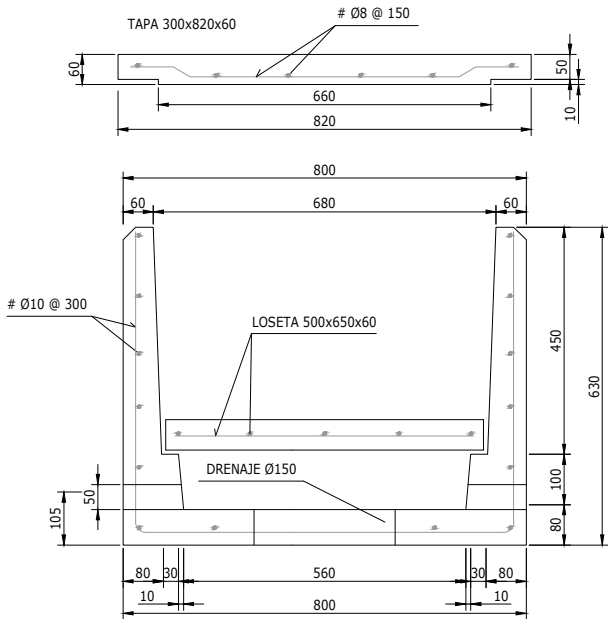
[illegible]

CONTACTO:



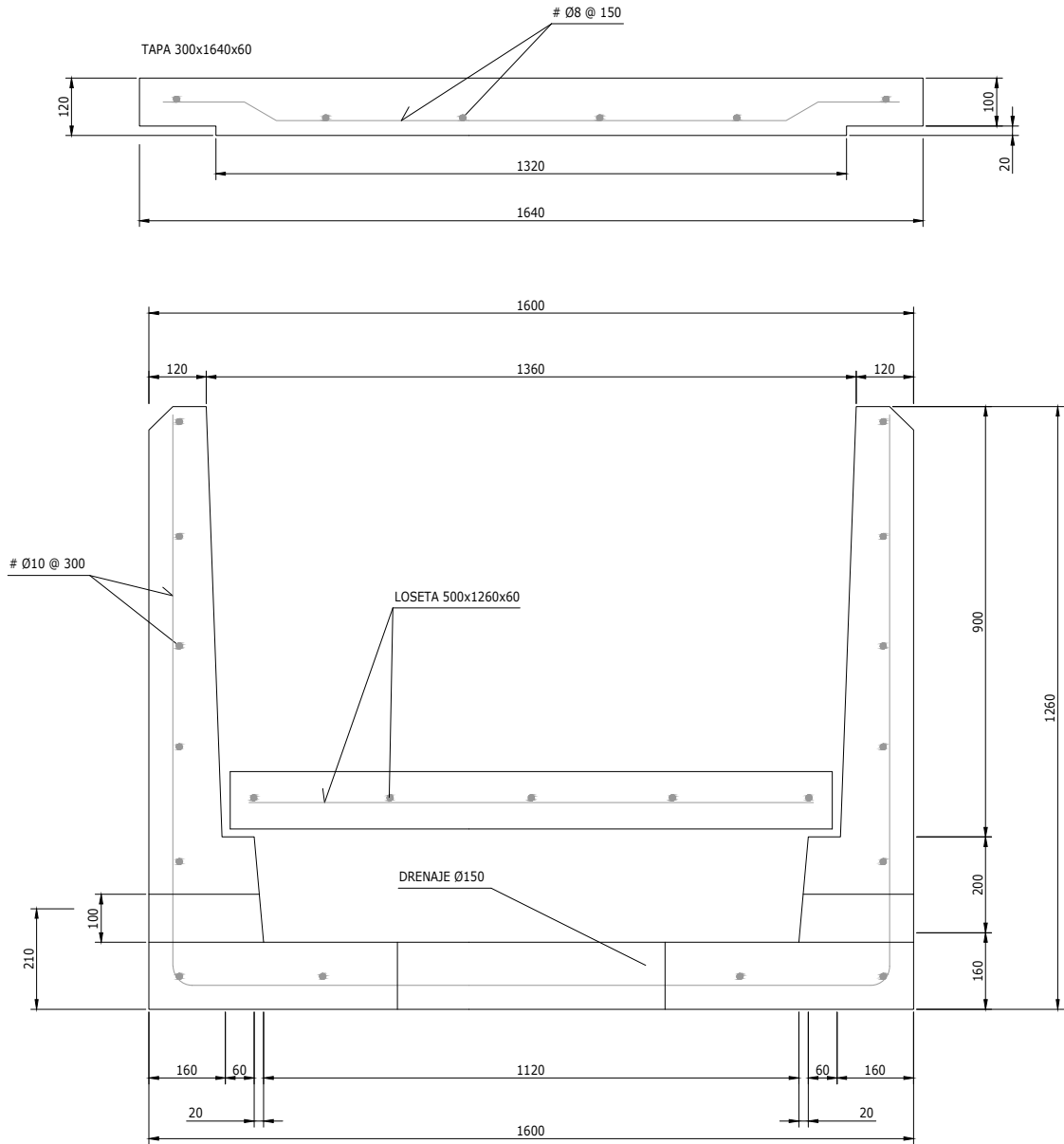


Detalle Entrada Cables a Edificio
Escala: 1/50



Detalle Canal Tipo 2
Escala: 1/15

LISTA DE EQUIPOS		
ÍTEM	CANT.	DESCRIPCIÓN
TIPO 1	1.451 m	Canal de cables TIPO 1 (2000x1600x1260)
TIPO 2	1.849 m	Canal de cables TIPO 2 (2000x800x630)



Detalle Canal Tipo 1
Escala: 1/15

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	MFT	PLN	JMO
2A	MODIFICACION GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
3A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
4A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV	
LAYOUT CANALIZACIONES	
SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA	
	CONTACTO:

ingenostrum		Executing your decarbonisation vision	
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
JRD	JRD	11/02/2026	ESCALA
DIBUJADO	APC	11/02/2026	INDICADAS
REVISADO	PLN	11/02/2026	Nº DE PLANO
APROBADO	JMO	11/02/2026	CV.202-4A 2/2



LAYOUT GENERAL

Escala: 1/1.000

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	MFT	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
3A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
4A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV

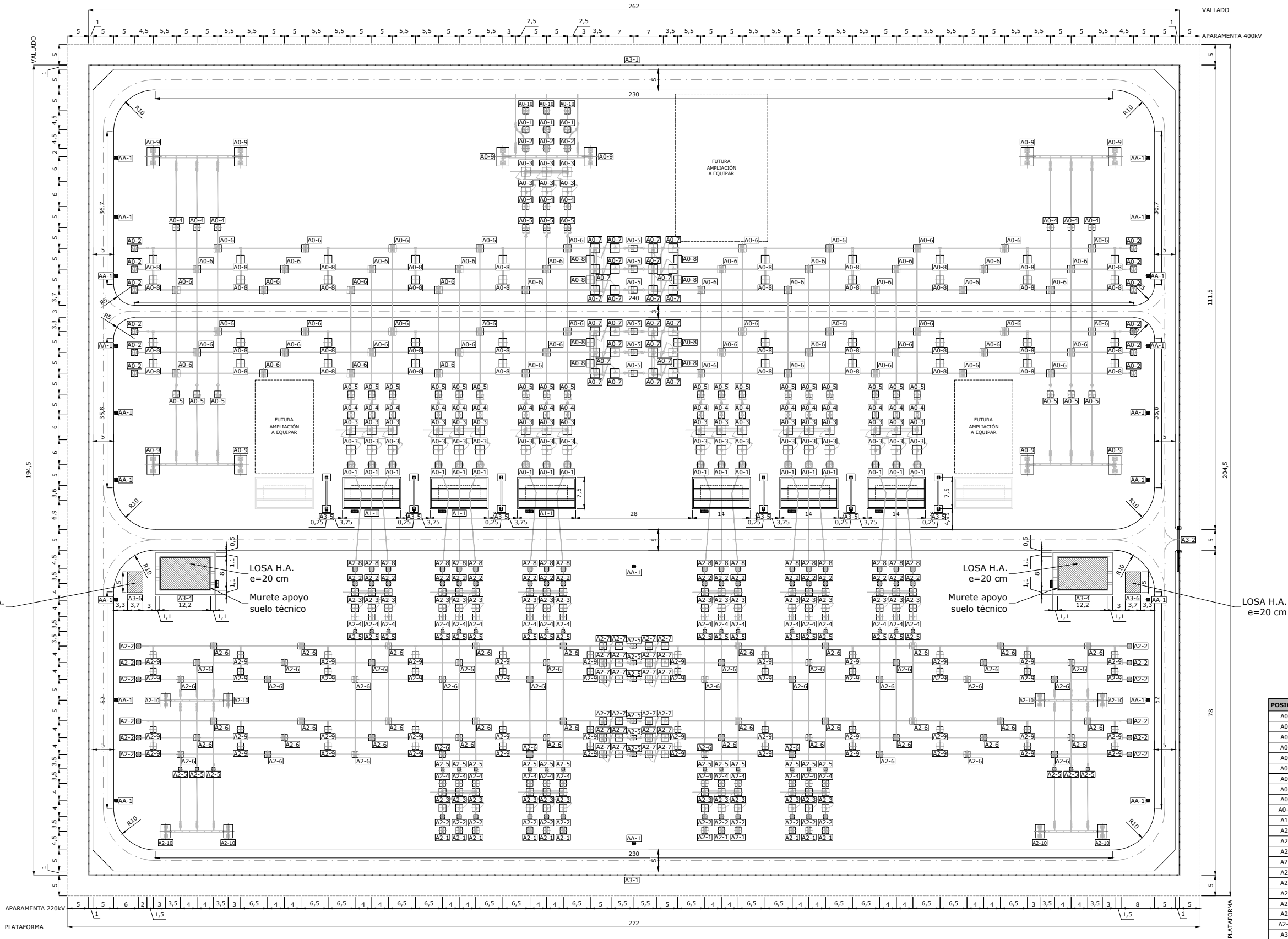
LAYOUT CIMENTACIONES

SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA

CONTACTO:



PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
DIBUJADO	JRD	11/02/2026	ESCALA
REVISADO	APC	11/02/2026	1/1.000
APROBADO	PLN	11/02/2026	Nº DE PLANO
	JMO	11/02/2026	CV.206-4A 1/2



POSICIÓN	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
A0-1	23	AUTOVÁLVULA 400kV
A0-2	17	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN INDUCTIVO 400kV
A0-3	7	SECCIONADOR TRIPOLAR CON PUESTA A TIERRA 400kV
A0-4	27	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 400kV
A0-5	33	INTERRUPTOR UNIPOLAR 400kV
A0-6	60	SECCIONADOR PANTÓGRAFO 400kV
A0-7	4	SECCIONADOR TRIPOLAR SIN PUESTA A TIERRA 400kV
A0-8	24	AIISLADORES DE BARRA 400kV
A0-9	5	PÓRTICO PRINCIPAL 400kV
A0-10	5	TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 400/0,4kV
A1-1	6	AUTOTRANSFORMADOR DE POTENCIA 400/220kV
A2-1	12	AUTOVÁLVULA CON BOTELLA TERMINAL 220kV
A2-2	42	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN INDUCTIVO 220kV
A2-3	10	SECCIONADOR TRIPOLAR CON PUESTA A TIERRA 220kV
A2-4	30	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 220kV
A2-5	42	INTERRUPTOR UNIPOLAR 220kV
A2-6	60	SECCIONADOR PANTÓGRAFO 220kV
A2-7	4	SECCIONADOR TRIPOLAR SIN PUESTA A TIERRA 220kV
A2-8	18	AUTOVÁLVULA 220kV
A2-9	24	AIISLADORES DE BARRA 220kV
A2-10	4	PÓRTICO PRINCIPAL 220kV
A3-1	1	VALLADO PERIMETRAL
A3-2	1	PUERTA DE ACCESO
A3-3	1	CAMINO INTERNO
A3-4	2	EDIFICIO DE CONTROL
A3-5	6	MURO CORTAFUEGO
A3-6	2	GRUPO ELECTROGENO
AA-1	20	PROYECTOR ALUMBRADO EXTERIOR H=3m



ARCHIVO:DCSP.0010.2.D.CV.206-4A

ARCHIVO:DCSP.0010.2.D.CV.206-4A

ARCHIVO:DCSP.0010.2.D.CV.206-4A

ARCHIVO:DCSP.0010.2.D.CV.206-4A

ARCHIVO:DCSP.0010.2.D.CV.206-4A

ARCHIVO:DCSP.0010.2.D.CV.206-4A

ARCHIVO:DCSP.0010.2.D.CV.206-4A

ARCHIVO:DCSP.0010.2.D.CV.206-4A

ARCHIVO:DCSP.0010.2.D.CV.206-4A

ARCHIVO:DCSP.0010.2.D.CV.206-4A

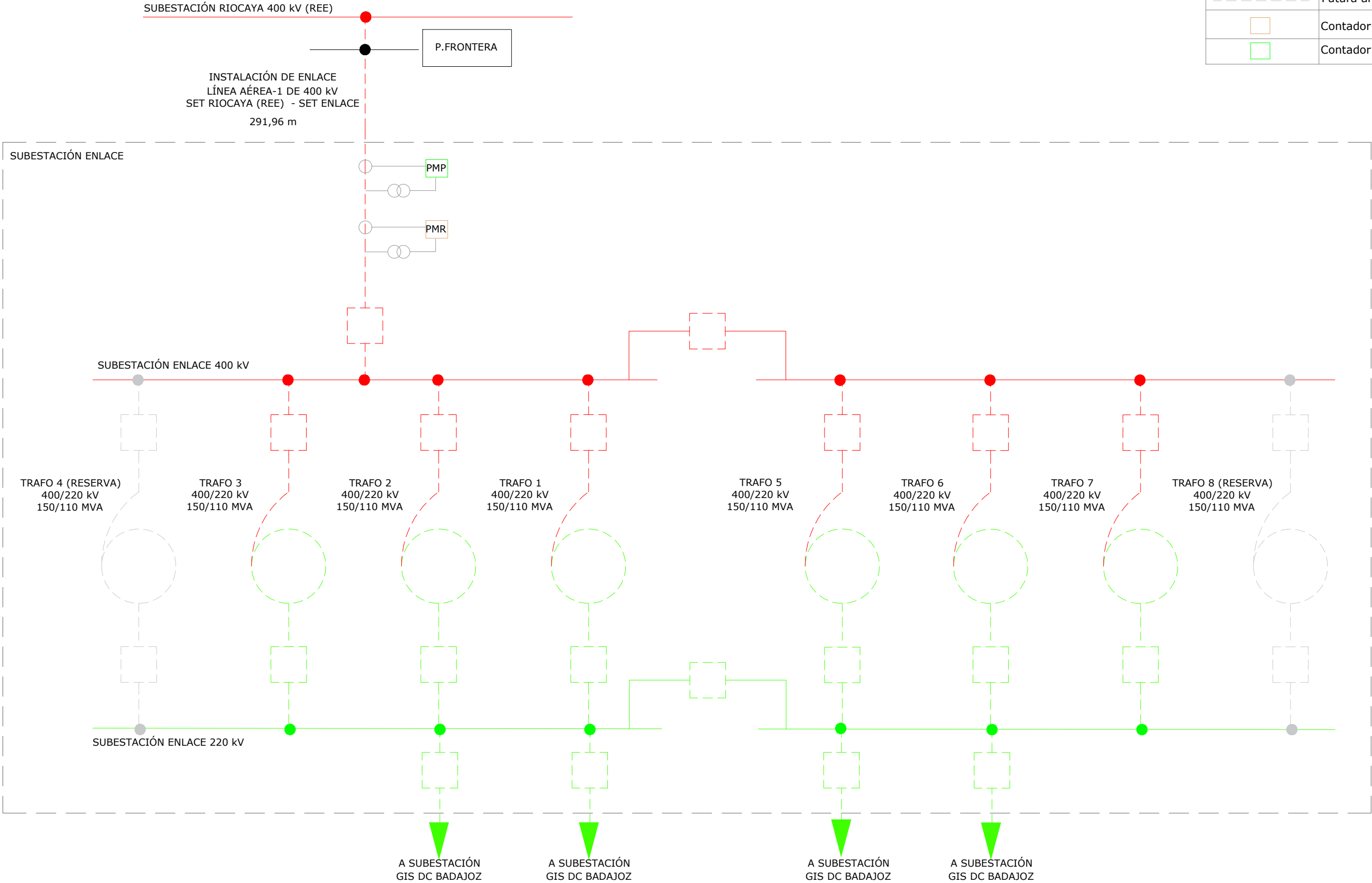
- ARCHIVO:DCSP.0010.2.D.CV.206-4A

ARCHIVO:DCSP.0010.2.D.CV.206-4A

ARCHIVO:DCSP.0010.2.D.CV.206-4A

ARCHIVO:DCSP.0010.2.D.CV.206-4A

LEYENDA	
	400 kV
	220 kV
	Futura ampliación
	Contador Redundante
	Contador Principal



REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	PLN	JRD	JMO
1A	MODIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS TRANSFORMADORES	JRD	PLN	JRD	JMO
2A	MODIFICACIÓN DE SET: CAMBIO DE TIPO GIS A AIS, REDUCCIÓN DE 6 A 2 TRANSFORMADORES	JRD	PLN	JRD	JMO
3A	MODIFICACIÓN DE SET: AUMENTO DE POS. TRANSFORMADORES Y LÍNEA DE EVACUACIÓN	JRD	VJO	JRD	JMO
4A	CORRECCIÓN CONFIGURACIÓN SET ENLACE	JRD	VJO	JRD	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV	
UNIFILAR DE NODO	
SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA	
	CONTACTO:

ingenostrum		Executing your decarbonisation vision	
PROYECTADO	JRD	FECHA	05/01/2026
DIBUJADO	VJO	FECHA	05/01/2026
REVISADO	JRD	FECHA	05/01/2026
APROBADO	JMO	FECHA	05/01/2026
TIPO A3		ESCALA S/E	
Nº DE PLANO EL.200-4A			



REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	PLN	PLN	JRD	JMO
1A	MODIFICACIÓN COMENTARIOS	PLN	PLN	JRD	JMO
2A	MODIFICACIÓN DE 2 TRANSFORMADORES DE POTENCIA 350 MVA A 6 DE 110 MVA	JRD	PLN	JRD	JMO
3A	MODIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES	JRD	PLN	JRD	JMO
4A	MODIFICACIÓN DE SET TIPO GIS A AIS Y REDUCCIÓN DE 6 A 2 TRANSFORMADORES	JRD	PLN	JRD	JMO
5A	MODIFICACIÓN DE SET: AUMENTO DE POS. TRANSFORMADORES Y LÍNEA DE EVACUACIÓN	JRD	VJO	JRD	JMO
6A	CORRECCIÓN CONFIGURACIÓN SET ENLACE	JRD	VJO	JRD	JMO

[illegible]

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV

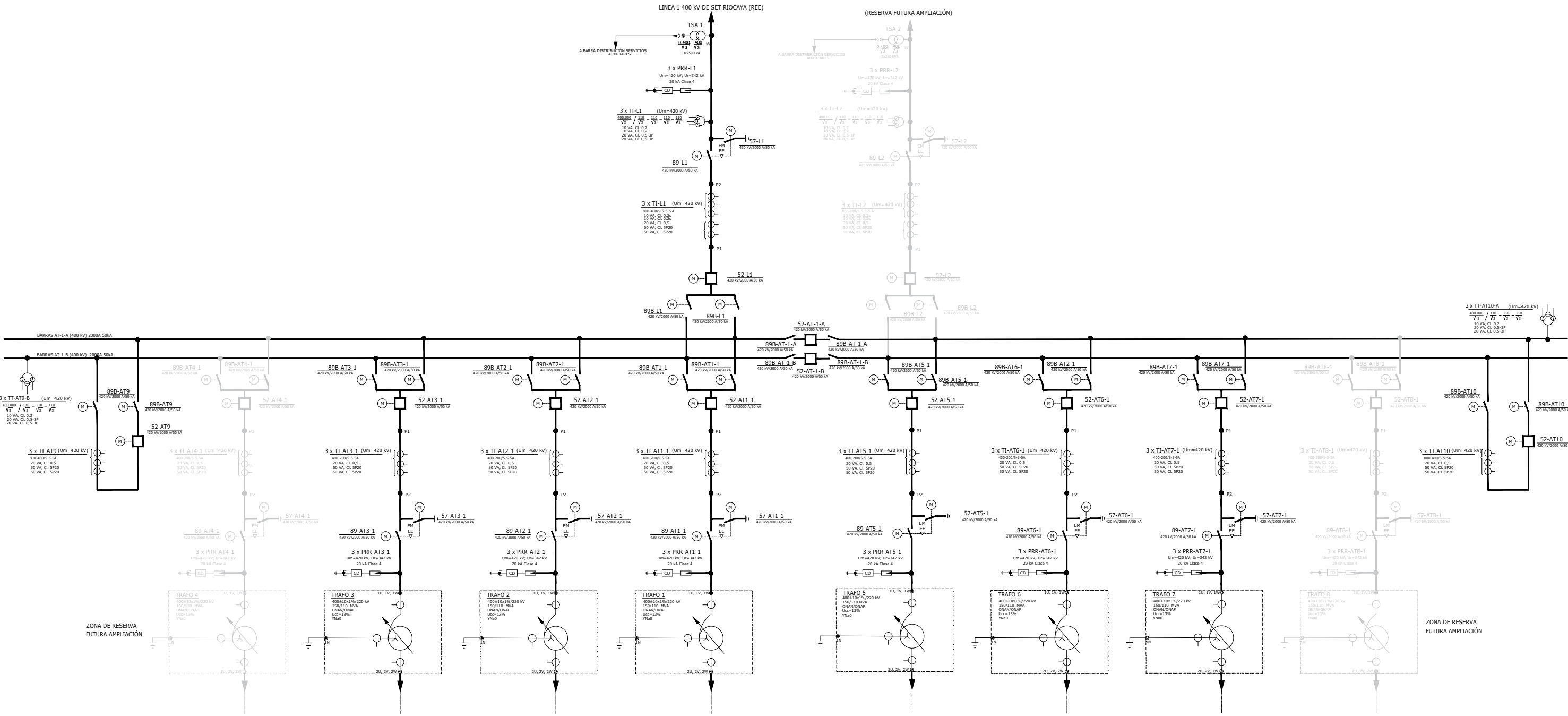
ESQUEMA UNIFILAR GENERAL

SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA

CONTACTO:



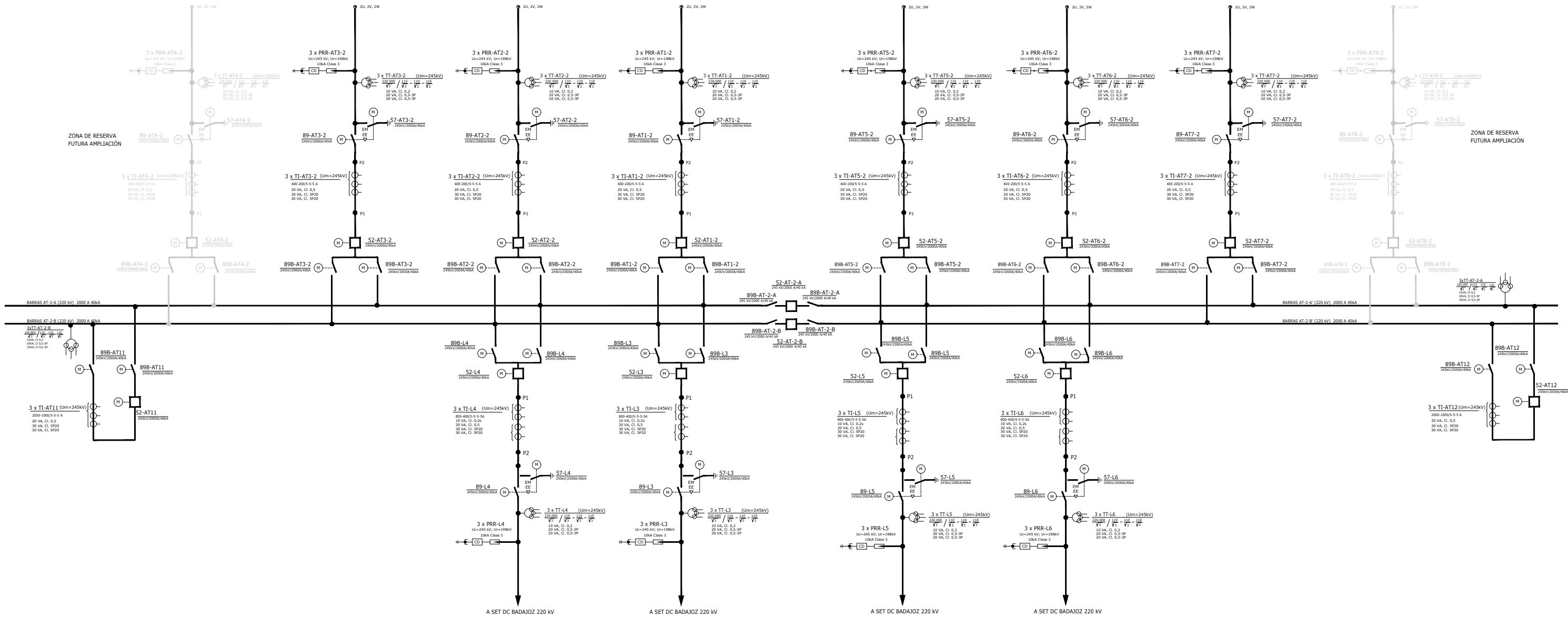
	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JRD	05/01/2026	ESCALA S/E
DIBUJADO	VJO	05/01/2026	
REVISADO	JRD	05/01/2026	Nº DE PLANO EL.201-6A 1/3
APROBADO	JMO	05/01/2026	



REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	PLN	PLN	JRD	JMO
1A	MODIFICACIÓN COMENTARIOS	PLN	PLN	JRD	JMO
2A	MODIFICACIÓN DE 2 TRANSFORMADORES DE POTENCIA 350 MVA A 6 DE 110 MVA	JRD	PLN	JRD	JMO
3A	MODIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES	JRD	PLN	JRD	JMO
4A	MODIFICACIÓN DE SET TIPO GIS A AIS Y REDUCCIÓN DE 6 A 2 TRANSFORMADORES	JRD	PLN	JRD	JMO
5A	MODIFICACIÓN DE SET: AUMENTO DE POS. TRANSFORMADORES Y LÍNEA DE EVACUACIÓN	JRD	VJO	JRD	JMO
6A	CORRECCIÓN CONFIGURACIÓN SET ENLACE	JRD	VJO	JRD	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV		ingenostrum Executing your decarbonisation vision	
ESQUEMA UNIFILAR GENERAL			
SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA			
		CONTACTO:	
PROYECTADO	JRD	NOMBRE	FECHA
DIBUJADO	VJO		05/01/2026
REVISADO	JRD		05/01/2026
APROBADO	JMO		05/01/2026
		TIPO A3	ESCALA
			S/E
		Nº DE PLANO	EL.201-6A 2/3



REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	PLN	PLN	JRD	JMO
1A	MODIFICACIÓN COMENTARIOS	PLN	PLN	JRD	JMO
2A	MODIFICACIÓN DE 2 TRANSFORMADORES DE POTENCIA 350 MVA A 6 DE 110 MVA	JRD	PLN	JRD	JMO
3A	MODIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES	JRD	PLN	JRD	JMO
4A	MODIFICACIÓN DE SET TIPO GIS A AIS Y REDUCCIÓN DE 6 A 2 TRANSFORMADORES	JRD	PLN	JRD	JMO
5A	MODIFICACIÓN DE SET: AUMENTO DE POS. TRANSFORMADORES Y LÍNEA DE EVACUACIÓN	JRD	VJO	JRD	JMO
6A	CORRECCIÓN CONFIGURACIÓN SET ENLACE	JRD	VJO	JRD	JMO

[illegible]

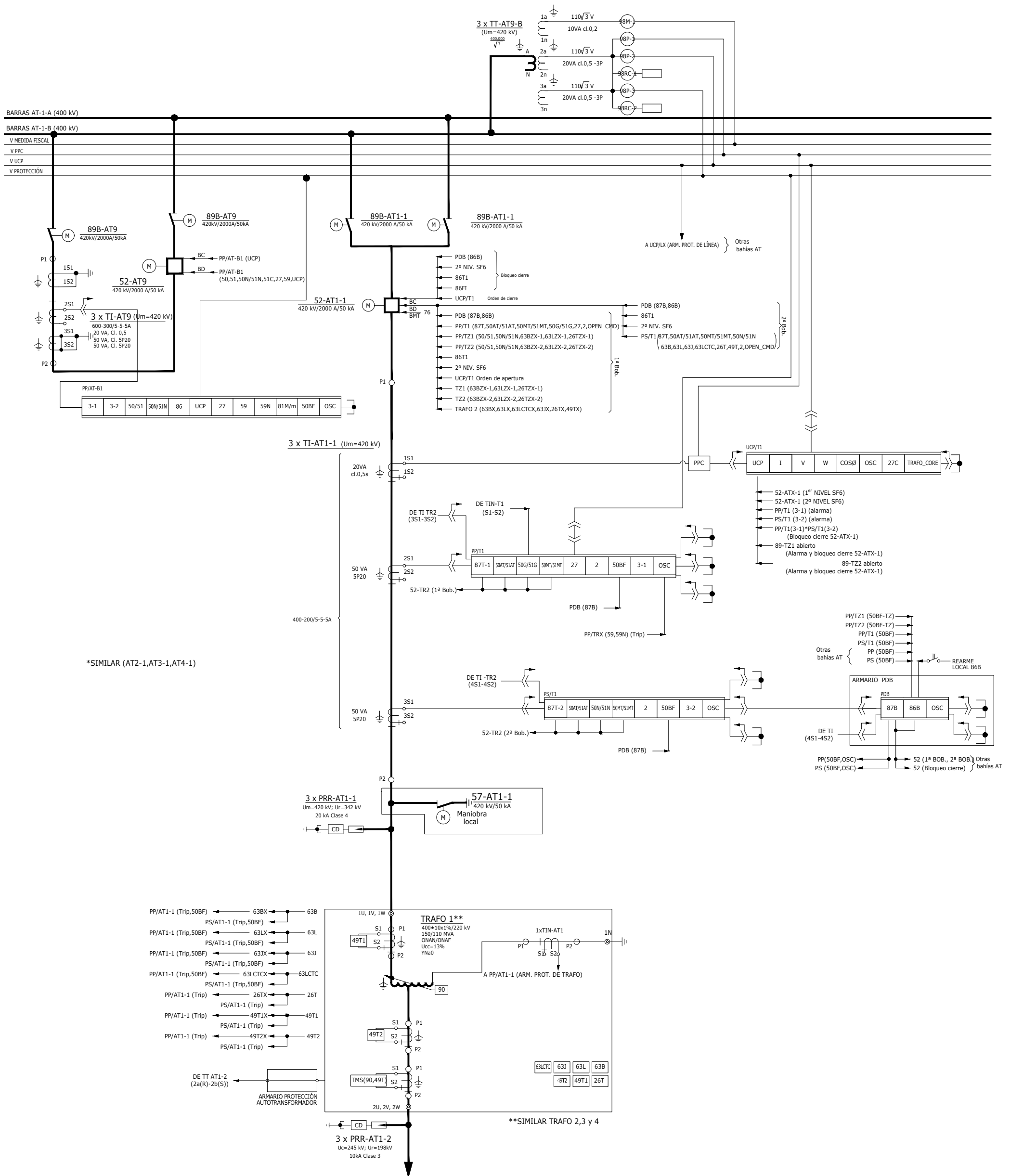
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	
ENLACE 400/220 kV	
ESQUEMA UNIFILAR GENERAL	
SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA	
	CONTACTO:



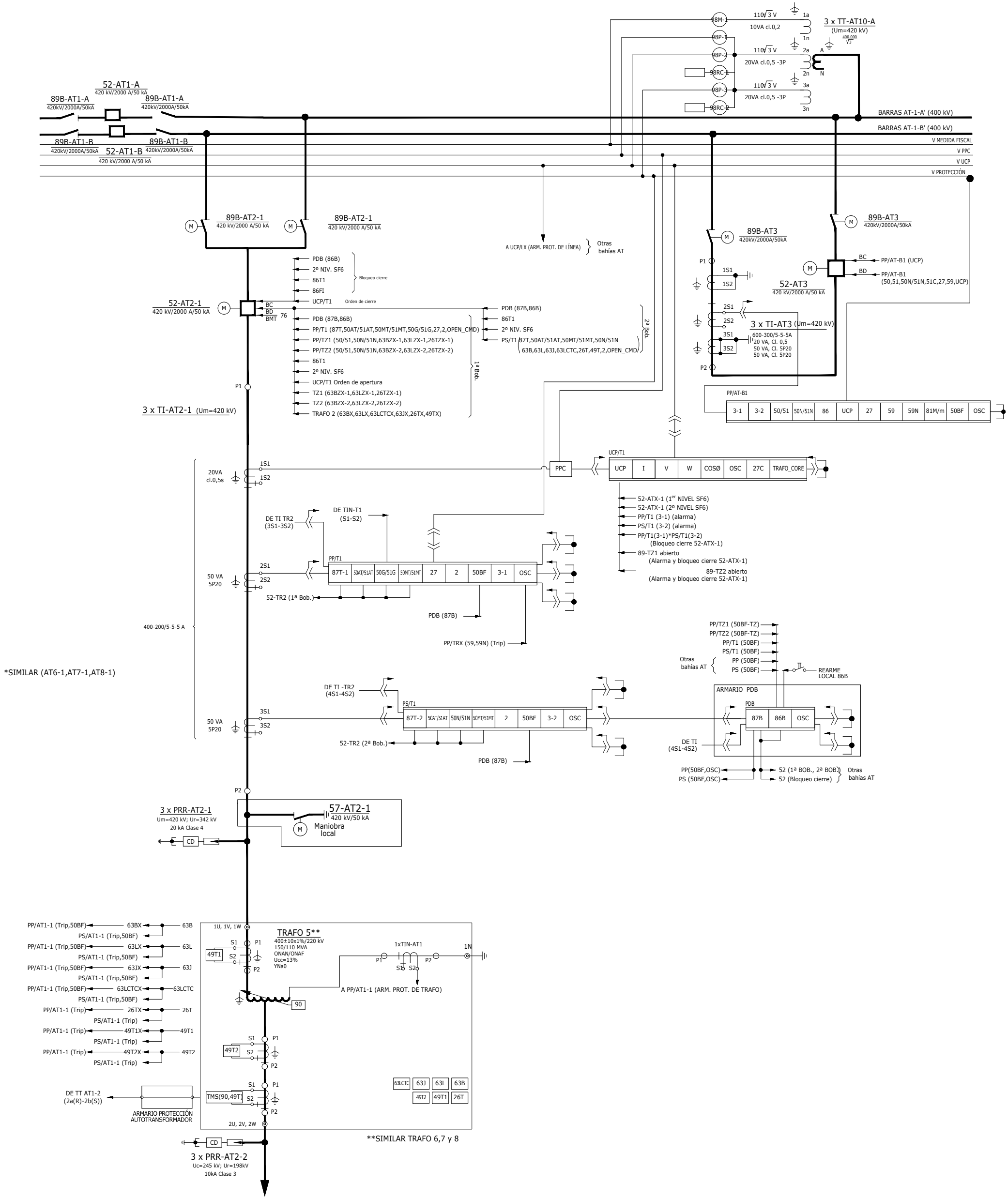
Executing your decarbonisation vision

	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JRD	05/01/2026	ESCALA S/E Nº DE PLANO EL.201-6A 3/3
DIBUJADO	VJO	05/01/2026	
REVISADO	JRD	05/01/2026	
APROBADO	JMO	05/01/2026	

POSICIÓN AT-1 a AT-4



POSICIÓN AT-5 a AT-8



ARCHIVO: DCSF.0010.2.D.EL.202-3A

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	PLN	JRD	JMO
1A	MODIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES	JRD	PLN	JRD	JMO
2A	MODIFICACIÓN DE SET: CAMBIO DE TIPO GIS A AIS Y REDUCCIÓN DE SEIS A DOS TRANSFORMADORES	JRD	PLN	JRD	JMO
3A	MODIFICACIÓN DE SET: AUMENTO DE POS. TRANSFORMADORES Y LÍNEAS	JRD	VJO	JRD	JMO

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
ENLACE 400/220 kV

UNIFILAR DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

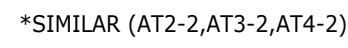
SITUACIÓN BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA

CONTACTO:

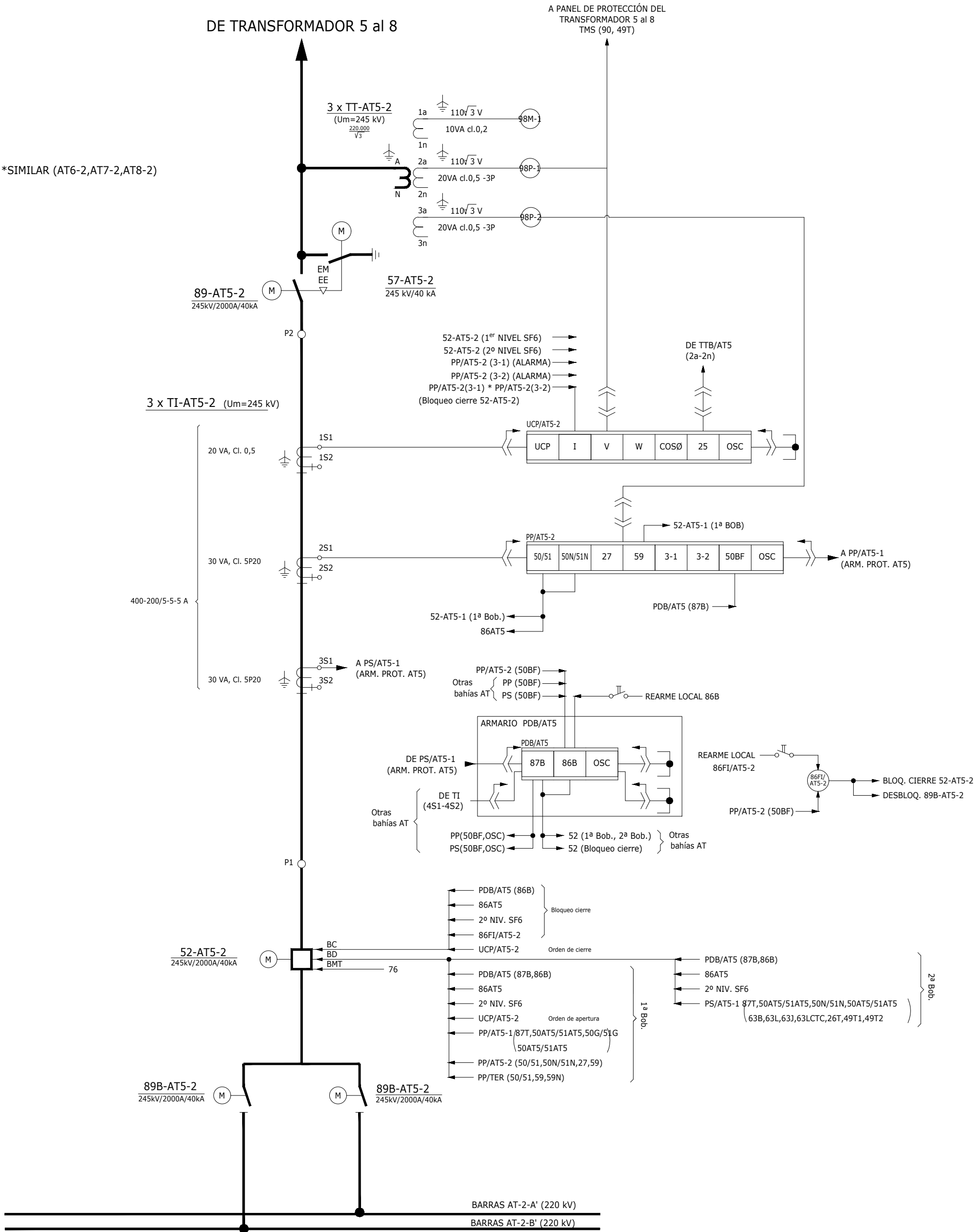
ingenostrum

Executing your decarbonisation vision

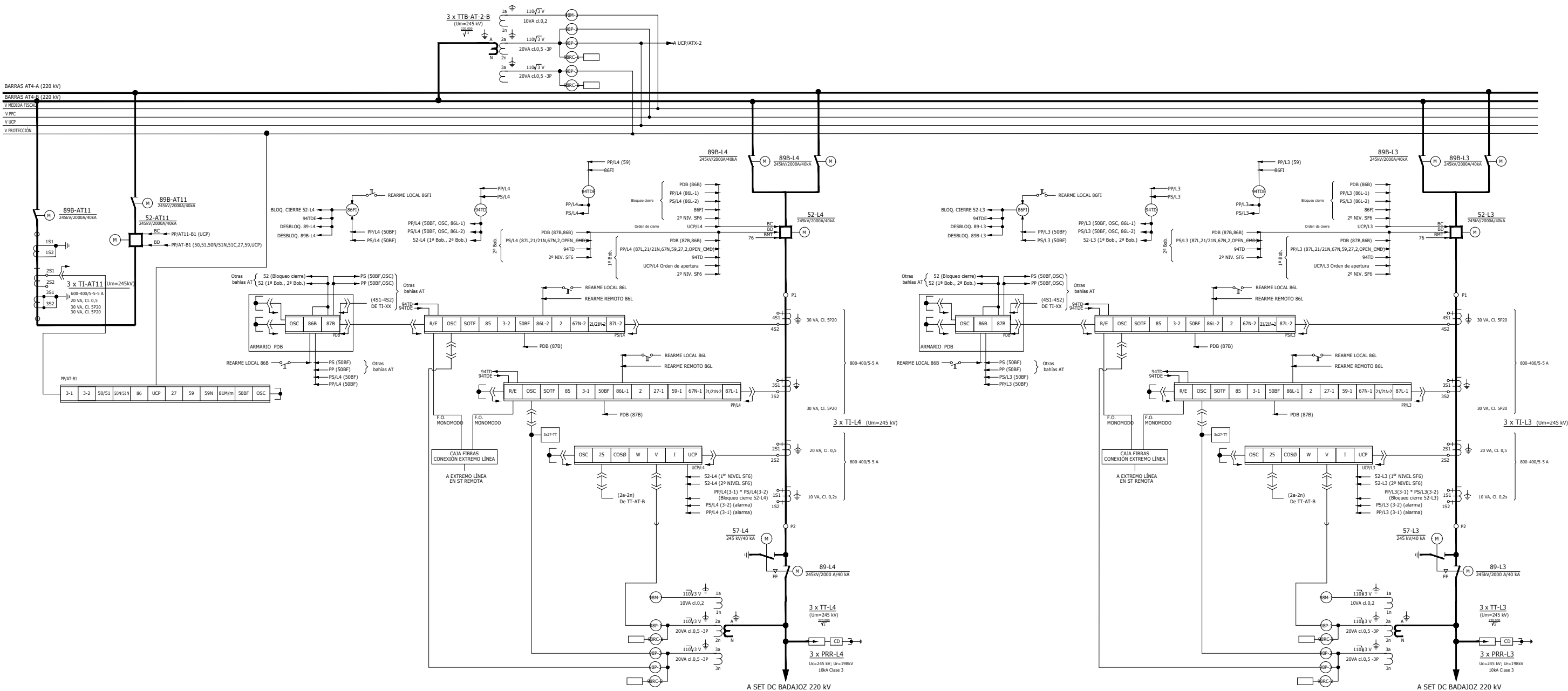
	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JRD	18/11/2025	ESCALA S/E
DIBUJADO	VJO	18/11/2025	
REVISADO	JRD	18/11/2025	Nº DE PLANO EL.202-3A 3/7
APROBADO	JMO	18/11/2025	



SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	
ENLACE 400/220 kV	
UNIFILAR DE PROTECCIÓN Y MEDIDA	
SITUACIÓN BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA	
	CONTACTO:



ARCHIVO: DCSF.0010.2.D.EL.202-3A	REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV			 Executing your decarbonisation vision					
	0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	PLN	JRD	JMO									
	1A	MODIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES	JRD	PLN	JRD	JMO	UNIFILAR DE PROTECCIÓN Y MEDIDA								
	2A	MODIFICACIÓN DE SET: CAMBIO DE TIPO GIS A AIS Y REDUCCIÓN DE SEIS A DOS TRANSFORMADORES	JRD	PLN	JRD	JMO	SITUACIÓN BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA			PROYECTADO		JRD	18/11/2025	TIPO A3	
	3A	MODIFICACIÓN DE SET: AUMENTO DE POS. TRANSFORMADORES Y LÍNEAS	JRD	VJO	JRD	JMO				DIBUJADO		VJO	18/11/2025	ESCALA S/E	
										REVISADO		JRD	18/11/2025	Nº DE PLANO EL. 202-3A 5/7	
										APROBADO		JMO	18/11/2025		



REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	PLN	JRD	JMO
1A	MODIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES	JRD	PLN	JRD	JMO
2A	MODIFICACIÓN DE SET: CAMBIO DE TIPO GIS A AIS Y REDUCCIÓN DE SEIS A DOS TRANSFORMADORES	JRD	PLN	JRD	JMO
3A	MODIFICACIÓN DE SET: AUMENTO DE POS. TRANSFORMADORES Y LÍNEAS	JRD	VJO	JRD	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
ENLACE 400/220 kV

UNIFILAR DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA

CONTACTO:

ingenostrum
Executing your decarbonisation vision

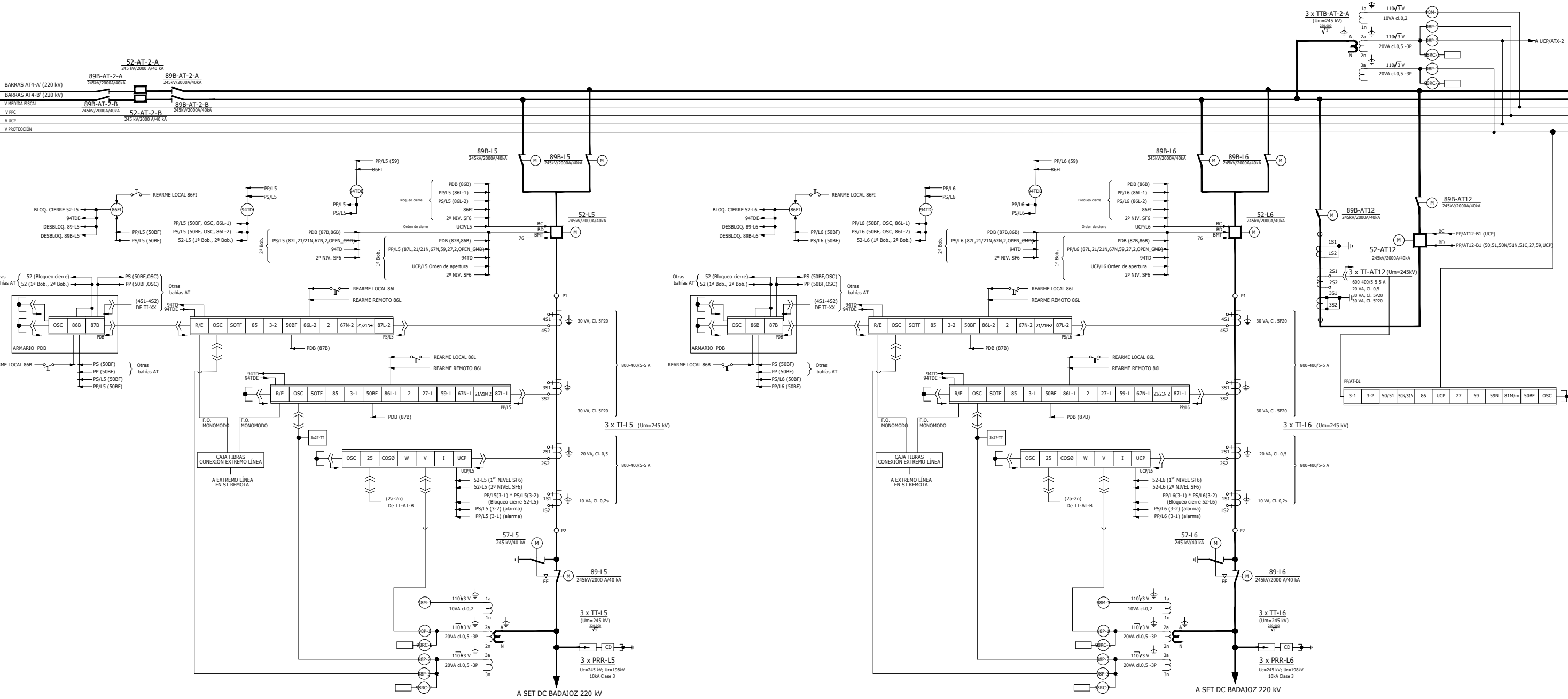
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
JRD	JRD	18/11/2025	ESCALA
VJO	VJO	18/11/2025	S/E
REVISADO	JRD	18/11/2025	Nº DE PLANO
APROBADO	JMO	18/11/2025	EL.202-3A 6/7

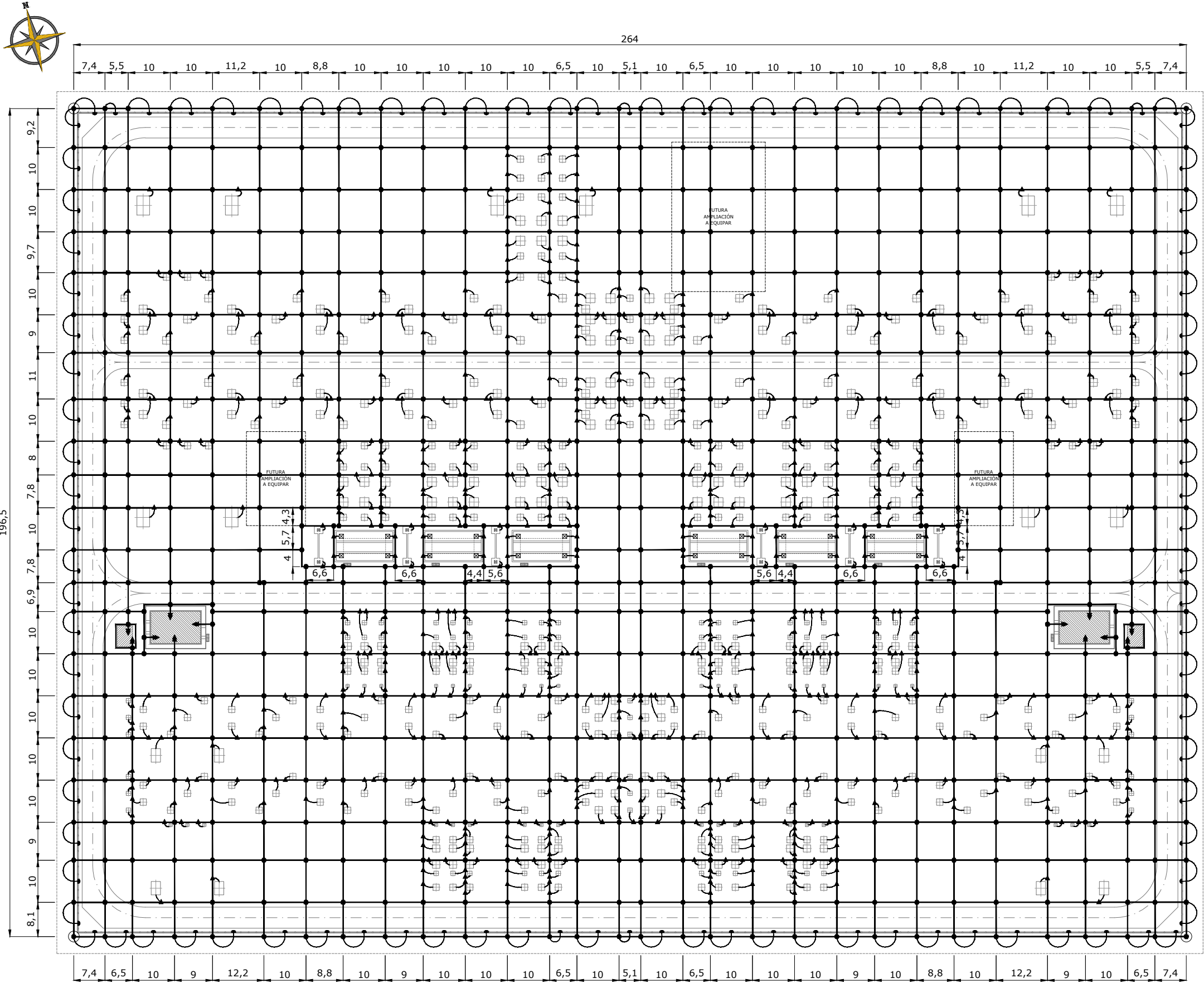
REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	PLN	JRD	JMO
1A	MODIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES	JRD	PLN	JRD	JMO
2A	MODIFICACIÓN DE SET: CAMBIO DE TIPO GIS A AIS Y REDUCCIÓN DE SEIS A DOS TRANSFORMADORES	JRD	PLN	JRD	JMO
3A	MODIFICACIÓN DE SET: AUMENTO DE POS. TRANSFORMADORES Y LÍNEAS	JRD	VJO	JRD	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV	
UNIFILAR DE PROTECCIÓN Y MEDIDA	
SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA	
CONTACTO:	

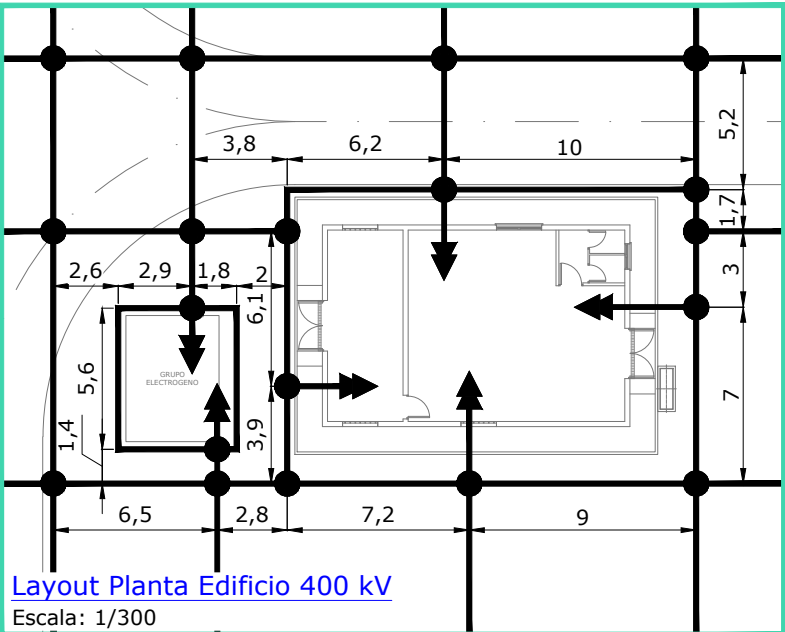
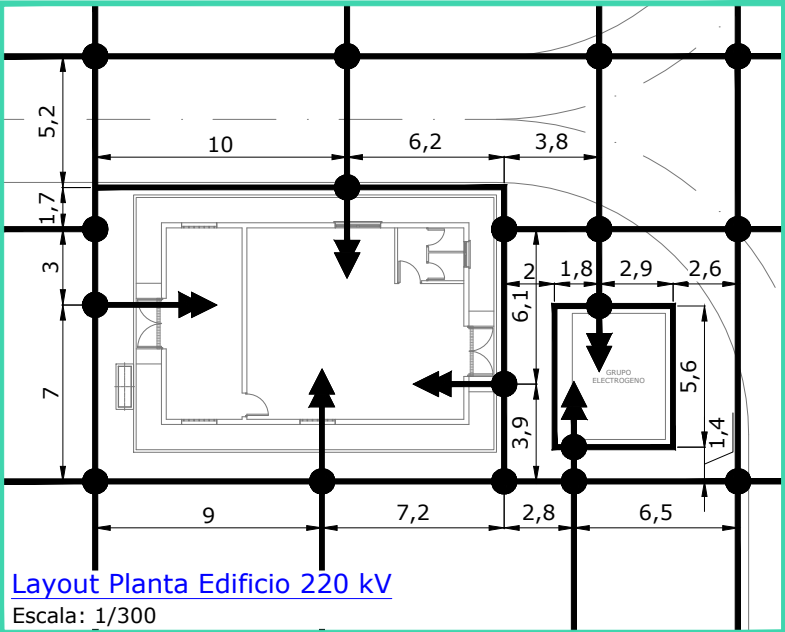
ingenostrum		Executing your decarbonisation vision	
PROYECTADO	JRD	FECHA	18/11/2025
DIBUJADO	VJO	FECHA	18/11/2025
REVISADO	JRD	FECHA	18/11/2025
APROBADO	JMO	FECHA	18/11/2025
NOMBRE		FECHA	TIPO A3
Nº DE PLANO		FECHA	ESCALA
EL.202-3A		FECHA	S/E
		FECHA	Nº DE PLANO
		FECHA	EL.202-3A 7/7





LAYOUT GENERAL
Escala: 1/1.000

LEYENDA	
●	SOLDADURA ALUMINOTERMICA EN CRUZ
▲	SOLDADURA ALUMINOTERMICA EN TE
⊙	PICA DE TIERRA 2m (4 Unidades)
—	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO 120mm²
—▶	PUESTA A TIERRA DE VALLADO
—⊠	LATIGUILLO DE P.A.T PARA VIAS DE TRANSFORMADORES
—▶	LATIGUILLO DE P.A.T PARA UNIR MALLA DE TIERRA EN INTERIOR DE EDIFICIO



SUBSTACIÓN ELÉCTRICA
ENLACE 400/220 kV

RED DE TIERRA. MALLA ENTERRADA

SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA

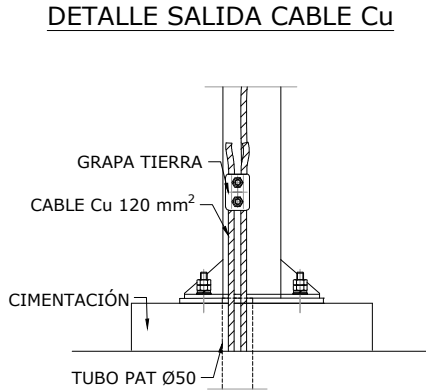
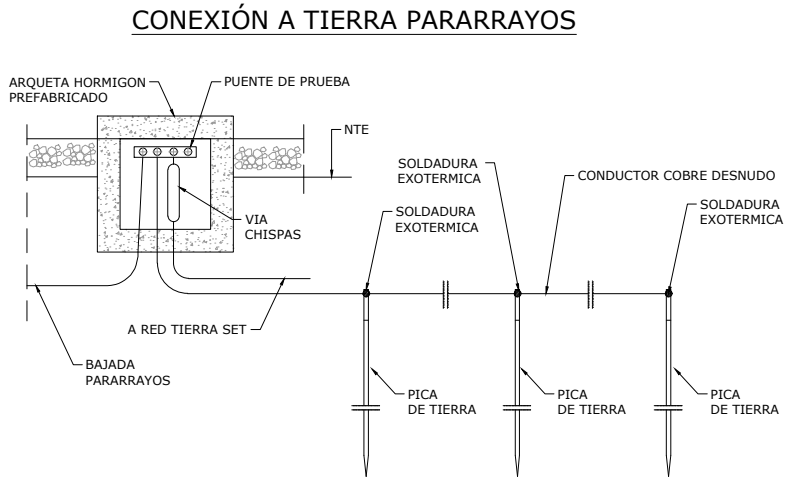
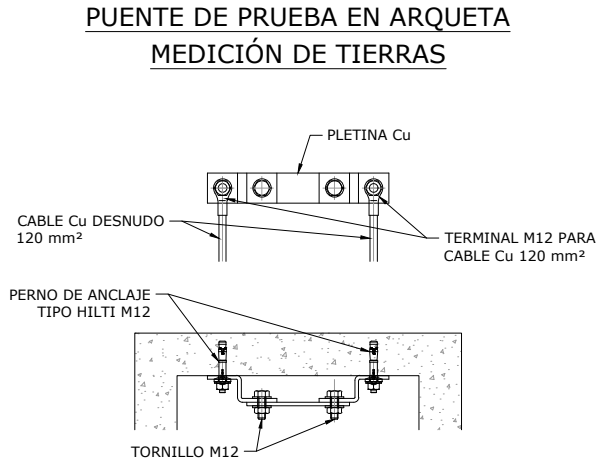
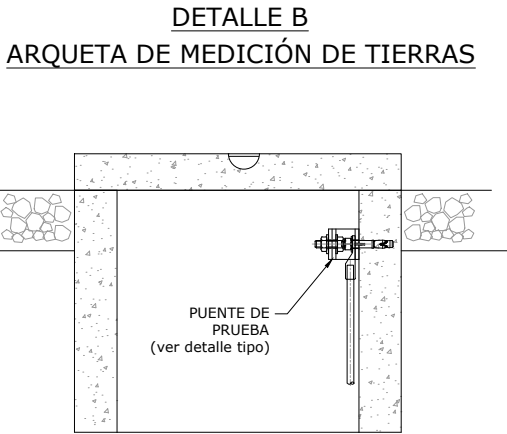
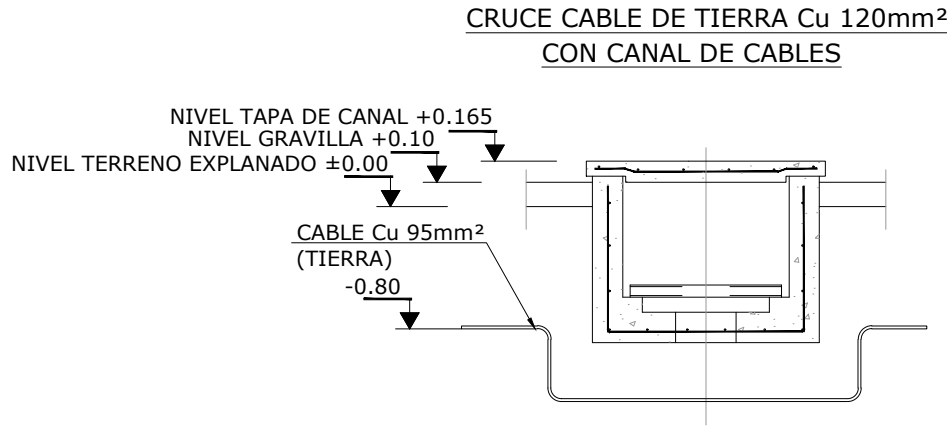
CONTACTO:

ingenostрум
Executing your decarbonisation vision

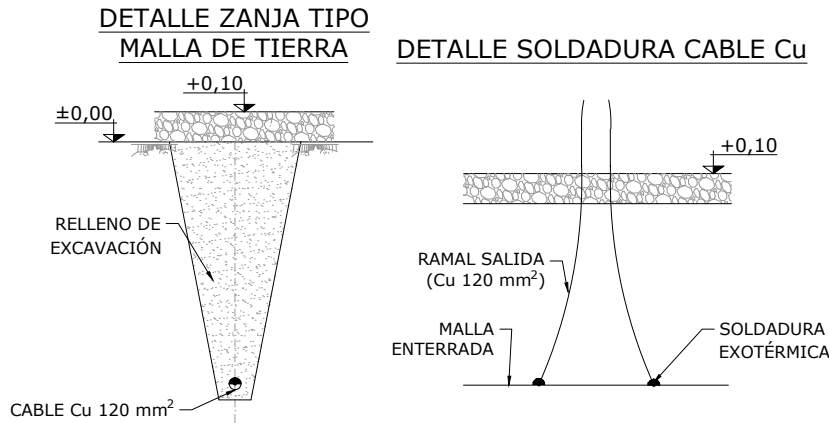
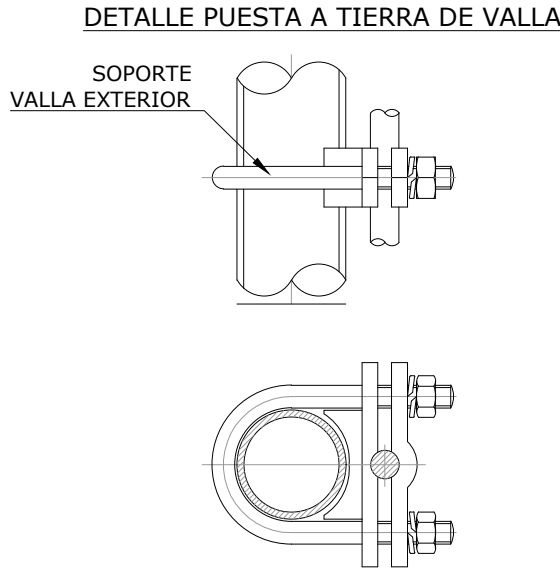
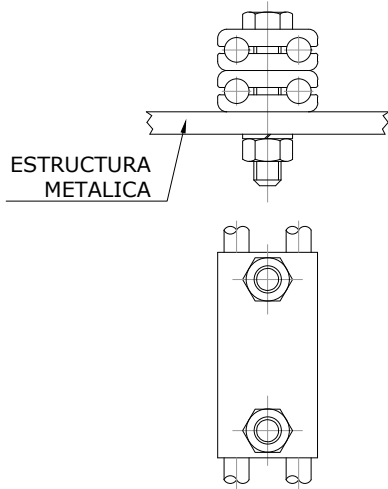
	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JRD	11/02/2026	ESCALA INDICADAS
DIBUJADO	APC	11/02/2026	
REVISADO	PLN	11/02/2026	Nº DE PLANO EL.204-4A 1/2
APROBADO	JMO	11/02/2026	

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	MFT	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
3A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
4A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

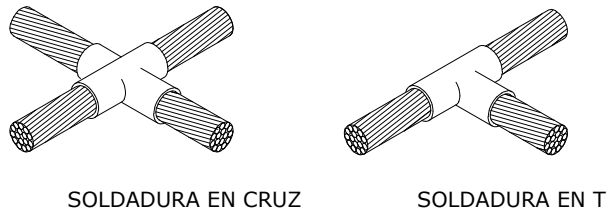
REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO



GRAPA P.A.T. PARA 4 CABLES DE Cu DE 120mm² SOBRE ESTRUCTURA



DETALLE A UNIONES DE 3 O 4 CABLES Cu 120 mm² POR SOLDADURA ALUMINOTERMICA (CADWELL)



- NOTAS:**
- 1.- LAS COTAS ESTÁN EXPRESADAS EN MILÍMETROS.
 - 2.- LOS SIGUIENTES ELEMENTOS DEBERÁN SER CONECTADOS A LA MALLA DE TIERRAS:
 - CERRAMIENTO APROXIMADAMENTE CADA 15 m. (DESDE EL INTERIOR)
 - PUERTA DE ENTRADA SUBESTACIÓN.
 - CERCOS METÁLICOS DE ARQUETAS.
 - CIMENTACIÓN DE EDIFICIO.
 - TODOS LOS ELEMENTOS METÁLICOS QUE SE EJECUTEN EN LA FASE DE MOVIMIENTO DE TIERAS/OBRA CIVIL QUE REQUIERAN CONEXIÓN A TIERRA.
 - 3.- SE COLOCARÁ GRAVA EN UN ANCHO DE 1m EN TODO EL PERÍMETRO EXTERIOR DE LA SUBESTACIÓN.

- CONSIDERACIONES:**
- 1.- Se conectarán a tierra todas las masas metálicas, estructuras, cuadros de agrupación, aunque no queden recogidas en el presente plano
 - 2.- Las conexiones entre equipos, estructuras, tableros y demás y la propia malla de tierra, no presentarán empalmes en toda su longitud
 - 3.- En equipos interruptor, seccionadores, descargadores pararrayos y transformadores de potencial, dispondrán de chicoteo de puesta a tierra para estructuras soporte y de forma independiente, chicoteo de puesta tierra de equipo
 - 4.- Los equipos transformadores de medida y proteccion dispondrán de chicoteo a caja centralizadora para formar el neutro de tensiones y corrientes
 - 5.- Los seccionadores con puesta a tierra dispondrán de conexión a tierra de las estructuras soportes, equipo más una independiente para cuchillas de puesta a tierra
 - 6.- Todas las conexiones de la red base subterránea se realizará mediante soldadura aluminotermica tipo cadweld
 - 7.- Todas las conexiones de chicotes hacia el exterior del suelo se realizarán con uniones de termofusión
 - 8.- Todas las conexiones aéreas se realizarán con bridas de compresión de baja corrosión
 - 9.- En ningún caso se permitirá que quede embebido ningún conductor del sistema de puesta a tierra en el interior del hormigón de las cimentaciones de equipos y estructuras
 - 10.- Las salidas aéreas de los conductores de puesta tierra se realizarán lo más apegadas al hormigón de la cimentación. en el caso de plataformas de cimentaciones muy anchas, se permitirá la entubación del conductor de puesta a tierra que se destine a conectar el equipo
 - 11.- El transformador de servicios auxiliares auxiliares de la subestación tendrá tres chicotes e puesta tierra, estructura, equipo y neutro de bt
 - 12.- La red de puesta a tierra se verificarán:
 - 12.1.- Puesta a tierra de todos los elementos metálicos que interfieren en la operativa. estructuras de barras, chasis de luminarias, etc
 - 12.2.- Todos el perímetro el cerro metálico, que dispondrá de una conexión a la malla al menos cada 10m de longitud
 - 12.3.- Las escalerillas portacables en el interior de las canaletas, al menos una conexión cada 30m de longitud

- NORMATIVA**
- Normas UNE y UNE-EN
 - UNE 20322 sobre clasificación de zonas de características especiales
 - 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
 - R.D. 337/2014 sobre Líneas eléctricas de AT y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 a 23.
 - Normas UNE y UNE-EN, incluso UNE-EN-211435 para conductores de hasta 30kV.
 - Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, protección de avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas AT.

DETALLE RED DE TIERRA

Escala: S/E

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	MFT	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
3A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
4A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

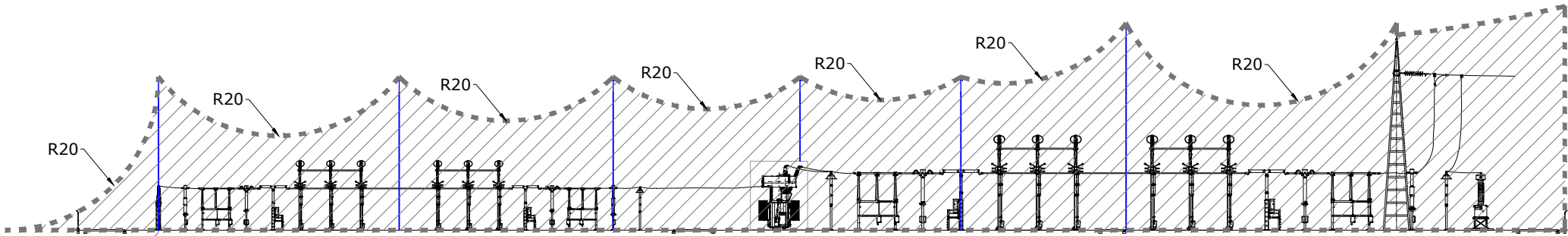
REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV	
RED DE TIERRA. MALLA ENTERRADA	
SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA	
	CONTACTO:

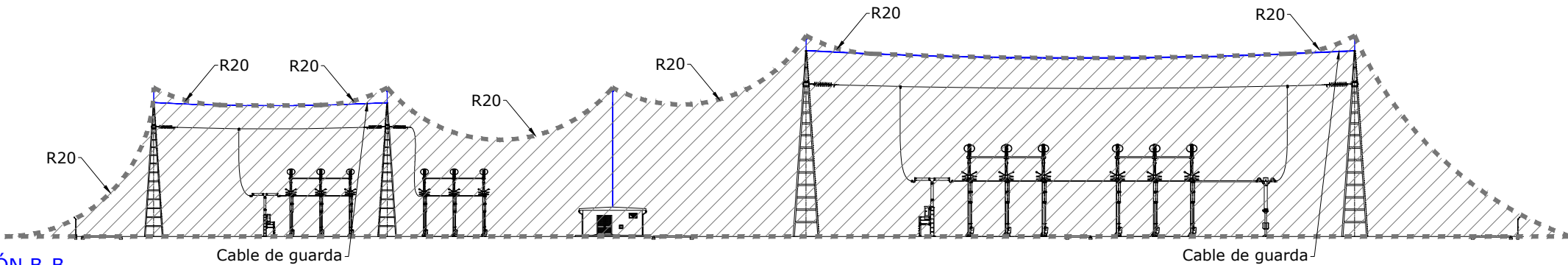
ingenostrum		Executing your decarbonisation vision	
PROYECTADO	JRD	FECHA	11/02/2026
DIBUJADO	APC	FECHA	11/02/2026
REVISADO	PLN	FECHA	11/02/2026
APROBADO	JMO	FECHA	11/02/2026
TIPO A3		ESCALA S/E	
Nº DE PLANO		EL.204-4A 2/2	

INGENOSTRUM, S.L. - Avda. de la Constitución, 34-1º. 41001 Sevilla- Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 5132, Folio 140, Hoja SE-83852, Inscripción 1ª. C.I.F. B-91832873
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN QUE SE DESARROLLA EN EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENOSTRUM S.L. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESIÓN A TERCEROS SIN LA AUTORIZACIÓN DE INGENOSTRUM S.L.

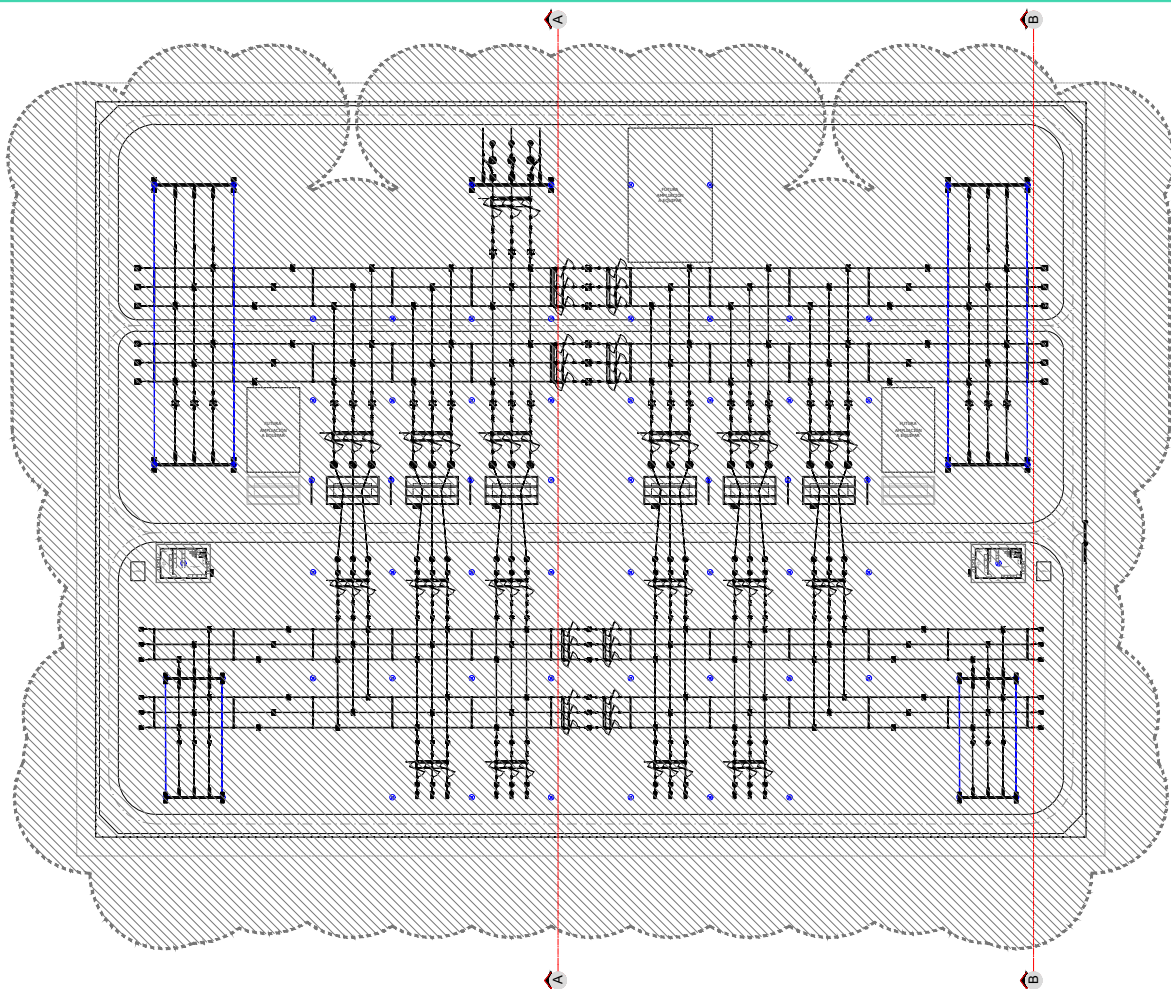
ARCHIVO:DCSP.0010.2.D.EL.205-4A



SECCIÓN A-A
Escala: 1/750



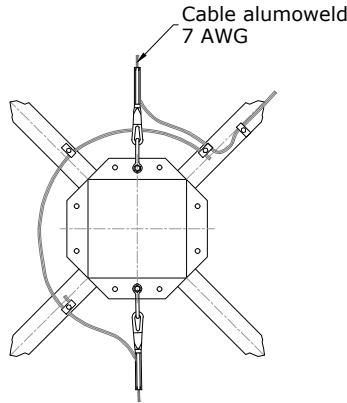
SECCIÓN B-B
Escala: 1/750



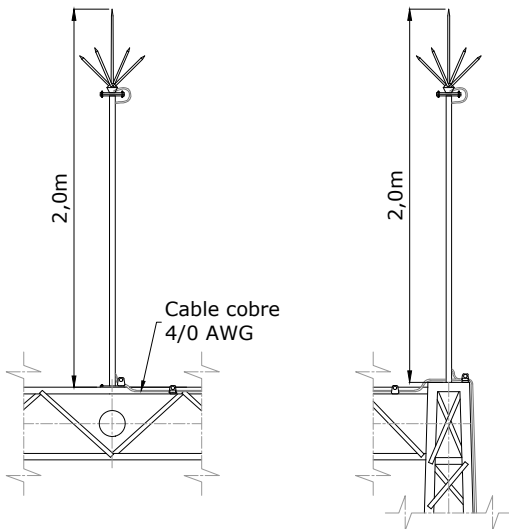
LAYOUT GENERAL
Escala: 1/2.000

LEYENDA	
	ÁREA DE PROTECCIÓN
	PARARRAYOS FRANKLIN
	CABLE DE GUARDA

Detalle Conexión Malla Aérea-Torre de Guardia



Detalle Punta Franklin sobre Marco Barra



Detalles Pararrayos Punta Franklin
Escala: 1/40

NORMATIVA BAJA TENSIÓN

- R.D. 842/2002 Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias REBT.
- Normas e instrucciones del M.I.
- Normas UNE y UNE-EN.
- UNE 20322 sobre clasificación de zonas de características especiales.

NORMATIVA MEDIA TENSIÓN

- 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.
- Normas e instrucciones de M.I. incluso instrucciones técnicas complementarias MIE-RAT.
- R. D. 337/2014 sobre líneas eléctricas de AT y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 010 a 23.
- Normas UNE y UNE-EN, incluso UNE-EN-211435 para conductores de hasta 30kV.

OTRAS NORMAS

- R.D. 1432/2008, de 29 de agosto, protección de avifauna contra la colisión y electrocución en líneas eléctricas AT.
- Decreto 89/2012, de 28 de junio, protección de avifauna y atenuar impactos ambientales.

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	MFT	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
3A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
4A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

SUBSTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV

RED DE TIERRA. MALLA AÉREA

SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA

CONTACTO:

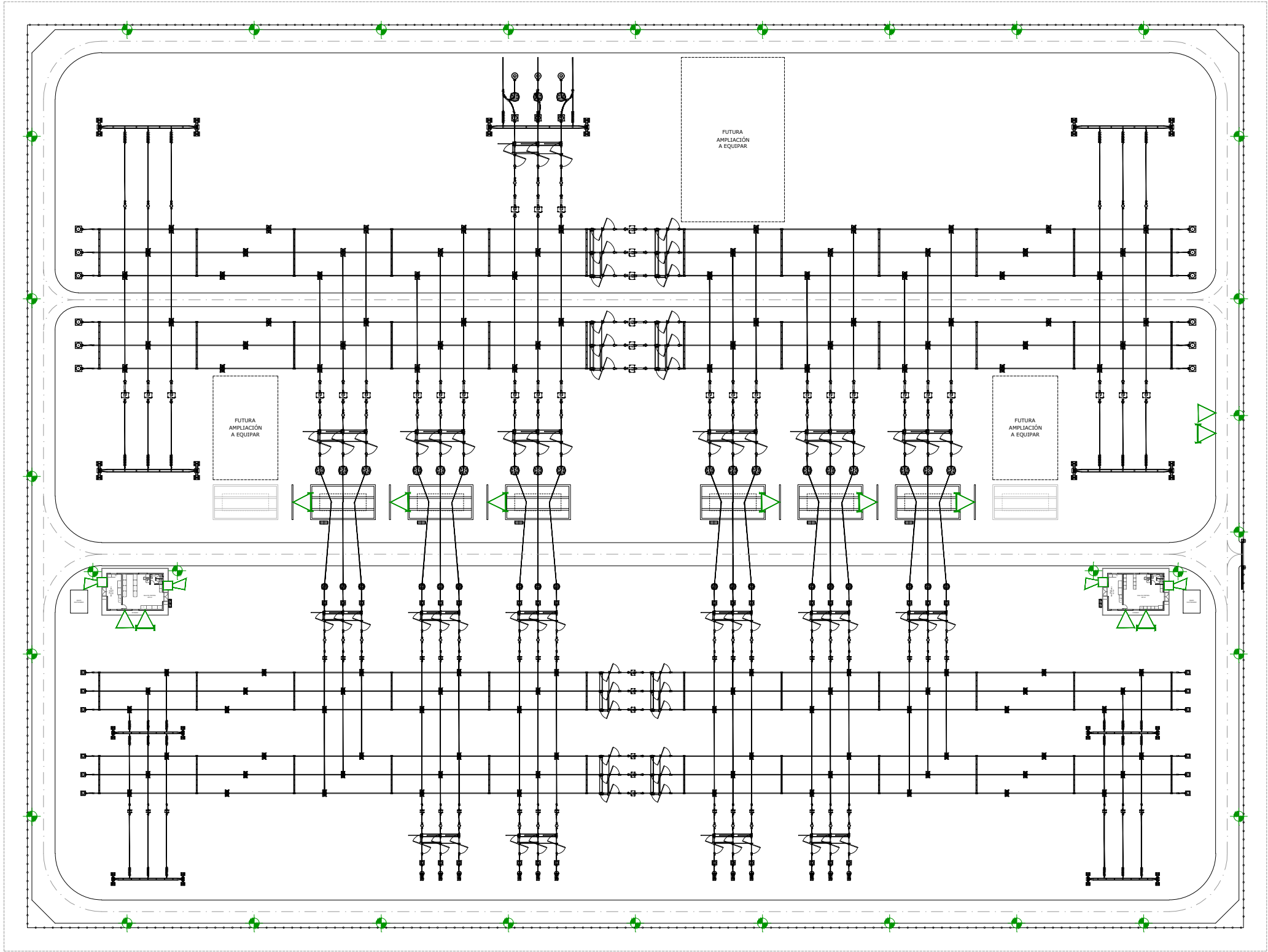


PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
JRD	JRD	11/02/2026	ESCALA
APC	APC	11/02/2026	INDICADAS
PLN	PLN	11/02/2026	Nº DE PLANO
JMO	JMO	11/02/2026	EL.205-4A



LAYOUT GENERAL

Escala: 1/1.000



LEYENDA	
	EXTINTOR MÓVIL POLVO ABC
	EXTINTOR POLIVALENTE
	SIRENA AUTOPROTEGIDA CON DETECTOR LUMINOSO
	ALUMBRADO ESPECIAL DE EMERGENCIA

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	MFT	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
3A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
4A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

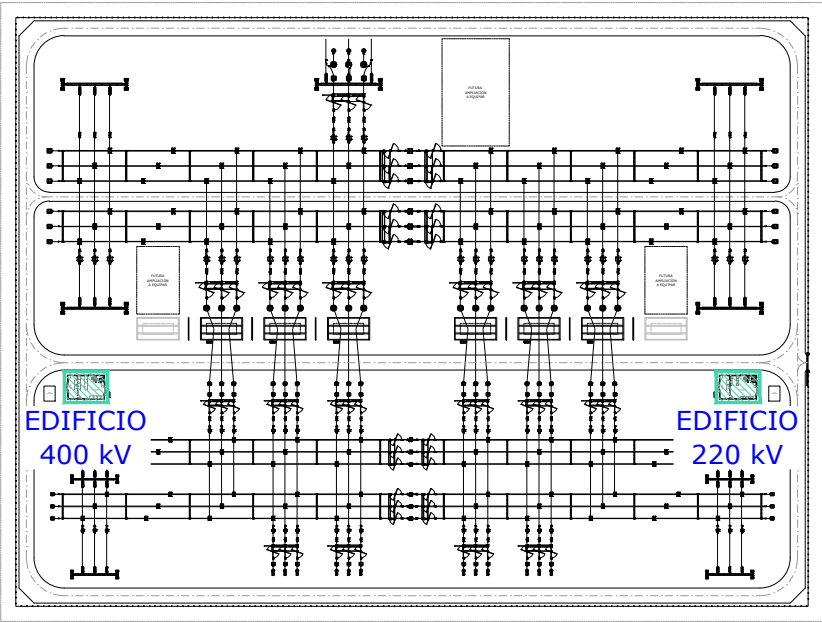
REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV	
INSTALACIONES CONTRAINCENDIOS SUBESTACIÓN	
SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA	
	CONTACTO:

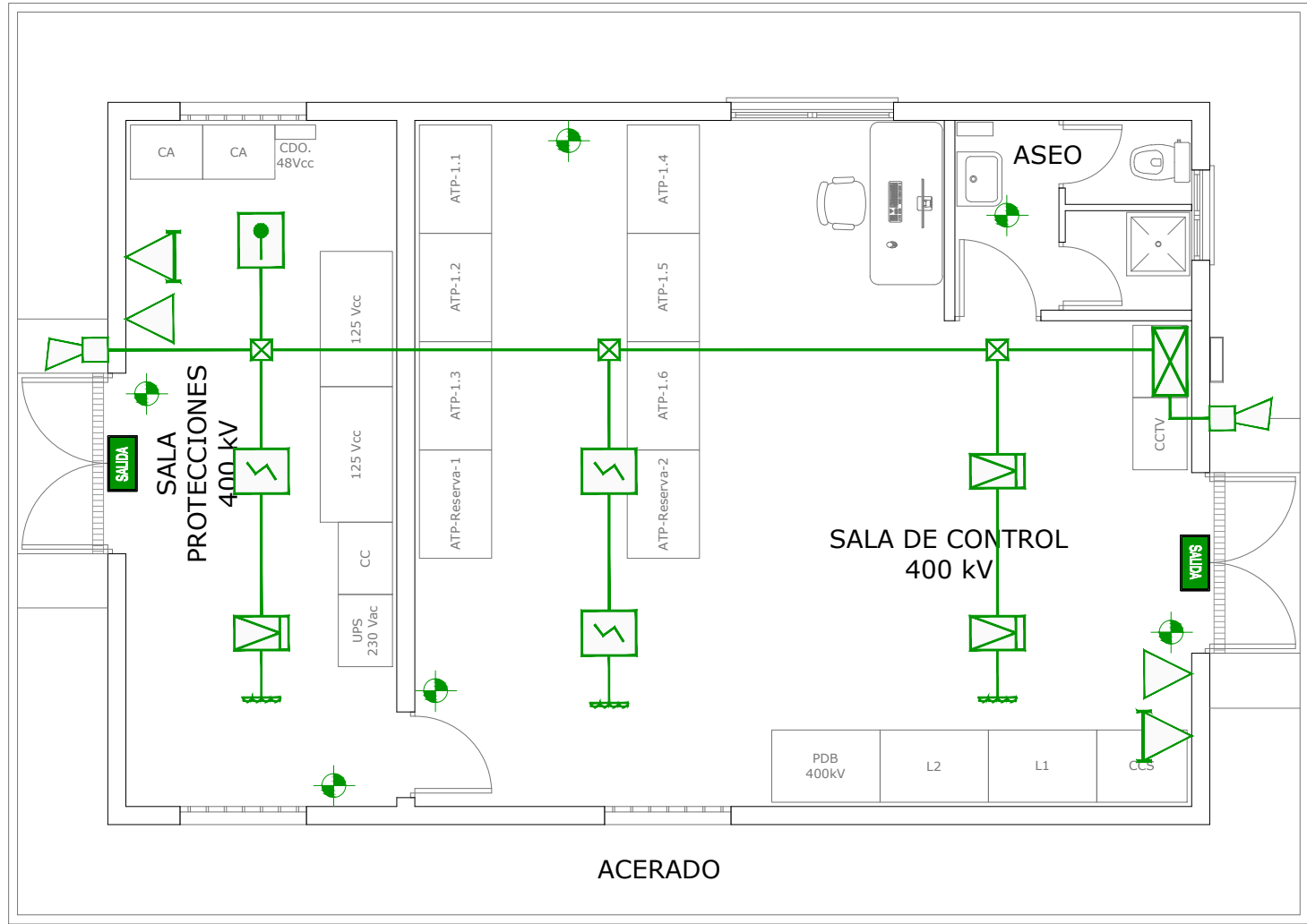
ingenostrum		Executing your decarbonisation vision	
PROYECTADO	JRD	FECHA	11/02/2026
DIBUJADO	APC	FECHA	11/02/2026
REVISADO	PLN	FECHA	11/02/2026
APROBADO	JMO	FECHA	11/02/2026
TIPO A3		ESCALA	1/1.000
Nº DE PLANO		IN.201-4A 1/3	



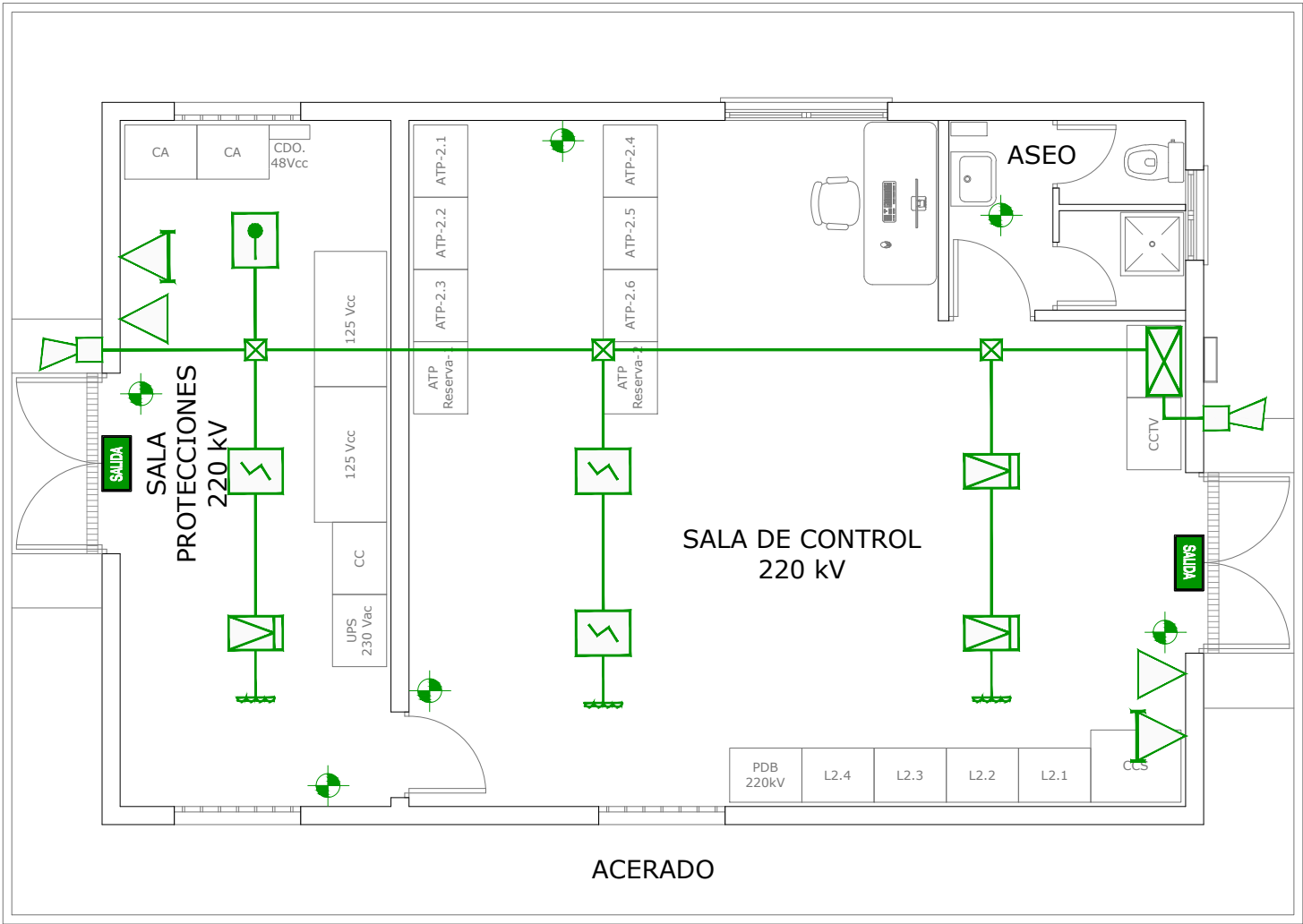
Layout General
Escala: 1/2.500



LEYENDA	
	DETECTOR ÓPTICO DE HUMOS. EMPOTRADO EN FALSO TECHO
	RESISTENCIA FIN DE LÍNEA
	DETECTOR VOLUMÉTRICO DOBLE TECNOLOGÍA
	SEÑAL DIRECCIONAL DE SALIDA
	CENTRAL DE ALARMAS
	SIRENA AUTOPROTEGIDA CON DETECTOR LUMINOSO
	EXTINTOR POLIVALENTE
	EXTINTOR MÓVIL POLVO ABC
	CAJA DE DERIVACIÓN
	DETECTOR TERMOVELOCÍMETRO
	ALUMBRADO DE EMERGENCIA



Layout Planta Edificio 400 kV
Escala: 1/75



Layout Planta Edificio 220 kV
Escala: 1/75

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	MFT	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
3A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
4A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

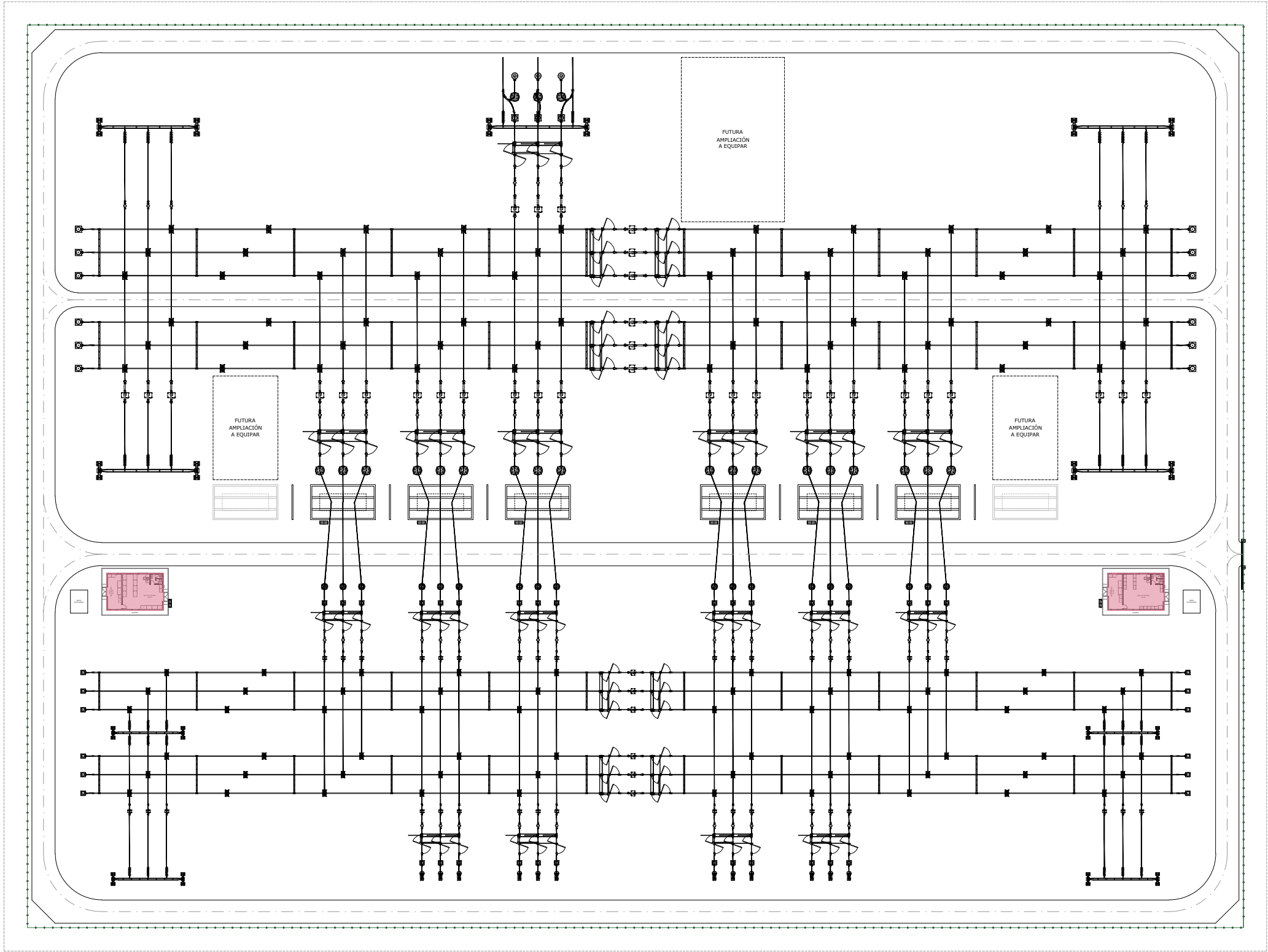
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV	
INSTALACIONES CONTRAINCENDIOS SUBESTACIÓN	
SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA	
CONTACTO:	

ingenostrum Executing your decarbonisation vision			
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
DIBUJADO	JRD	11/02/2026	ESCALA
REVISADO	APC	11/02/2026	1/60
APROBADO	PLN	11/02/2026	Nº DE PLANO
	JMO	11/02/2026	IN.201-4A 2/3



LAYOUT GENERAL

Escala: 1/1.000



LEYENDA

	ÁREA DE INCENDIO
	SECTOR INCENDIO (Edificio)

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	MFT	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
3A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
4A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
ENLACE 400/220 kV

INSTALACIONES CONTRAINCENDIOS SUBESTACIÓN

SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA

CONTACTO:



	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JRD	11/02/2026	ESCALA 1/1.000
DIBUJADO	APC	11/02/2026	
REVISADO	PLN	11/02/2026	Nº DE PLANO IN.201-4A 3/3
APROBADO	JMO	11/02/2026	



LAYOUT GENERAL

Escala: 1/1.000

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	MFT	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
3A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
4A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

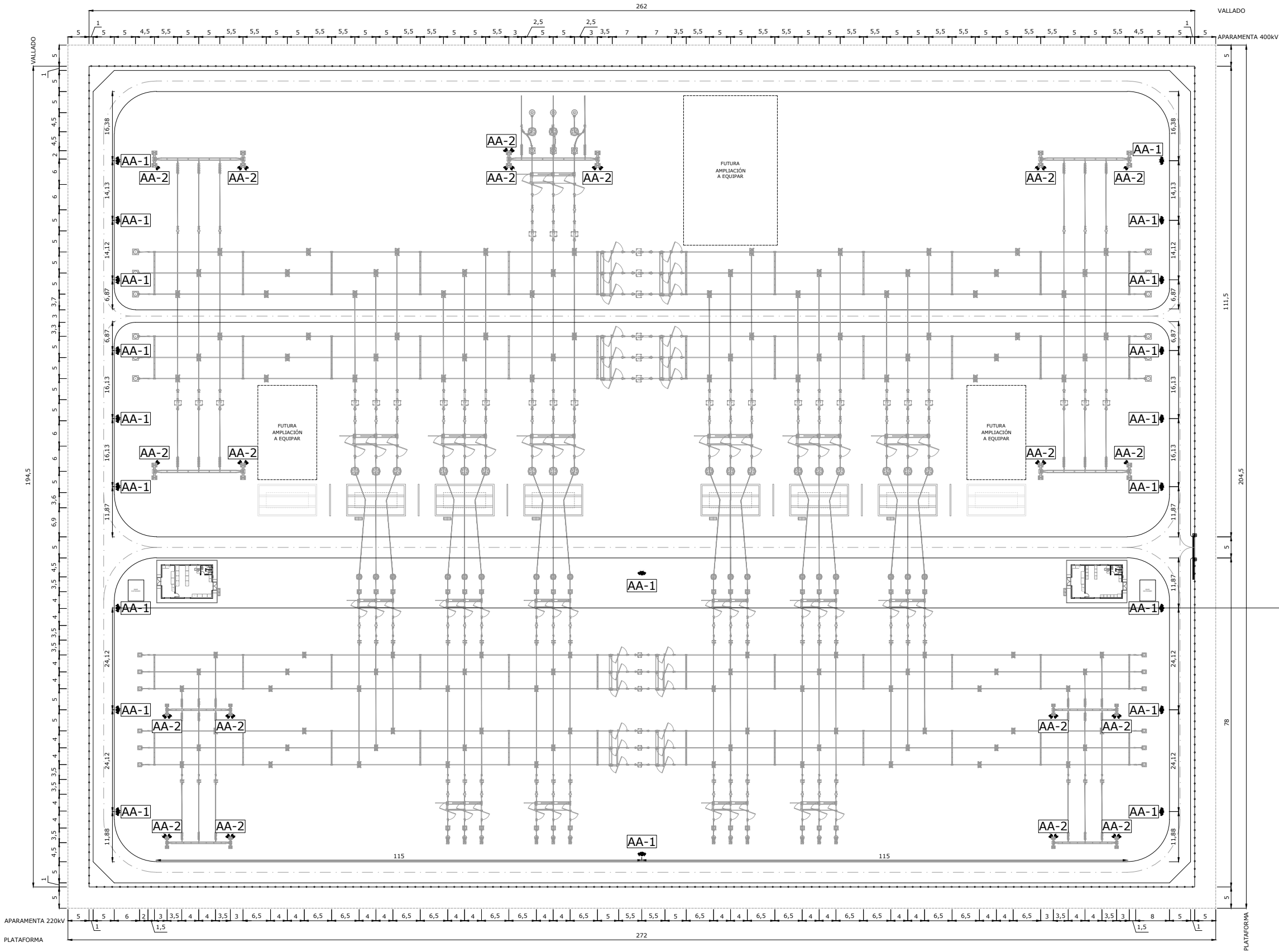
	POSICIÓN	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
	AA-1	20	PROYECTOR ALUMBRADO EXTERIOR H=3m
	AA-2	34	PROYECTOR ALUMBRADO EXTERIOR EN ESTRUCTURA

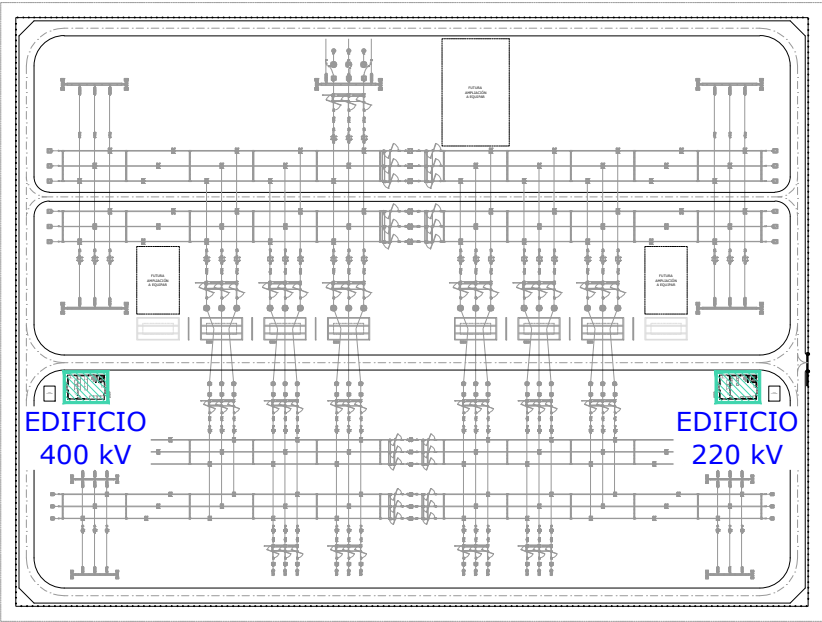
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV	
ALUMBRADO	
SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA	
CONTACTO:	

ingenostrum

Executing your decarbonisation vision

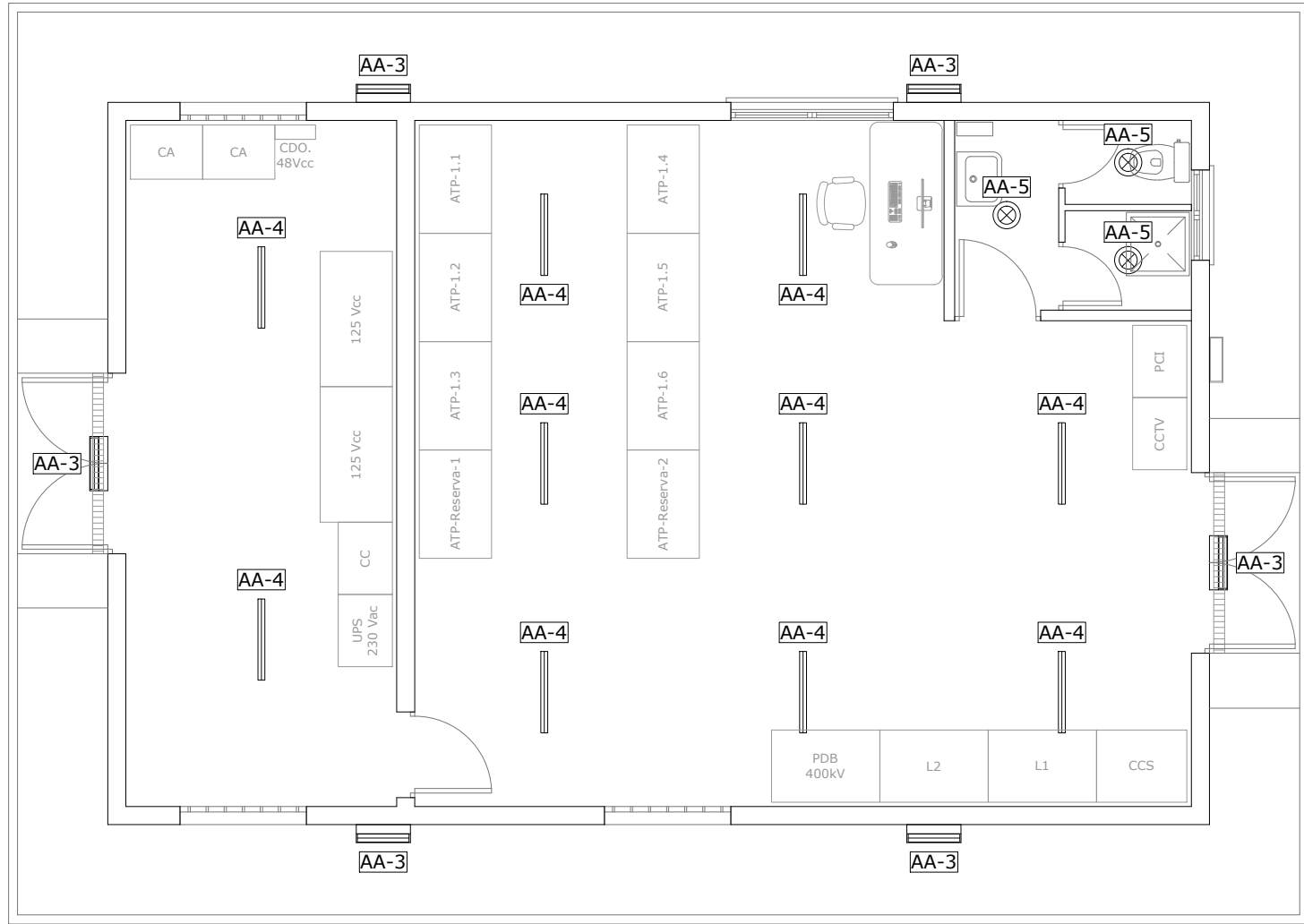
	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JRD	11/02/2026	ESCALA 1/1.000
DIBUJADO	APC	11/02/2026	
REVISADO	PLN	11/02/2026	Nº DE PLANO IN.202-4A 1/2
APROBADO	JMO	11/02/2026	



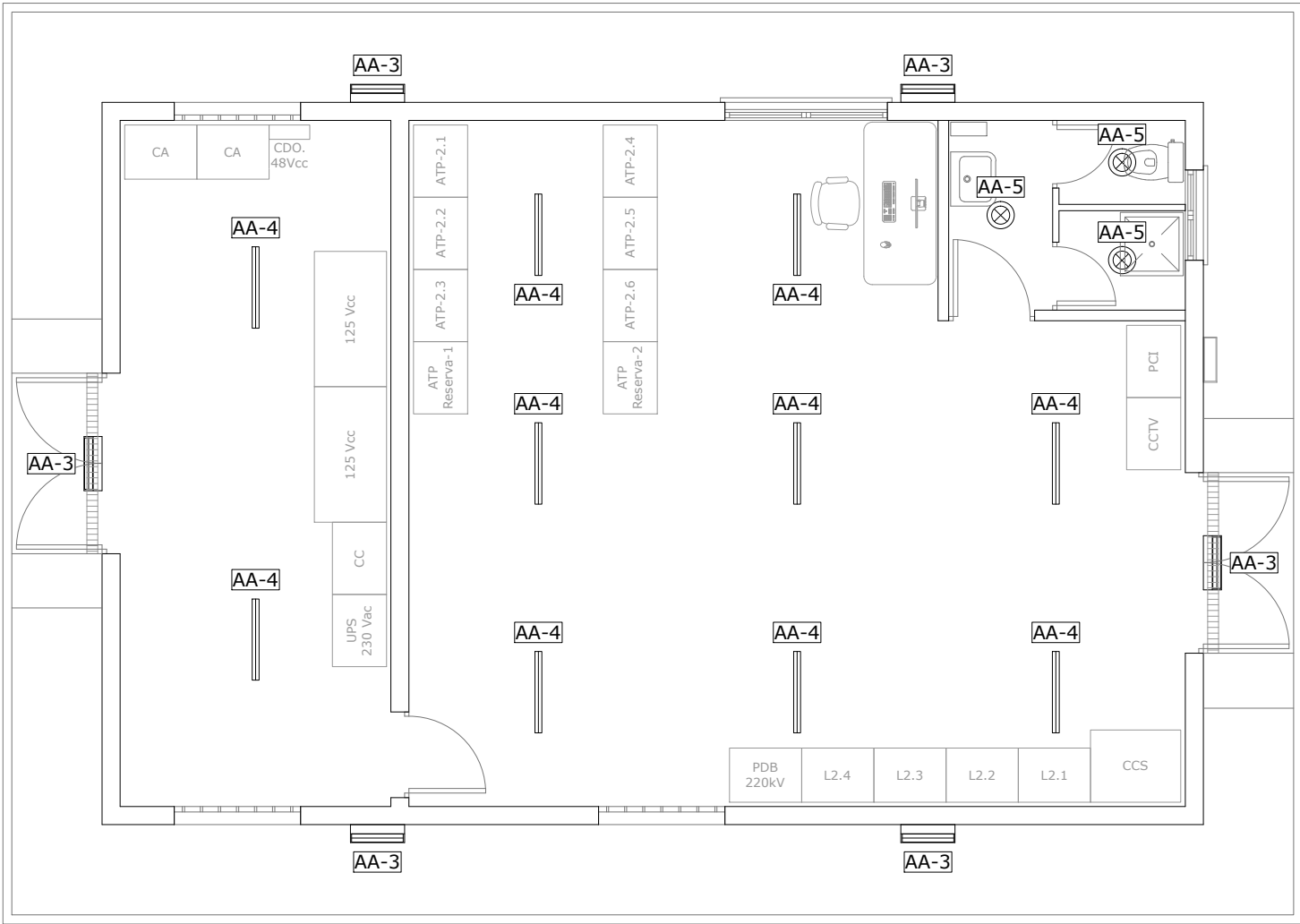


Layout General
Escala: 1/2.500

	POSICIÓN	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
	AA-3	12	PROYECTOR ALUMBRADO EXTERIOR EN FACHADA
	AA-4	20	LUMINARIA INTERIOR COLGANTES
	AA-5	6	LUMINARIA INTERIOR EMPOTRADA EN TECHO



Layout Planta Edificio 400 kV
Escala: 1/75



Layout Planta Edificio 220 kV
Escala: 1/75

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	MFT	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
3A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
4A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

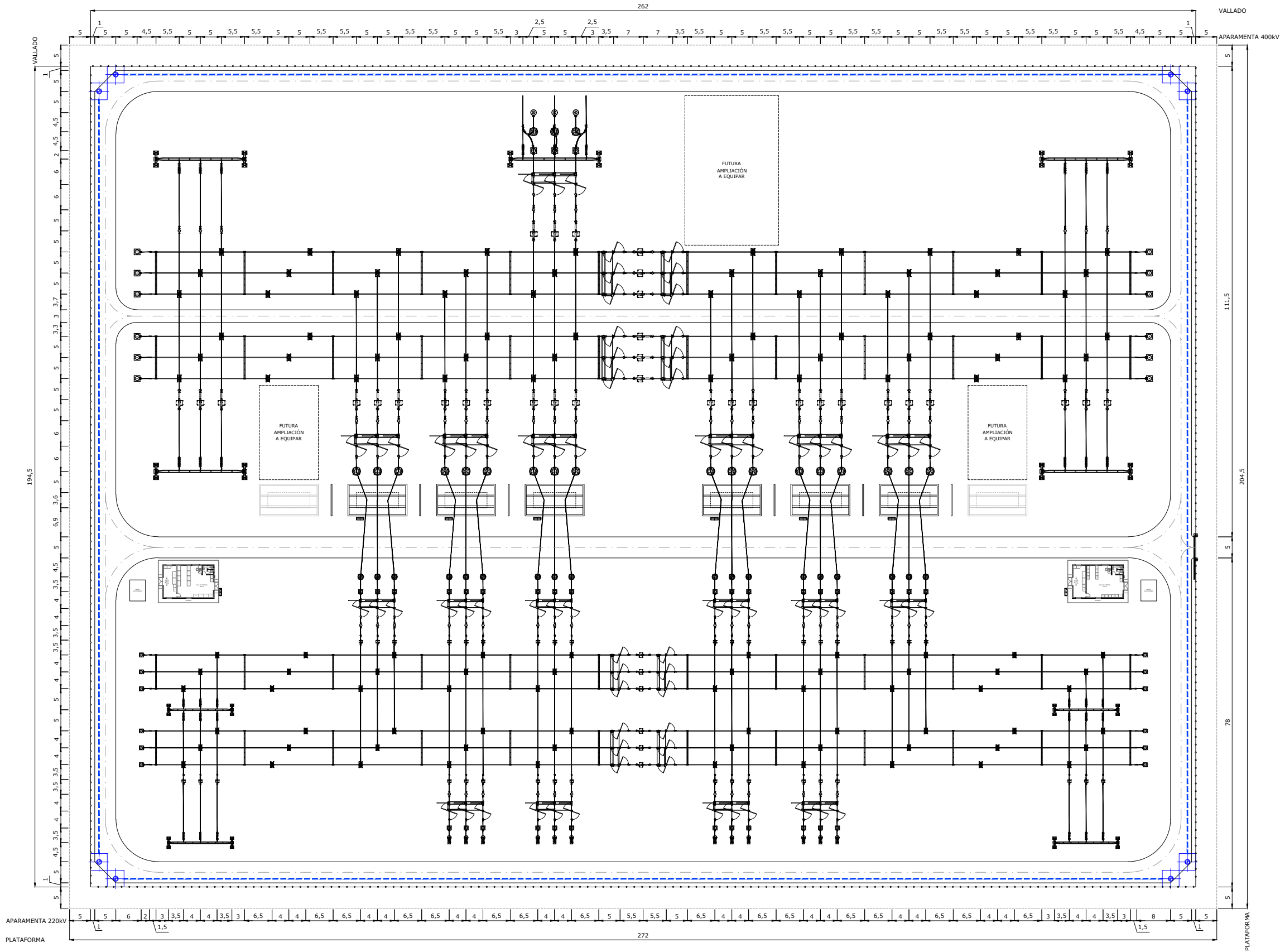
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV	
ALUMBRADO	
SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA	
	CONTACTO:

ingenostrum Executing your decarbonisation vision			
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
DIBUJADO	JRD	11/02/2026	ESCALA
REVISADO	APC	11/02/2026	1/75
APROBADO	PLN	11/02/2026	Nº DE PLANO
	JMO	11/02/2026	IN.202-4A 2/2



LAYOUT GENERAL

Escala: 1/1.000



LEYENDA

	POSTECILLOS DETECCIÓN DE PRESENCIA
	HAZ PERIMETRAL SISTEMA ANTIINTRUSOS

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	MFT	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
3A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
4A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
ENLACE 400/220 kV

SEGURIDAD Y VIDEO VIGILANCIA

SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA

CONTACTO:

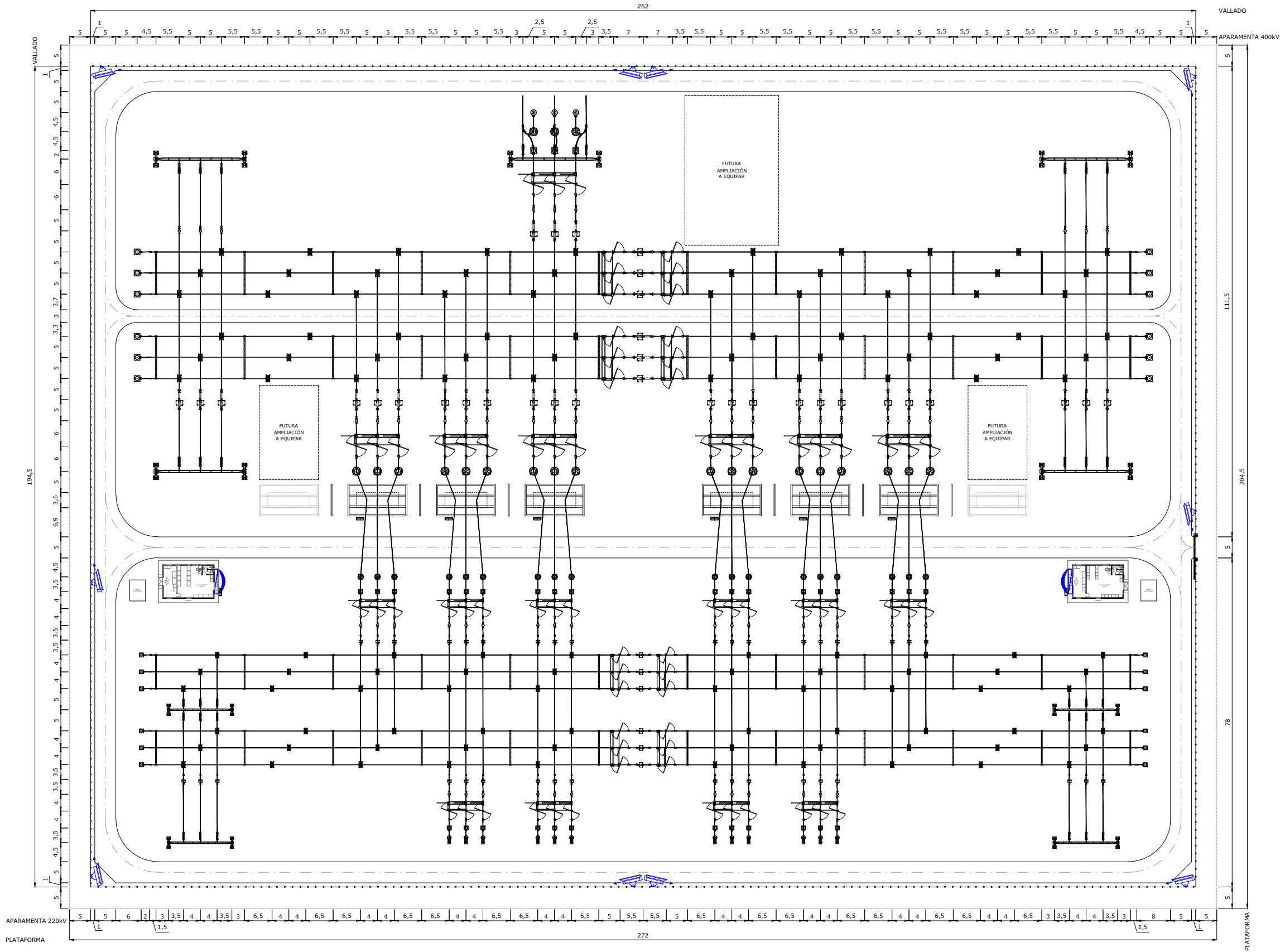


	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JRD	11/02/2026	
DIBUJADO	APC	11/02/2026	ESCALA
REVISADO	PLN	11/02/2026	1/1.000
APROBADO	JMO	11/02/2026	Nº DE PLANO
			IN.203-4A 1/3



LAYOUT GENERAL

Escala: 1/1.000



LEYENDA



SIRENA DE SEGURIDAD ANTI-INTRUSIÓN



CÁMARA BULLET IP CON IR. EXTERIOR

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	MFT	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
3A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
4A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
ENLACE 400/220 kV

SEGURIDAD Y VIDEO VIGILANCIA

SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA

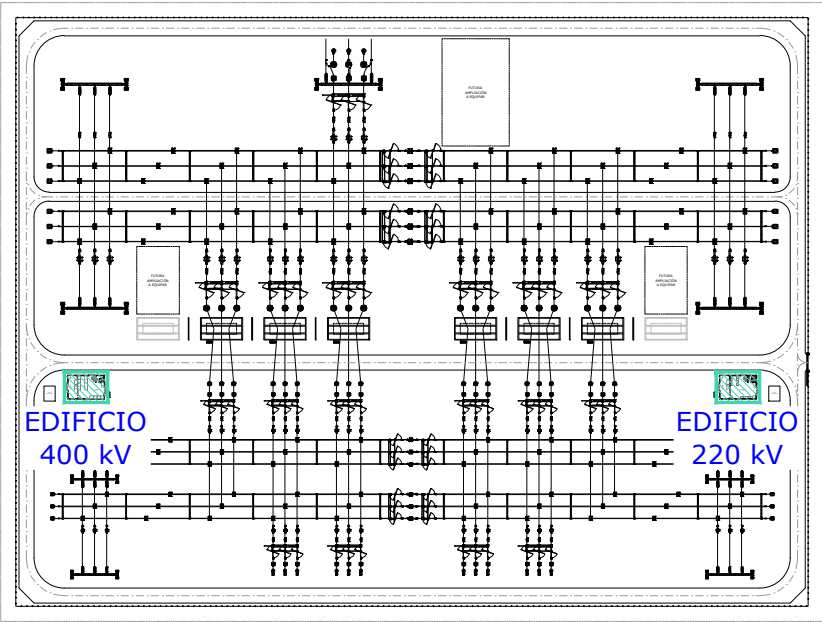
CONTACTO:



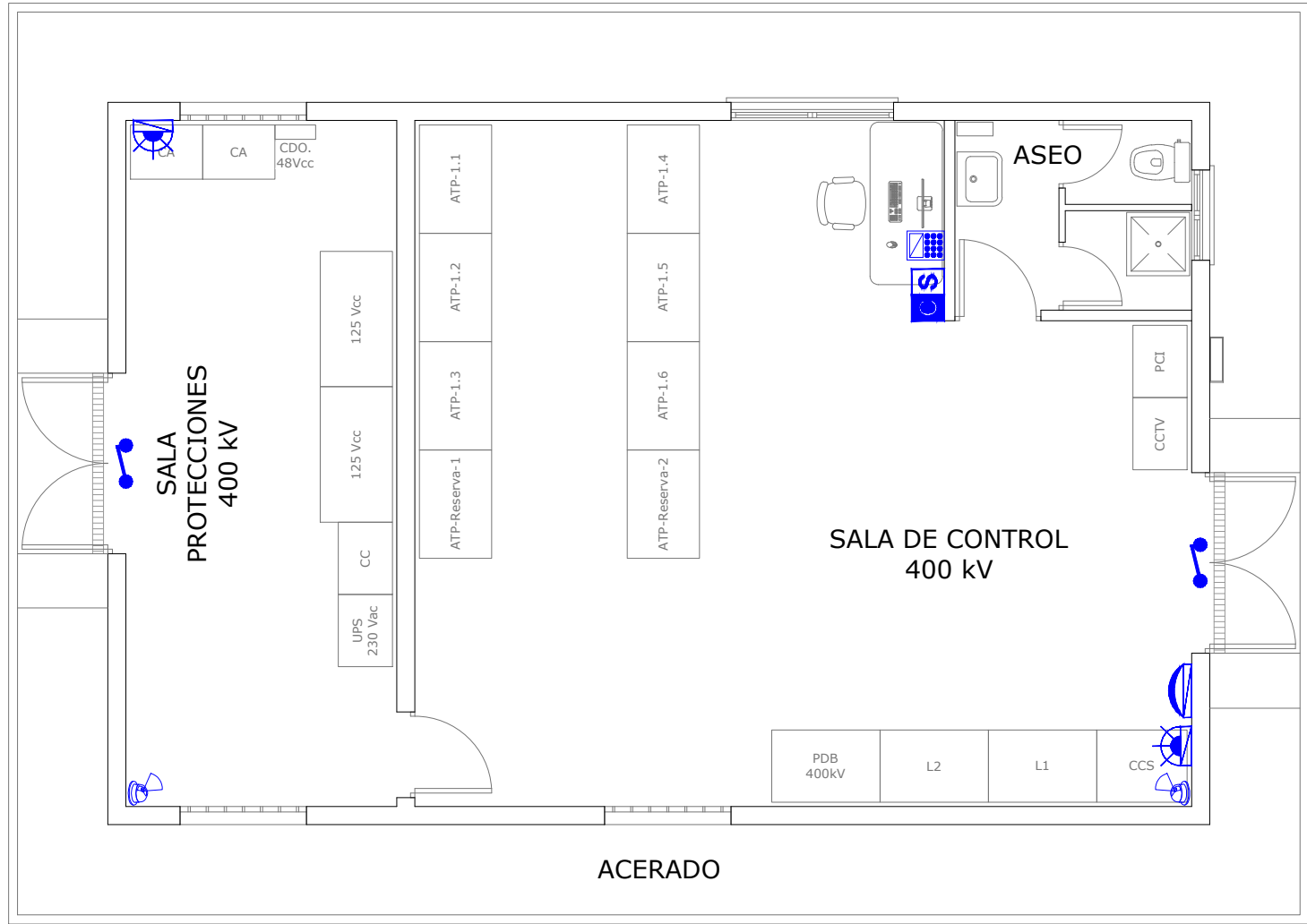
	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JRD	11/02/2026	ESCALA 1/1.000
DIBUJADO	APC	11/02/2026	
REVISADO	PLN	11/02/2026	Nº DE PLANO IN.203-4A 2/3
APROBADO	JMO	11/02/2026	



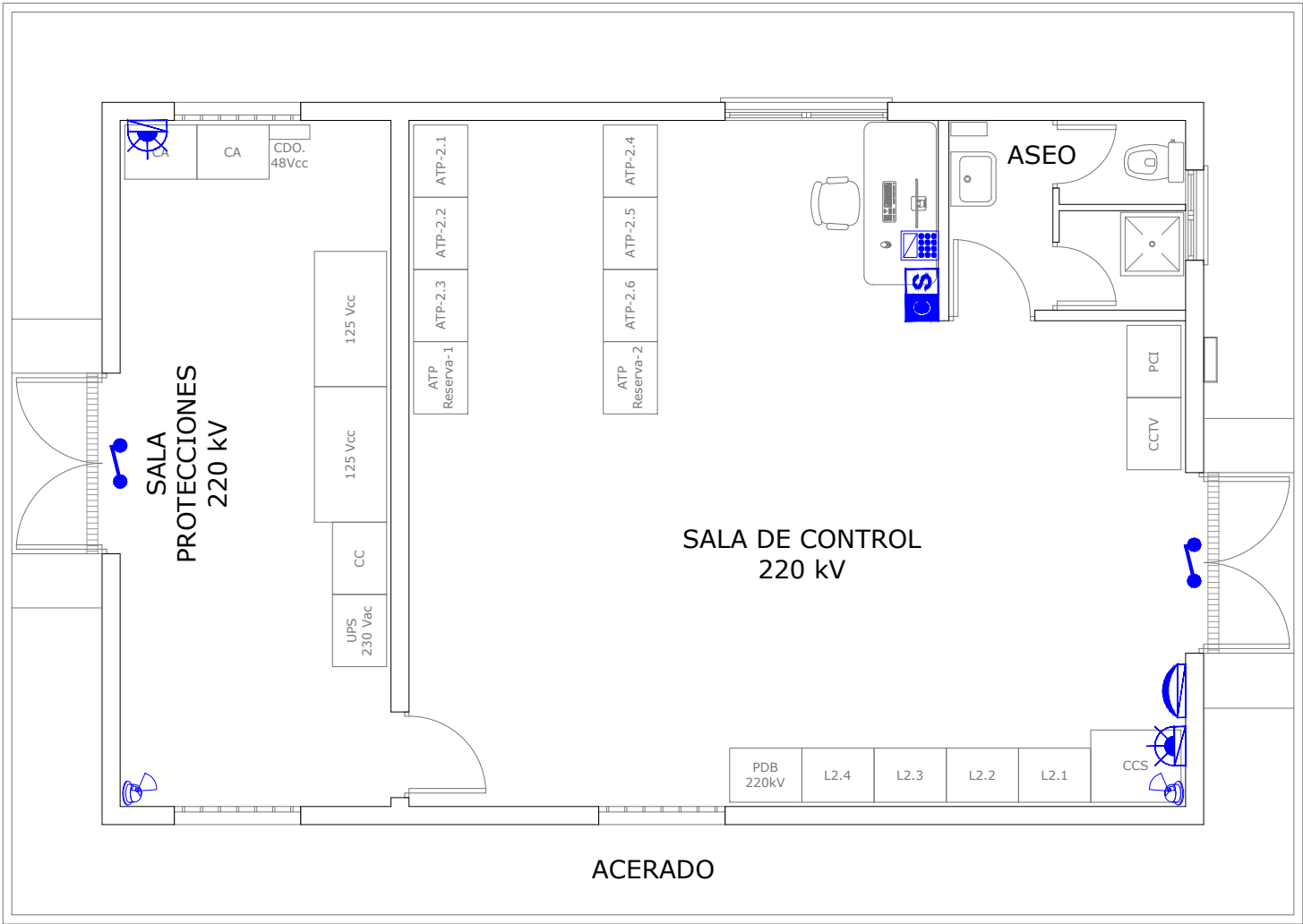
Layout General
Escala: 1/2.500



LEYENDA	
	SIRENA DE SEGURIDAD ANTI-INTRUSIÓN
	CÁMARA DOMO IP CON IR. RESOLUCIÓN 5MP
	CENTRAL DE SEGURIDAD ANTI-INTRUSIÓN
	DETECTOR VOLUMÉTRICO E INFRARROJO
	TECLADO DE SEGURIDAD ANTI-INTRUSIÓN
	DETECTOR MAGNÉTICO DE PUERTAS



Layout Planta Edificio 400 kV
Escala: 1/75



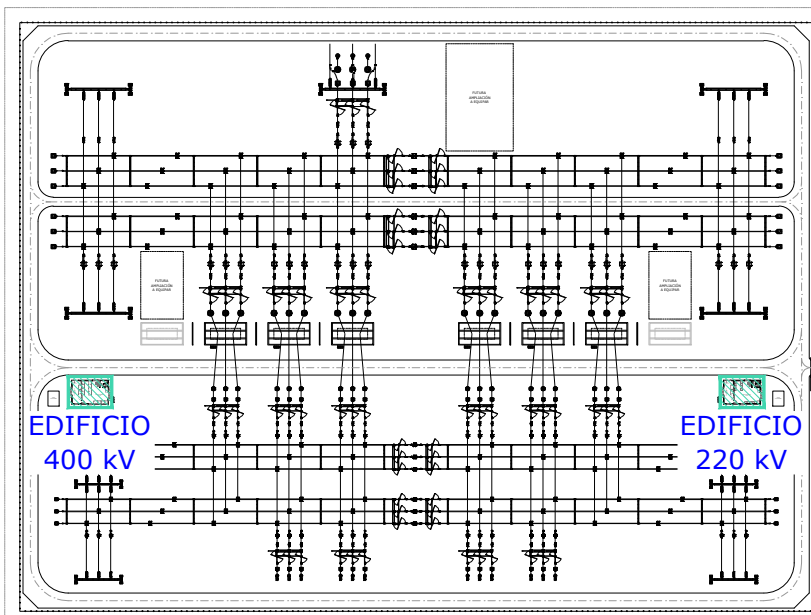
Layout Planta Edificio 220 kV
Escala: 1/75

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	MFT	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
3A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
4A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

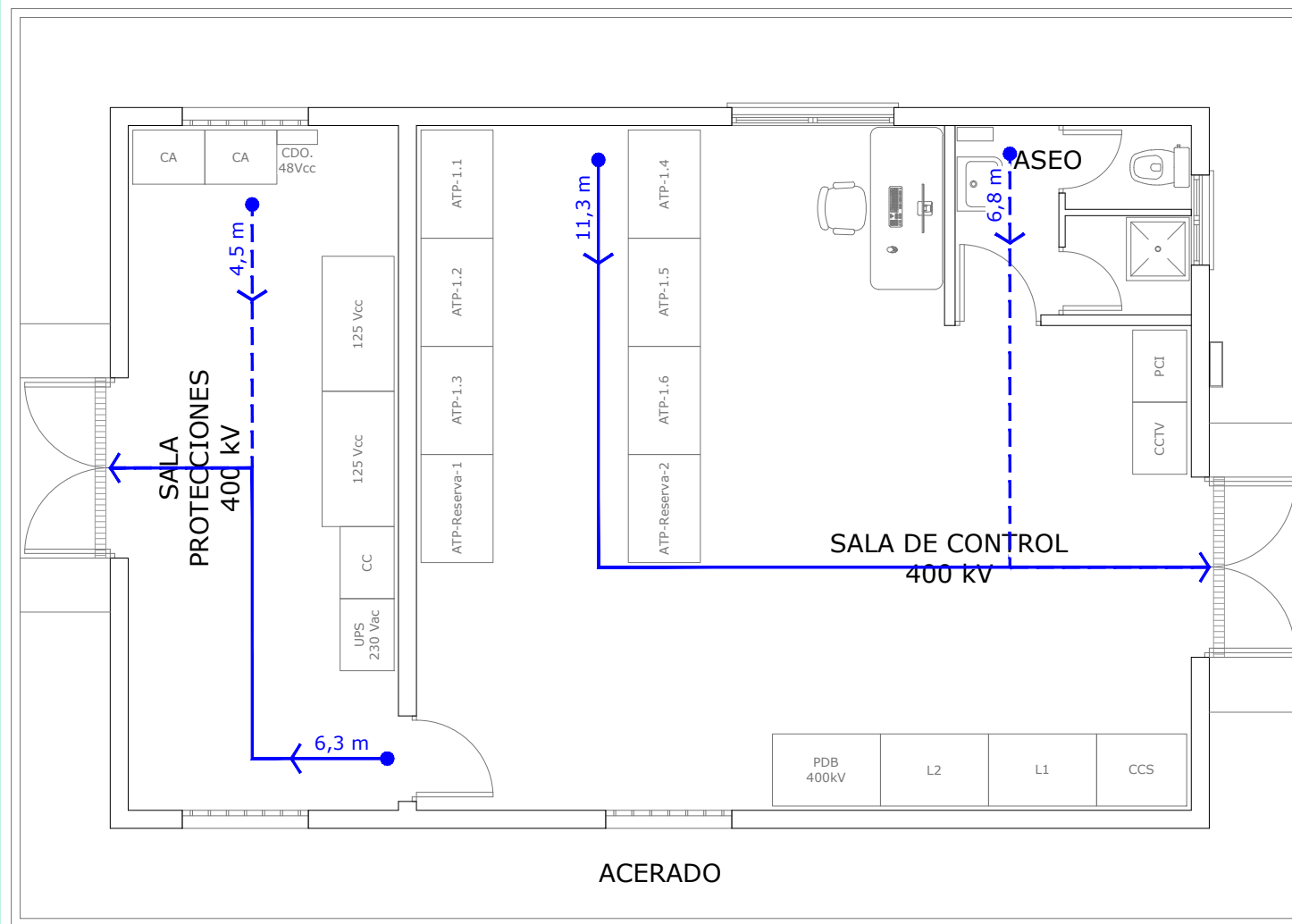
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENLACE 400/220 kV	
SEGURIDAD Y VIDEO VIGILANCIA	
SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA	
	CONTACTO:

ingenostrum Executing your decarbonisation vision			
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
DIBUJADO	JRD	11/02/2026	ESCALA
REVISADO	APC	11/02/2026	1/75
APROBADO	PLN	11/02/2026	Nº DE PLANO
	JMO	11/02/2026	IN.203-4A 2/3

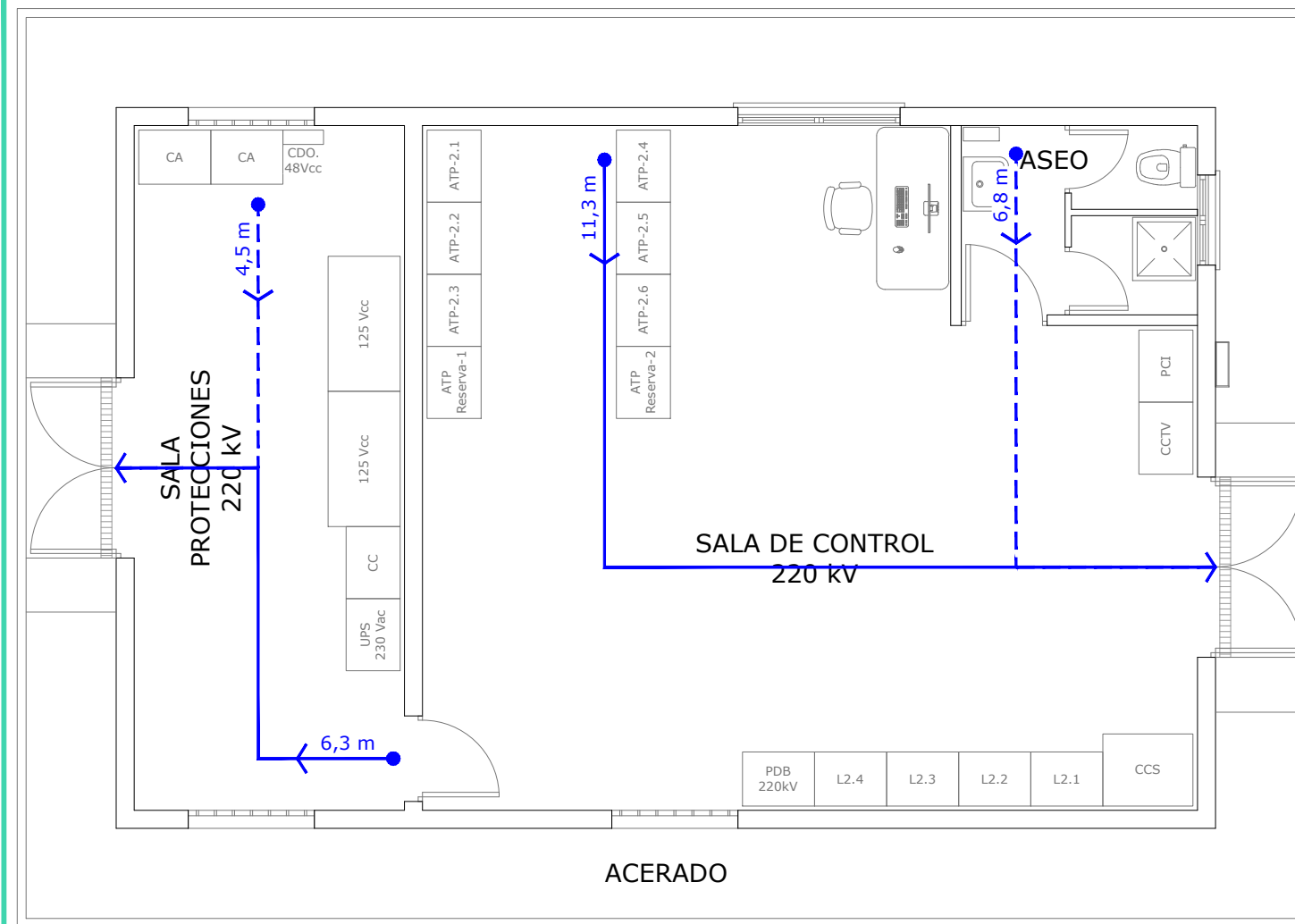


Layout General
Escala: 1/2.500

<u>LEYENDA</u>	
	ORIGEN DE EVACUACIÓN
	RECORRIDO DE EVACUACIÓN PRINCIPAL
	RECORRIDO DE EVACUACIÓN SECUNDARIO



Layout Planta Edificio 400 kV



Layout Planta Edificio 220 kV
Escala: 1/75

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	MFT	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
3A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
4A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

[illegible]

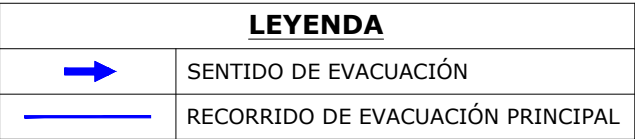
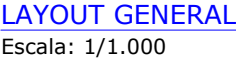
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	
ENLACE 400/220 kV	
LAYOUT ACCESO Y EVACUACIÓN CONTRAINCENDIOS	
SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA	
	CONTACTO:



ingenostrum

Executing your decarbonisation vision

	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO	JRD	11/02/2026	ESCALA 1/75 Nº. DE PLANO IN. 204-4A 1/3
DIBUJADO	APC	11/02/2026	
REVISADO	PLN	11/02/2026	
APROBADO	JMO	11/02/2026	

[illegible]

CONTACTO:

ingenostrum
Executing your **decarbonisation** vision

	NOMBRE	FECHA
PROYECTADO	JRD	11/02/2026
DIBUJADO	APC	11/02/2026
REVISADO	PLN	11/02/2026
APROBADO	JMO	11/02/2026

TIPO A3

ESCALA
1/1.000

Nº DE PLANO
IN.204-4A 2



LAYOUT GENERAL

Escala: 1/1.000

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JRD	APC	PLN	JMO
1A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	MFT	PLN	JMO
2A	MODIFICACIÓN GENERAL	JRD	APC	PLN	JMO
3A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO
4A	MODIFICACION POR COMENTARIOS	JRD	APC	PLN	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
ENLACE 400/220 kV

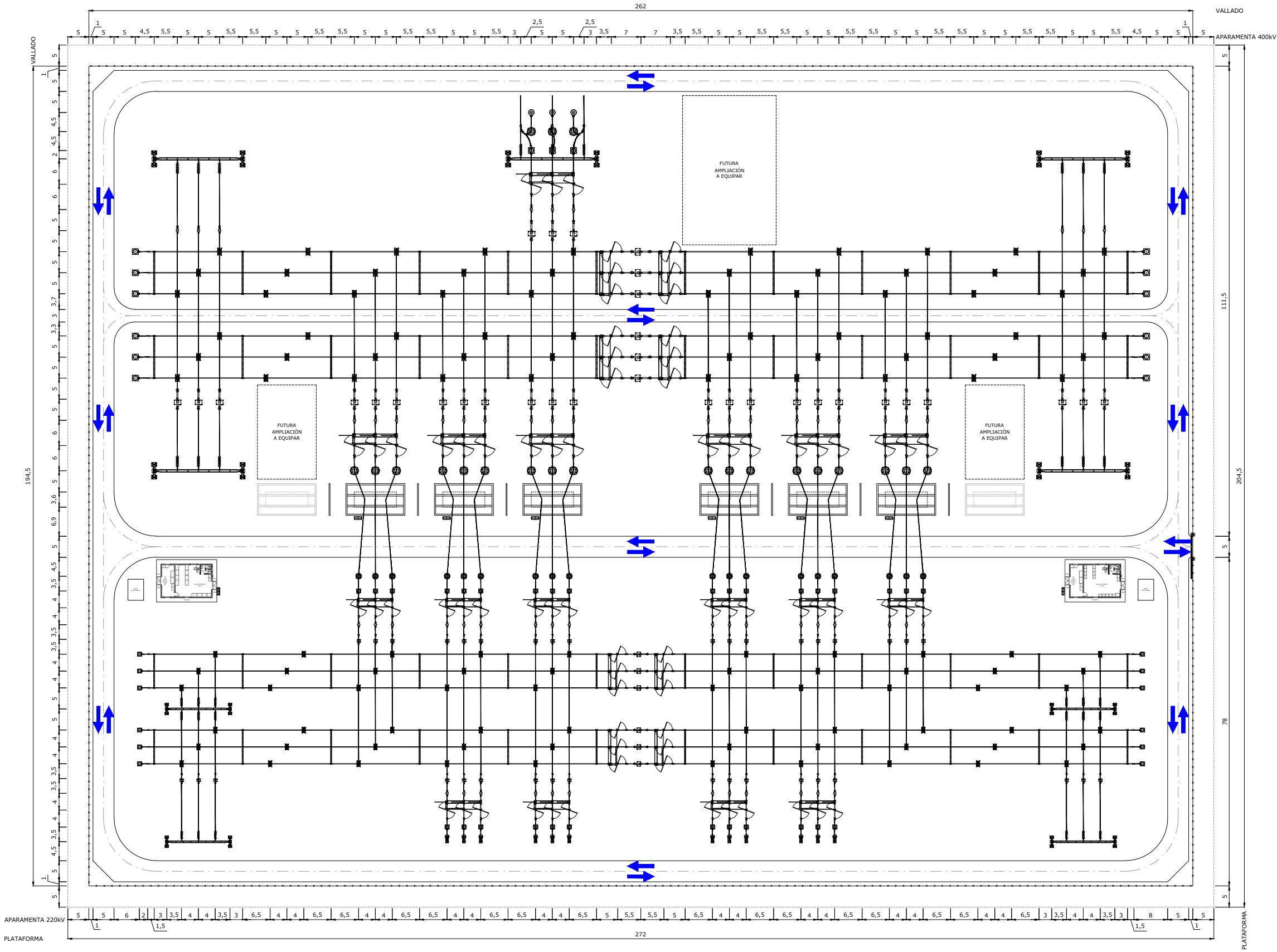
LAYOUT ACCESO Y EVACUACIÓN CONTRAINCENDIOS

SITUACIÓN: BADAJOZ, EXTREMADURA, ESPAÑA

CONTACTO:

ingenostrum
Executing your decarbonisation vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
DIBUJADO	JRD	11/02/2026	ESCALA
REVISADO	APC	11/02/2026	1/1.000
APROBADO	PLN	11/02/2026	Nº DE PLANO
	JMO	11/02/2026	IN.204-4A 3/3



LEYENDA

 VÍAS DE ACCESO A SET

Avd. de la Constitución, 34 1º I
41001 Sevilla, España
+34 955 265 260

Avenida de España 18, 2 C
10003 Cáceres, España
+36 955 265 260

Paseo de la Castellana, 52
28046 Madrid, España
+34 955 265 260

Cra 12 #79-50 Ofi 701
Bogotá, Colombia
+57-1 322 99 14

WWW.INGENOSTRUM.COM

The background of the entire page is a photograph of a large-scale solar farm. In the foreground, rows of solar panels are visible, reflecting the bright light. In the distance, a range of mountains is silhouetted against a clear sky. A large, semi-transparent teal circle is positioned in the upper left quadrant, serving as a backdrop for the company logo.

ingenostrum.

Executing your renewable vision