

# PLAN DE INTERÉS GENERAL DE ARAGÓN - PIGA

Proyecto:

## ACS DC LA PUEBLA

TOMO II.

Libro D. Proyectos de Infraestructuras Externas

- I. Proyecto de Infraestructuras Eléctricas
3. Proyecto de Subestación Remota 400/220 kV

DOCUMENTO PARA APROBACIÓN INICIAL

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

T02-P0D130

Septiembre 2025

PIGA	Tomo nº	Libro nº	Documento nº	Documentos
<b>Contenido Documental del PIGA</b>				
PIGA Plan	Tomo I	Memoria justificativa del PIGA		
			1	Memoria
	Tomo II	Documentación Técnica de las Áreas de Actuación		
		LIBRO A. Documentación Urbanística: Ordenación		
		A	I	Planeamiento de interés general
			1	Documentación Escrita
			1.1	Memoria Justificativa
			1.2	Anexos a la memoria
			2	Documentación Gráfica
			2.1	Planos de Información
			2.2	Planos de Ordenación
		LIBRO B. Documentación Urbanística: Proyecto de Urbanización y Reparcelación		
		B	I	Proyecto de Urbanización Exterior
			1	Memoria
			2	Anexos de la memoria
			3	Planos
			4	Presupuesto
			5	Anejos al documento
			II	Proyecto Específico de Infraestructuras de aguas
			1	Memoria
			2	Anexos de la memoria
			3	Planos
		B	4	Presupuesto
			III	Proyecto de Infraestructura de Fibra
			1	Memoria
			2	Planos
			3	Presupuesto
			IV	Proyecto de Reparcelación/Expropiación
			1	Memoria
			2	Planos
			3	Anexos
		LIBRO C. Proyectos de Edificación y Urbanización Interior		
		C	I	Proyecto de Edificación, Urbanización Interior y Zonas Verdes
			1	Memoria
			2	Anexos de memoria
			3	Planos
			4	Presupuesto
		LIBRO D. Proyectos de Infraestructuras Externas		
		D	I	Proyecto de Infraestructuras Eléctricas
			1	Proyecto de Líneas de AT 400
			2	Proyecto de Líneas de AT 200
			3	Proyecto de Subestación Remota 400/220 kV
			4	Proyecto de Subestación CD Campus 220/30 kV
		LIBRO E. Documentación Ambiental		
		E	I	Documentación Ambiental
			1	Estudio de Impacto Ambiental Ordinario del Campus Centro de Datos
			2	Autorización Ambiental Integrada AAI
			3	Estudio de Impacto Ambiental de Infraestructura Eléctrica línea 200
			4	Estudio de Impacto Ambiental de Infraestructura Eléctrica línea 400
			5	Estudio de Impacto Ambiental Urbanización
	Tomo III	Plan de Etapas		
			1	Memoria
	Tomo IV	Informe Sostenibilidad Económica y Estudio Económico Financiero		
			1	Memoria
	Tomo V	Documento Ambiental-Evaluación Ambiental Estratégica		
			1	Memoria
			2	Anexos
			3	Planos
	Tomo VI	Convenio Interadministrativo		
			1	Memoria
			2	Anexos



**TOMO II. Libro D Proyecto de infraestructuras externas****I Proyecto de infraestructuras eléctricas****3. Proyecto de Subestación Remota 400/220 KV****INDICE**

P1SEE00-SN-ELME-00-700000	Memoria Descriptiva
P1SEE00-SN-ELAN-00-700001	Anexo I - Cálculo de conductores y embarrados
P1SEE00-SN-ELAN-00-700002	Anexo II - Coordinación de aislamiento
P1SEE00-SN-ELAN-00-700003	Anexo III - Red inferior de puesta a tierra
P1SEE00-SN-CSDW-00-710000	Presupuesto
P1SEE00-SN-ELDW-00-720000	Portada Planos
P1SEE00-SN-ELME-00-730000	Pliego de prescripciones técnicas
P1SEE00-SN-SSHS-00-740000	Estudio de Seguridad y Salud
P1SEE00-SN-GREA-00-750000	Gestión de Residuos
P1SEE00-SN-ELST-00-760000	Estudio de campos magnéticos
P1SEE00-SN-URME-00-770000	Relación de Bienes y Derechos Afectados
P1SEE00-SN-URME-00-780000	Separata de Villamayor de Gállego



# PLAN DE INTERÉS GENERAL DE ARAGÓN - PIGA

Proyecto:

## ACS DC LA PUEBLA

TOMO II.

Libro D. Proyectos de Infraestructuras Externas

- I. Proyecto de Infraestructuras Eléctricas
3. Memoria Descriptiva

DOCUMENTO PARA APROBACIÓN INICIAL

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

P1SE00-SN-ELME-00-700000

Septiembre 2025

## Índice de contenidos

1.	Generalidades .....	1
1.1	Antecedentes .....	1
1.2	Objeto.....	1
1.3	Promotor y titular .....	2
2.	Normativa .....	3
2.1	General .....	3
2.2	Electricidad.....	3
2.3	Obra civil y estructura .....	4
2.4	Seguridad y salud.....	5
2.5	Impacto ambiental y contaminación atmosférica .....	6
2.6	Otras .....	6
3.	Descripción general del proyecto .....	7
3.1	Emplazamiento.....	7
3.2	Acceso .....	7
3.3	Organismos afectados.....	7
3.3.1	Afección Ayuntamiento de Villamayor de Gállego.....	8
4.	Descripción de la subestación proyectada .....	9
4.1	Datos básicos de diseño .....	9
4.2	Nivel de 400 kV (Intemperie) .....	9
4.3	Nivel de 220 kV (Intemperie) .....	11
4.4	Nivel de 30 kV (CIMT) .....	11
4.5	Sistema de 400 kV .....	11
4.5.1	Pararrayos.....	11
4.5.2	Transformadores de tensión en línea 400 kV .....	12
4.5.3	Transformadores de tensión de barras .....	12
4.5.4	Seccionador de línea con puesta a tierra.....	13
4.5.5	Transformadores de intensidad .....	13
4.5.6	Interruptor automático .....	14
4.5.7	Seccionadores sin puesta a tierra.....	14
4.5.8	Seccionadores pantógrafos .....	15
4.5.9	Transformador de potencia 400/220/30 kV .....	15
4.5.10	Transformador de servicios auxiliares.....	16
4.5.11	Aisladores soporte.....	17
4.5.12	Conexiones entre aparatos.....	17
4.5.13	Embarrado.....	17
4.6	Sistema de 220 kV .....	18
4.6.1	Pararrayos.....	18
4.6.2	Transformadores de tensión .....	18
4.6.3	Seccionador de línea con puesta a tierra.....	18
4.6.4	Seccionadores sin puesta a tierra.....	19
4.6.5	Interruptor automático .....	19
4.6.6	Transformadores de intensidad .....	20
4.6.7	Reactancia .....	21
4.7	Sistema de 30 kV .....	21
4.7.1	Cabinas de 30 kV .....	21
4.8	Sistemas auxiliares.....	22
4.8.1	Corriente alterna.....	22

4.8.2	Grupo electrógeno.....	22
4.8.3	Corriente continua .....	23
4.8.4	Cuadros de servicios auxiliares .....	23
4.8.5	Canalizaciones eléctricas empleadas.....	23
4.8.6	Instalación de alumbrado exterior.....	24
4.8.7	Instalación de alumbrado de emergencia .....	24
4.8.8	Tomas de corriente.....	24
4.8.9	Ventilación y aire acondicionado.....	24
4.8.10	Sistemas de protección (incendios e intrusos).....	24
4.9	Control y protección.....	25
4.9.1	Funciones de protección .....	26
4.9.2	Telecontrol.....	28
4.9.3	Equipos de comunicaciones .....	28
4.10	Campos electromagnéticos .....	29
5.	Obra civil .....	30
5.1	Parque intemperie .....	30
5.1.1	Acopios de materiales .....	30
5.1.2	Desbroce.....	30
5.1.3	Explanación y nivelación del terreno .....	30
5.1.4	Relleno con aportaciones .....	30
5.1.5	Drenajes.....	30
5.1.6	Canalización para la contención de derrames .....	31
5.1.7	Canalizaciones eléctricas .....	31
5.1.8	Accesos y cerramientos .....	31
5.1.9	Alumbrado exterior y viales .....	32
5.1.10	Terminación superficial .....	32
5.1.11	Cimentaciones aparatos .....	32
5.1.12	Bancada de transformadores y depósito de aceite .....	33
5.2	Criterios de diseño del edificio .....	33
5.2.1	Características constructivas.....	34
5.3	Red de tierras.....	35
5.3.1	Red de tierras inferiores .....	35
5.3.2	Red de tierras superiores .....	36
5.4	Montaje electromecánico.....	36
5.4.1	Estructura metálica.....	36
5.4.2	Cajas de centralización .....	37
6.	Descripción de los servicios existentes y afecciones a terceros .....	38
6.1	Separatas para administraciones públicas y organismos .....	38
7.	Plazo de ejecución .....	39
8.	Conclusiones .....	40

## Índice de figuras

Figura 1. Cronograma.....	39
---------------------------	----

## Índice de tablas

Tabla 1. Parcelas Catastrales Subestación.....	7
Tabla 2. Vértices del vallado de la Subestación “REMOTA” 400/220kV.....	7
Tabla 3. Parcelas afectadas.....	8
Tabla 4. Niveles de tensión .....	9

# 1. Generalidades

## 1.1 Antecedentes

Mediante Acuerdo del Gobierno de Aragón, en sesión celebrada el día 27 de junio de 2025 y publicado en Boletín Oficial de Aragón ("BOA") por Orden PEJ/865/2025, de 10 de julio, numero 140, el 23 de julio de 2025, se declaró como inversión de interés autonómico con interés general de Aragón el proyecto de instalación de un Centro de Datos en el término municipal de La Puebla de Alfindén (Zaragoza), promovido por la entidad **ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L.**

Posteriormente, mediante Acuerdo del Gobierno de Aragón de fecha 23 de julio de 2025, se determinó la relación individualizada de bienes y derechos afectados por el proyecto declarado como inversión de interés autonómico, con interés general de Aragón, de instalación de un Centro de Datos en el término municipal de La Puebla de Alfindén (Zaragoza), promovido por **ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.**, y se declaró la urgente ocupación de tales bienes y derechos, en los términos previstos en el apartado 5 del artículo 7 bis del Decreto Ley 1/2008, de 30 de octubre, del Gobierno de Aragón, de medidas administrativas urgentes para facilitar la actividad económica en Aragón.

La declaración como inversión de interés general autonómico con interés general de Aragón, tal y como se establece en el artículo 35 del Decreto Legislativo 2/2015, de 17 de noviembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Ordenación del Territorio de Aragón (TRLOTA), es imprescindible para la posterior aprobación de un Proyecto de Interés General de Aragón (PIGA).

El presente Proyecto de Infraestructuras Eléctrica, como documento integrante del PIGA Centro de Datos La Puebla de Alfindén, tiene por objeto describir las subestaciones eléctricas y las líneas de alta tensión para alimentar un nuevo campus de centro de procesamiento de datos ubicado en el término municipal La Puebla de Alfindén.

## 1.2 Objeto

El objeto de este documento es presentar y describir el Proyecto Técnico Administrativo de la subestación eléctrica denominada "SET Remota 400/220 kV" desarrollado por ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L como empresa promotora, ante la Administración competente con objeto de obtener la autorización administrativa previa.

La entidad mercantil ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L., pretende desarrollar la implantación de un centro de datos de 150 MW de consumo eléctrico (100 MW potencia IT), ampliable a 300 MW en una fase posterior, en el término municipal de La Puebla de Alfindén (Zaragoza), diseñado para satisfacer la demanda del mercado de salas de colocación y data hall privado.

El punto de suministro desde la red de transporte para abastecer el consumo eléctrico del Centro de Datos se realizará en la subestación (SE) de Peñaflo 400/220 kV propiedad de Red Eléctrica de España (REE), ubicada en el término municipal de Villamayor de Gállego (Zaragoza)

Considerando la potencia nominal requerida para el Centro de Datos, la "SET Remota 400/220 kV" contará con dos transformadores de potencia de 300 MVA cada uno. Ambas posiciones de transformador corresponderán a la salida de la línea soterrada hacia la SET CD Campus 220/30 kV.

Además, la subestación contará con una posición de línea que corresponde a la entrada de la línea soterrada de alta tensión (400 kV) que llega desde la SE de Peñaflo 400/220 kV.

## 1.3 Promotor y titular

La promotora del proyecto es la entidad mercantil **ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L.**, con domicilio en Madrid, Avenida Camino de Santiago número 50, y provista de Código de Identificación Fiscal número B-72596547.

El capital social de la entidad mercantil “**ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.**” es 75% de titularidad de **ACS DIGITAL INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT, S.L.**, compañía perteneciente al Grupo ACS, y 21,25% de titularidad de la sociedad **BENBROS ENERGY, S.L.**, 2,5% **LAZARUS CAPITAL, S.L.U.**, y 1,25% **IBERIAN FIELDS INVERSIONES, S.L.U.**

## 2. Normativa

Para la elaboración del presente proyecto se han tenido en cuenta los Reglamentos, Normas e Instrucciones Técnicas siguientes en su edición vigente:

### 2.1 General

- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión, publicado en BOE número 222 de 13 de septiembre de 2008.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, publicado en BOE número 303 de 17 de diciembre de 2004.
- Real Decreto 349/2003, de 21 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos, publicado en BOE número 82 de 5 de abril de 2003.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, publicado en BOE número 148 de 21 de junio de 2001.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, publicada en BOE número 296, de 11 de diciembre de 2013.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, publicado en BOE número 97 de 23 de abril de 1997.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.

### 2.2 Electricidad

- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifica distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- Real Decreto 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.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23, publicado en BOE número 139 de 9 de junio de 2014.

- Real Decreto 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 ITC-LAT 01 a 09, publicado en BOE 68 de 19 de marzo de 2008.
- Real Decreto 1110/07, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico, publicado en BOE número 224 de 18 de septiembre de 2007.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51, publicado en BOE número 224 de 18 de septiembre de 2002.
- Guía Técnica de Aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, editada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, publicada en BOE número 310, de 27 de diciembre de 2013.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión).
- Real Decreto 1075/1986, de 2 de mayo, por el que se establecen normas sobre las condiciones de los suministros de energía eléctrica y la calidad de este servicio, publicado en BOE número 135 de 6 de junio de 1986.
- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, publicado en BOE número 234, de 29 de septiembre de 2001.
- Resolución de 19 de junio de 1984, de la Dirección General de la Energía, por la que se establecen normas de ventilación y acceso de ciertos centros de transformación, publicada en BOE número 152 de 26 de junio de 1984.
- Normas particulares y Condicionado Técnico de las Compañías Eléctricas suministradoras.

## 2.3 Obra civil y estructura

- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de Edificación, publicado en BOE número 74 de 28 de marzo de 2006.
- Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico “DB-HR Protección frente al ruido” del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, publicado en BOE número 254 de 23 de octubre de 2007.
- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3); Orden de 2 de julio de 1976 por la que se confiere efecto legal a la publicación del Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales, publicada en BOE número 162 de 7 de julio de 1976.
- Orden FOM/475/2002, de 13 de febrero, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y



puentes relativos a hormigones y aceros, publicada en BOE número 56 de 6 de marzo de 2002.

- Orden FOM/1382/2002, de 16 de mayo, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes relativos a la construcción de explanaciones, drenajes y cimentaciones, publicada en BOE número 139 de 11 de junio de 2002.
- Orden FOM/891/2004, de 1 de marzo, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a firmes y pavimentos, publicada en BOE número 83 de 6 de abril de 2004.
- Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos, publicada en BOE número 3 de 3 de enero de 2015 y sus modificaciones.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, publicado en BOE número 256 de 25 de octubre de 1997.

## 2.4 Seguridad y salud

- Ley 31/95, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/97. Reglamento de los servicios de Prevención.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- 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.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura.
- Ley 50/98. Modificación de la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- 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.
- Real Decreto 130/2017, de 24 de febrero, por el que se aprueba el reglamento de explosivos.
- Ley 16/1987, de 30 de julio, de Ordenación de los Transportes Terrestres.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

- Real Decreto 773/97. Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 488/97. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 487/97. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 486/97. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/97. Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo, por la que se aprueba la norma 8.1-IC señalización vertical de la Instrucción de Carreteras.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y sus modificaciones posteriores.
- Estatuto de los trabajadores.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Código de circulación.
- Demás disposiciones oficiales relativas a la Seguridad, Higiene y Medicina del Trabajo, que puedan afectar a los trabajos que se realicen en la obra.

## **2.5 Impacto ambiental y contaminación atmosférica**

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
- Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.

## **2.6 Otras**

- Ordenanzas Municipales en vigor.
- Cualquier disposición de nueva aparición que pueda complementar y/o modificar las anteriores.

## 3. Descripción general del proyecto

### 3.1 Emplazamiento

La subestación “Remota” se encuentra ubicada en el término municipal de Villamayor de Gállego (Zaragoza), en las siguientes parcelas:

REF. CATASTRAL	POLÍGONO	PARCELA	SUBPARCELA
50306A03000133	30	133	AH
50306A03000133	30	133	AJ
50306A03000133	30	133	AV
50306A03000133	30	133	AW
50306A03000133	30	133	BA

**Tabla 1. Parcelas Catastrales Subestación.**

Las coordenadas de los vértices del vallado de la Subestación “REMOTA” son las que se muestran en la tabla siguiente, dadas en sistema UTM ETR89 (Huso 30):

PUNTO	COORDENADA XUTM	COORDENADA YUTM
S1	687.435,58	4.621.573,47
S2	687.598,46	4.621.637,47
S3	687.635,25	4.621.543,83
S4	687.472,37	4.621.479,83

**Tabla 2. Vértices del vallado de la Subestación “REMOTA” 400/220kV**

La subestación ocupará aproximadamente 17.606,75 m<sup>2</sup>.

### 3.2 Acceso

El acceso a la subestación se realizará mediante un camino de nueva construcción con origen en el final de un camino existente de referencia catastral 50306A03009004 (Villamayor de Gállego), discurriendo a través de la parcela de referencia catastral 50306A03000133, en el término municipal de Villamayor de Gállego.

La localización queda reflejada en el documento “P1SEE00-SN-ELDW-00-720002 - Emplazamiento”.

### 3.3 Organismos afectados

Los siguientes organismos pueden verse afectados de alguna manera por las actividades descritas en el presente Proyecto:

- Ayuntamiento de Villamayor de Gállego.

### 3.3.1 Afección Ayuntamiento de Villamayor de Gállego

La afección sobre el municipio de Villamayor de Gállego consistirá en la construcción de la Subestación “REMOTA”, el acceso a la misma y en las instalaciones de unión mediante zanjas con la Subestación “SET CD CAMPUS 220/30 kV”. A continuación, se describen las parcelas afectadas:

REF. CATASTRAL	POLÍGONO	PARCELA	SUBPARCELA	ELEMENTO
50306A03000133	30	133	AE	ACCESO
50306A03000133	30	133	AF	ACCESO
50306A03000133	30	133	AG	ACCESO
50306A03000133	30	133	AH	SET REMOTA
50306A03000133	30	133	AJ	SET REMOTA
50306A03000133	30	133	AV	SET REMOTA
50306A03000133	30	133	AW	SET REMOTA
50306A03000133	30	133	BA	ACCESO Y SET REMOTA

**Tabla 3. Parcelas afectadas.**

## 4. Descripción de la subestación proyectada

La nueva Subestación “REMOTA”, consta de un parque de intemperie de 220 kV formado por dos (2) posiciones de línea subterránea y dos (2) posiciones de transformador en configuración de doble barra y un parque de intemperie de 400 kV formado por dos (2) posiciones de línea subterránea, ocupando una superficie rectangular de dimensiones máx. 170×100,605 m.

Los sistemas de control y protección y servicios auxiliares se encuentran localizados en el interior del edificio de control.

### 4.1 Datos básicos de diseño

La aparamenta a instalar cumplirá con los siguientes valores mínimos para los niveles de tensión aplicables en la instalación.

Nivel de tensión	400 kV	220 kV
Tensión nominal (kV ef.)	400	220
Tensión más elevada para el material (kV ef.)	420	245
Frecuencia nominal (Hz)	50	50
Tensión soportada impulso tipo rayo (kV cresta)	1575	1050
Tensión soportada 1 min. 50 Hz (kV)	1425	460
Intensidad de cortocircuito, 1 segundo (kA)	50	40

Tabla 4. Niveles de tensión

### 4.2 Nivel de 400 kV (Intemperie)

#### Posición de línea subterránea SET PEÑAFLORES 400 kV Línea 1

Una posición de línea, con los siguientes elementos:

- Un juego de tres pararrayos de línea con botella terminal.
- Un juego de tres transformadores de tensión para protección y medida.
- Un seccionador de línea trifásico, con cuchilla de puesta a tierra.
- Tres juegos de tres transformadores de intensidad para protección y medida.
- Seis interruptores automáticos unipolares.
- Dos juegos de tres seccionadores pantógrafos sin cuchillas de puesta a tierra.
- Dos seccionadores de línea trifásico, sin cuchilla de puesta a tierra

#### Posición de línea subterránea SET PEÑAFLORES 400 kV Línea 2

Una posición de línea, con los siguientes elementos:

- Un juego de tres pararrayos de línea con botella terminal.
- Un juego de tres transformadores de tensión para protección y medida.
- Un seccionador de línea trifásico, con cuchilla de puesta a tierra.
- Un juego de tres transformadores de intensidad para protección y medida.
- Tres interruptores automáticos unipolares.
- Dos juegos de tres seccionadores pantógrafos sin cuchillas de puesta a tierra.

### Posiciones de transformador de potencia

Dos posiciones de transformador, cada posición contará con los siguientes elementos:

- Un juego de tres pararrayos.
- Un seccionador de trifásico, sin cuchilla de puesta a tierra.
- Un juego de tres transformadores de intensidad para protección y medida.
- Tres interruptores automáticos unipolares.
- Dos juegos de tres seccionadores pantógrafos sin cuchillas de puesta a tierra.

### Posición barras 400 kV

Una posición de doble barra, con los siguientes elementos:

- Embarrado trifásico tendido, con conductor LA-280.
- Embarrado trifásico con tubo de 120mm.
- Dos juegos de tres transformadores de tensión para protección y medida.

## **4.3 Nivel de 220 kV (Intemperie)**

### Posición de transformador-línea lado 220kV

Dos posiciones de transformador, cada posición contará con los siguientes elementos:

- Un juego de tres pararrayos con botella terminal.
- Un juego de tres pararrayos.
- Un juego de tres transformadores de intensidad para protección y medida.
- Un juego de tres transformadores de tensión para protección y medida.
- Un interruptor automático tripolar.
- Un seccionador trifásico, con cuchilla de puesta a tierra.

### Posición de reactancia

Dos posiciones de reactancia, cada posición contará con los siguientes elementos:

- Un juego de tres pararrayos con botella terminal.
- Un juego de tres pararrayos
- Un juego de tres transformadores de intensidad para protección y medida.
- Un interruptor automático tripolar.

## **4.4 Nivel de 30 kV (CIMT)**

Un embarrado de media tensión, formado por los siguientes elementos:

- Una (1) celda de compensador síncrono.
- Una (1) celda de remonte.
- Una (1) celda de medida para SS.AA.
- Una (1) celda de alimentación de TSA de SS.AA de ca.

## **4.5 Sistema de 400 kV**

Comprende la instalación del equipamiento de maniobra, medida y protección asociado a una nueva llegada de línea de 400 kV.

La selección de estos elementos se realiza conforme a las características propias de la instalación, para la correcta operación tanto en condiciones normales como en situaciones de funcionamiento anormalmente extremas.

La disposición espacial de la aparamenta se realizará de acuerdo con la reglamentación vigente y a otras consideraciones prácticas con objeto de facilitar las operaciones requeridas durante el montaje y mantenimiento.

### **4.5.1 Pararrayos**

Estos elementos protegen a la instalación de averías ocasionadas por sobretensiones de tipo atmosférico originadas en la red.

Los pararrayos seleccionados para esta instalación tienen las siguientes características:

Tipo.....	Óxido de Zinc
Nº de unidades .....	3 juegos de 3 unidades, 9 en total
Tensión nominal pararrayos Ur .....	360 kV
Clase .....	3
Intensidad nominal de descarga (8/20 µs) .....	20 kA
Distancia de fuga mínima.....	≥ 31 mm/kV
Servicio.....	Intemperie

Se instalará un contador de descargas individual para cada una de las autoválvulas.

#### 4.5.2 Transformadores de tensión en línea 400 kV

La función de un transformador de tensión es la de adaptar los valores de la tensión de la instalación a niveles lo suficientemente bajos para ser utilizados por los relés de protección y los aparatos de medida.

Se instalarán tres transformadores de tensión, con un transformador por fase, en la posición de línea SET Peñaflores.

Características generales:

Servicio.....	Intemperie
Nº de unidades .....	3I
Tensión de servicio .....	400 kV
Tensión más elevada para el material .....	420 kV
Relación de transformación .....	$396.000/\sqrt{3}:110/\sqrt{3}-110/\sqrt{3}-110/3$ V
Secundario 1:	
Potencia nominal .....	20 VA
Clase de precisión .....	CI 0,2
Secundario 2:	
Potencia nominal .....	50 VA
Clase de precisión .....	CI 0,5- 3P
Secundario 3:	
Potencia nominal .....	50 VA
Clase de precisión .....	CI 0,5-3P

#### 4.5.3 Transformadores de tensión de barras

La función de un transformador de tensión es la de adaptar los valores del voltaje de la instalación a niveles lo suficientemente bajos para ser captados por los equipos de protección y medida. Se instalarán seis transformadores de tensión, con un transformador por fase

Características generales:

Servicio.....	Continua, Intemperie
Nº de unidades .....	6 en total
Tipo.....	Inductivo
Tensión nominal .....	400 kV
Tensión más elevada para el material .....	420 kV
Relación de transformación .....	$396.000/\sqrt{3}:110/\sqrt{3}-110/\sqrt{3}-110/3$ V
Secundario 1:	
Potencia nominal .....	20 VA
Clase de precisión .....	CI 0,2
Secundario 2:	



Potencia nominal .....	50 VA
Clase de precisión .....	CI 0,5- 3P
Secundario 3:	
Potencia nominal .....	50 VA
Clase de precisión .....	CI 0,5-3P

#### 4.5.4 Seccionador de línea con puesta a tierra

Se instalará un seccionador tripolar con cuchilla de puesta a tierra en la entrada de la línea de 400 kV. Cumplirá la misión de aislar, la instalación de la red efectuando un corte visible además de proporcionar una puesta a tierra para operaciones de mantenimiento sin tensión sobre la subestación colectora.

Características generales:

Construcción .....	Triple columna (central giratoria)
Nº de unidades .....	1
Tensión nominal .....	400 kV
Tensión más elevada para el material .....	420 kV
Intensidad nominal .....	3.150 A
Intensidad máxima de corta duración (valor eficaz) .....	50 kA
Accionamiento cuchillas principales .....	Mando motorizado 125 Vcc
Cuchillas .....	Si
Accionamiento cuchillas de tierra .....	Mando manual
Altitud .....	< 1.000 m.s.n.m.

#### 4.5.5 Transformadores de intensidad

La función de un transformador de intensidad es la de adaptar los valores de intensidad que circula por la instalación a niveles lo suficientemente bajos para ser captados por los equipos de protección y medida.

Se instalarán 5 juegos de tres transformadores de intensidad, con un transformador por fase, tanto en las posiciones de líneas como en la posición de transformador.

Servicio .....	Intemperie
Nº de unidades .....	5 juegos de 3 unidades, 15 en total
Tensión nominal .....	400 kV
Tensión más elevada para el material .....	420 kV

##### Transformadores de intensidad posición de transformador

Relación de transf. ....	600-1200 / 5-5-5-5 A
Secundario 1:	
Potencia nominal .....	10 VA
Clase de precisión .....	CI 0,2
Secundario 2:	
Potencia nominal .....	50 VA
Clase de precisión .....	CI 0,5- 5P20
Secundario 3:	
Potencia nominal .....	50 VA
Clase de precisión .....	5P20
Secundario 4:	
Potencia nominal .....	50 VA
Clase de precisión .....	5P20

##### Transformadores de intensidad posición de línea

Relación de transf. ....	1000-2000-3000 / 5-5-5-5 A
Secundario 1:	
Potencia nominal .....	20 VA
Clase de precisión .....	Cl 0,2
Secundario 2:	
Potencia nominal .....	50 VA
Clase de precisión .....	Cl 0,5- 5P20
Secundario 3:	
Potencia nominal .....	50 VA
Clase de precisión .....	5P20
Secundario 4:	
Potencia nominal .....	50 VA
Clase de precisión .....	5P20

### 4.5.6 Interruptor automático

Se instalará un interruptor automático con las siguientes características generales:

Tipo.....	Monofásico
Nº de unidades .....	4 juegos de 3 unidades, 12 en total
Instalación .....	Intemperie
Servicio .....	Continuo
Aislamiento interno y fluido extintor .....	SF6
Altitud .....	< 1.000m
Temperatura ambiente (Max / min) .....	45°C / -25°C
Tensión de servicio .....	400 kV
Tensión más elevada para el material .....	420 kV
Intensidad nominal .....	4000 A
Corriente asignada de corta duración (3 s) .....	50 kA
Poder de corte asignado en cortocircuito .....	50 kA
Poder de cierra asignado en cortocircuito .....	100 kA cresta
Secuencia de maniobras .....	0 – 0,3s – CO – 1 min - CO
Accionamiento:	
Uni / tripolar .....	Unipolar
Tipo .....	Electromecánico, tensado de resortes
Tensión de motor .....	125 Vcc
Tensión mando .....	125 Vcc
Número de bobinas de desconexión .....	2
Aislamiento externo .....	Porcelana marrón

Equipado con:

- Motor, bobinas de cierre y apertura.
- Relés antibombeo y resistencia anticondensación.
- Manómetros y densímetros para vigilancia de presión de gas (uno por polo con tres niveles de detección ajustables).
- Contactos auxiliares de posición de interruptor.
- Manivela para tensado manual del resorte de cierre de mando.

### 4.5.7 Seccionadores sin puesta a tierra

Se instalará un seccionador tripolar sin cuchilla de puesta a tierra en la entrada de la línea de 400 kV. Cumplirá la misión de aislar, la instalación de la red efectuando un corte visible

además de proporcionar una puesta a tierra para operaciones de mantenimiento sin tensión sobre la subestación colectora.

Características generales:

Construcción.....	Triple columna (central giratoria)
Nº de unidades .....	4
Tensión nominal .....	400 kV
Tensión más elevada para el material .....	420 kV
Intensidad nominal .....	3.150 A
Intensidad máxima de corta duración (valor eficaz) .....	50 kA
Accionamiento cuchillas principales .....	Mando motorizado 125 Vcc
Cuchillas .....	No
Altitud .....	< 1.000 m.s.n.m.

#### 4.5.8 Seccionadores pantógrafos

Se instalará un seccionador tripolar con cuchilla de puesta a tierra en la entrada de la línea de 400 kV. Cumplirá la misión de aislar, la instalación de la red efectuando un corte visible además de proporcionar una puesta a tierra para operaciones de mantenimiento sin tensión sobre la subestación colectora.

Características generales:

Construcción.....	Triple columna (central giratoria)
Nº de unidades .....	18
Tensión nominal .....	400 kV
Tensión más elevada para el material .....	420 kV
Intensidad nominal .....	3.150 A
Intensidad máxima de corta duración (valor eficaz) .....	50 kA
Accionamiento cuchillas principales .....	Mando motorizado 125 Vcc
Cuchillas .....	No
Altitud .....	< 1.000 m.s.n.m.

#### 4.5.9 Transformador de potencia 400/220/30 kV

A continuación, se describen las principales características de los transformadores de potencia a instalar:

Potencia nominal .....	300 MVA
Nº de unidades .....	2
Tipo.....	Trifásico en baño de aceite mineral
Tensión primaria en vacío .....	400 kV
Tensión secundaria en vacío .....	220 kV
Tensión terciaria en vacío .....	30 kV
Refrigeración .....	ONAF
Servicio.....	Continuo
Instalación .....	Intemperie
Grupo de conexión .....	YNa0d11
Altitud .....	< 1.000 m.s.n.m.

El transformador de potencia poseerá las siguientes características constructivas:

- Tapa de acero laminada en caliente, reforzada con perfiles, resistente al vacío de 0,5 mm de Hg y a una sobrepresión interna de 350 milibares.
- Radiadores galvanizados adosados a la cuba mediante válvulas de independización.

- Arrollamientos de cobre electrolítico de alta conductividad, independientes y aislados entre sí.
- Circuito magnético constituido por tres columnas y culatas en estrella, formadas por láminas de acero al silicio, laminada en frío, de grano orientado. Todas las uniones se realizarán a 45° solapadas.
- Circuito magnético puesto a tierra mediante conexiones de cobre, a través de la cuba.

El transformador incorporará al menos los siguientes accesorios:

- Depósito de expansión de transformador.
- Depósito de expansión de cambiador de tomas.
- Desecadores de aire.
- Válvula de sobrepresión.
- Relé Buchholz.
- Relé Buchholz de cambiador de tomas.
- Dispositivo de recogida de gases.
- Termómetro.
- Termostato.
- Cambiador de tomas en primario en carga de 21 escalones.
- Placas de toma de tierra bimetálicas.
- Ruedas orientables en las dos direcciones principales.
- Soporte para apoyo de gatos hidráulicos.
- Elementos de elevación, arrastre, desencubado y fijación para el transporte.
- Sonda de medida de temperatura tipo PT-100.
- Caja de conexiones.
- Placa de características de acero inoxidable, grabada en bajorrelieve con los datos principales del transformador, así como un esquema de conexiones.

#### 4.5.10 Transformador de servicios auxiliares

Para dar suministro de electricidad en baja tensión a los diferentes consumos de la subestación se requiere la instalación de dos transformadores de servicios auxiliares, uno de ellos redundante:

Las características principales de este transformador serán las siguientes:

Tipo.....	Encapsulado
Nº de unidades .....	2
Potencia AN.....	160 kVA
Tipo de refrigeración .....	Ventilador
Tensión de devanado primario.....	30 kV
Regulación lado MT:	
Tipo .....	Encapsulado
Posición de regulación.....	±2,5%±5%

Número de posiciones .....	5
Tensión secundaria.....	410 V
Servicio.....	Continuo
Instalación.....	Exterior
Grupo de conexión.....	Dyn11
Temperatura ambiente (máx. / min.) .....	40°C/-25°C

### 4.5.11 Aisladores soporte

Los apoyos de los conductores que van del embarrado a los seccionadores se sustentan sobre aisladores del tipo columna, de las siguientes características:

Tipo.....	Tubo
Unidades .....	4
Tensión de servicio nominal.....	400 kV
Tensión de aislamiento asignada.....	420 kV
Tensión soportada a 50 Hz bajo lluvia .....	1.050 kV
Tensión de ensayo impulso tipo rayo 1,2/50 $\mu$ s .....	1.425 kV
Carga de rotura a flexión.....	10.000 N
Carga de rotura a torsión .....	3.000 N

### 4.5.12 Conexiones entre aparatos

Para las conexiones entre aparatos en el parque de intemperie se empleará un conductor de aluminio reforzado con acero trenzado.

Las características de los conductores tendidos serán:

Conductores por fase.....	2 (Dúplex)
Datos del conductor:	
Designación .....	242-AL 1/39-ST1A (LA-280 HAWK)
Sección.....	281,10 mm <sup>2</sup>
Diámetro .....	21,80 mm
Peso .....	977 kg/km
Intensidad máxima.....	574 A

La conexión entre el conductor citado anteriormente y los diferentes elementos se realizarán a través de racores de conexión de fabricación con técnica de ánodo masivo, diseños circulares y equipados con tornillería de acero inoxidable.

### 4.5.13 Embarrado

Para las conexiones entre aparatos en el parque de intemperie se empleará un conductor de aluminio reforzado con acero trenzado.

Las características de los conductores tendidos serán:

Conductores por fase.....	2 (Dúplex)
Datos del conductor:	
Designación .....	242-AL 1/39-ST1A (LA-280 HAWK)
Sección.....	281,10 mm <sup>2</sup>
Diámetro .....	21,80 mm
Peso .....	977 kg/km
Intensidad máxima.....	574 A

## 4.6 Sistema de 220 kV

Comprende la instalación del equipamiento de maniobra, medida y protección asociado a una nueva llegada de línea de 220 kV.

La selección de estos elementos se realiza conforme a las características propias de la instalación, para la correcta operación tanto en condiciones normales como en situaciones de funcionamiento anormalmente extremas.

La disposición espacial de la aparamenta se realizará de acuerdo con la reglamentación vigente y a otras consideraciones prácticas con objeto de facilitar las operaciones requeridas durante el montaje y mantenimiento.

### 4.6.1 Pararrayos

Estos elementos protegen a la instalación de averías ocasionadas por sobretensiones de tipo atmosférico originadas en la red.

Los pararrayos seleccionados para esta instalación tienen las siguientes características:

Tipo.....	Óxido de Zinc
Nº de unidades .....	8 juegos de 3 unidades, 24 en total
Tensión nominal pararrayos Ur .....	196 kV
Clase .....	3
Intensidad nominal de descarga (8/20 µs) .....	10 kA
Distancia de fuga mínima.....	≥ 16 mm/kV
Servicio.....	Intemperie

Se instalará un contador de descargas individual para cada una de las autoválvulas.

### 4.6.2 Transformadores de tensión

La función de un transformador de tensión es la de adaptar los valores de la tensión de la instalación a niveles lo suficientemente bajos para ser utilizados por los relés de protección y los aparatos de medida.

Se instalarán dos juegos de tres transformadores de tensión, con un transformador por fase, en las posiciones de transformador.

Características generales:

Servicio.....	Intemperie
Nº de unidades .....	2 juegos de 3 unidades, 6 en total
Tensión de servicio .....	220 kV
Tensión más elevada para el material .....	245 kV
Relación de transformación .....	$220.000/\sqrt{3}:110/\sqrt{3}-110/\sqrt{3}-110/3$ V
Secundario 1:	
Potencia nominal .....	25 VA
Clase de precisión .....	Cl 0,5 - 3P
Secundario 2:	
Potencia nominal .....	25 VA
Clase de precisión .....	Cl 0,5- 3P

### 4.6.3 Seccionador de línea con puesta a tierra

Se instalará un seccionador tripolar con cuchilla de puesta a tierra en la entrada de la línea de 220 kV. Cumplirá la misión de aislar, la instalación de la red efectuando un corte visible

además de proporcionar una puesta a tierra para operaciones de mantenimiento sin tensión sobre la subestación colectora.

Características generales:

Construcción.....	Triple columna (central giratoria)
Nº de unidades .....	2
Tensión nominal .....	220 kV
Tensión más elevada para el material .....	245 kV
Intensidad nominal .....	3.150 A
Intensidad máxima de corta duración (valor eficaz) .....	40 kA
Accionamiento cuchillas principales .....	Mando motorizado 125 Vcc
Cuchillas .....	Si
Accionamiento cuchillas de tierra .....	Mando manual
Altitud .....	< 1.000 m.s.n.m.

#### 4.6.4 Seccionadores sin puesta a tierra

Se instalará un seccionador tripolar sin cuchilla de puesta a tierra en la entrada de la línea de 220 kV. Cumplirá la misión de aislar, la instalación de la red efectuando un corte visible además de proporcionar una puesta a tierra para operaciones de mantenimiento sin tensión sobre la subestación colectora.

Características generales:

Construcción.....	Triple columna (central giratoria)
Nº de unidades .....	2
Tensión nominal .....	220 kV
Tensión más elevada para el material .....	245 kV
Intensidad nominal .....	3.150 A
Intensidad máxima de corta duración (valor eficaz) .....	40 kA
Accionamiento cuchillas principales .....	Mando motorizado 125 Vcc
Cuchillas .....	No
Altitud .....	< 1.000 m.s.n.m.

#### 4.6.5 Interruptor automático

Se instalará un interruptor automático con las siguientes características generales:

Tipo.....	Trifásico
Nº de unidades .....	4
Instalación .....	Intemperie
Servicio .....	Continuo
Aislamiento interno y fluido extintor .....	SF6
Altitud .....	< 1.000m
Temperatura ambiente (Max / min) .....	45°C / -25°C
Tensión de servicio .....	220 kV
Tensión más elevada para el material .....	245 kV
Intensidad nominal .....	3150 A
Corriente asignada de corta duración (3 s) .....	40 kA
Poder de corte asignado en cortocircuito .....	40 kA
Poder de cierra asignado en cortocircuito .....	100 kA cresta
Secuencia de maniobras .....	0 – 0,3s – CO – 1 min - CO
Accionamiento:	
Uni / tripolar .....	Unipolar

Tipo .....	Electromecánico, tensado de resortes
Tensión de motor .....	125 Vcc
Tensión mando .....	125 Vcc
Número de bobinas de desconexión .....	2
Aislamiento externo .....	Porcelana marrón

Equipado con:

- Motor, bobinas de cierre y apertura.
- Relés antibombeo y resistencia anticondensación.
- Manómetros y densímetros para vigilancia de presión de gas (uno por polo con tres niveles de detección ajustables).
- Contactos auxiliares de posición de interruptor.
- Manivela para tensado manual del resorte de cierre de mando.

#### 4.6.6 Transformadores de intensidad

La función de un transformador de intensidad es la de adaptar los valores de intensidad que circula por la instalación a niveles lo suficientemente bajos para ser captados por los equipos de protección y medida.

Se instalarán 5 juegos de tres transformadores de intensidad, con un transformador por fase, tanto en las posiciones de líneas como en la posición de transformador.

Servicio .....	Intemperie
Nº de unidades .....	4 juegos de 3 unidades, 12 en total
Tensión nominal .....	220 kV
Tensión más elevada para el material .....	245 kV

##### Transformadores de intensidad posición de transformador

Relación de transf. ....	800-1600 / 5-5-5-5 A
Secundario 1:	
Potencia nominal .....	10 VA
Clase de precisión .....	Cl 0,2
Secundario 2:	
Potencia nominal .....	50 VA
Clase de precisión .....	Cl 0,5- 5P20
Secundario 3:	
Potencia nominal .....	30 VA
Clase de precisión .....	5P20
Secundario 4:	
Potencia nominal .....	30 VA
Clase de precisión .....	5P20

##### Transformadores de intensidad posición de reactancia

Relación de transf. ....	200-400-180 / 5-5-5-5 A
Secundario 1:	
Potencia nominal .....	10 VA
Clase de precisión .....	Cl 0,2
Secundario 2:	
Potencia nominal .....	20 VA
Clase de precisión .....	Cl 0,5
Secundario 3:	
Potencia nominal .....	30 VA



Clase de precisión .....	5P20
Secundario 4:	
Potencia nominal .....	30 VA
Clase de precisión .....	5P20
Secundario 5:	
Potencia nominal .....	30 VA
Clase de precisión .....	5P20

## 4.6.7 Reactancia

Se instalarán dos reactancias trifásicas de puesta a tierra para el sistema de 220 kV con las características indicadas a continuación:

Se instalarán 5 juegos de tres transformadores de intensidad, con un transformador por fase, tanto en las posiciones de líneas como en la posición de transformador.

Tipo.....	en baño de aceite mineral
Servicios .....	Continuo, intemperie
Tensión nominal .....	220 kV
Intensidad de defecto.....	1000 A
Grupo de conexión.....	Zn0
Temperatura ambiente (máx. / mín.) .....	40°C/-25°C
Transformadores de intensidad tipo BUSHING:	
Cantidad .....	6 (3 fases + 3 neutros)
Relación.....	1000/5 A
Potencia y clase de precisión.....	30 VA – 5P20

## 4.7 Sistema de 30 kV

El sistema de 30 kV está constituido por los elementos incluidos en los edificios CIMTs. constituidos por los siguientes elementos:

- Una (1) celda de compensador síncrono.
- Una (1) celda de remonte.
- Una (1) celda de medida para SS.AA.
- Una (1) celda de alimentación de TSA de SS.AA de ca.

### 4.7.1 Cabinas de 30 kV

Estos equipos incorporan la aparamenta de maniobra para el nivel de tensión de 30 kV en el interior de recintos blindados con aislamiento al aire. El sistema de 30 kV responde al esquema de simple barra.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES DE LAS CABINAS DE 30 kV

Las características principales de estos equipos son:

Tensión nominal de aislamiento.....	36 kV
Nivel de aislamiento:	
A frecuencia industrial (50 Hz) .....	70 kV (eficaz)
A onda de choque tipo rayo .....	170 kV (cresta)
Tensión de servicio .....	30 kV
Tensión de los circuitos de control .....	125 Vcc
Grado de protección circuitos principales de corriente .....	IP 65

Grado de protección frontal de operación .....IP 30

Corriente de cortocircuito trifásico simétrica .....25 kA

La maniobra de puesta a tierra en las cabinas equipadas con un seccionador de tres posiciones se realiza siempre a través del interruptor, mediante un accionamiento separado.

Los seccionadores de tres posiciones del embarrado general van acoplados a los interruptores de potencia mediante enclavamientos mecánicos adecuados, así se consigue que los seccionadores únicamente puedan accionarse estando desconectado el interruptor y éste pueda accionarse a su vez en determinadas posiciones definidas del seccionador.

## 4.8 Sistemas auxiliares

### 4.8.1 Corriente alterna

Se obtendrá una tensión de 400/230 Vca obtenidos en el secundario del transformador de servicios auxiliares, alimentando desde el embarrado de media tensión

La corriente alterna se utiliza para la alimentación de los siguientes sistemas:

- Alumbrado interior formado principales por luminarias LED.
- Alumbrado exterior del parque constituido por parejas de proyectores LED montados sobre soportes metálicos.
- Tomas de corriente, distribuidas estratégicamente por las dependencias del edificio de control.
- Calefacciones de aparatos.
- Climatización y extracción del edificio de control.
- Rectificador y cargador de baterías.
- Alimentación ventilación forzada transformador.
- Alimentación de equipo de alimentación ininterrumpida.

La distribución se realizará mediante el Cuadro General de Servicios Auxiliares de corriente alterna 400/230 Vca, el cual se instalará en la sala de servicios auxiliares del edificio de control de la subestación, donde se alojarán los interruptores automáticos de las diversas salidas para servicios auxiliares de la subestación.

El cuadro general estará alimentado desde el transformador de servicios auxiliares antes indicado, siendo fuentes independientes y no simultáneas. En caso de ausencia de tensión un autómatas programable conmutará los interruptores de entrada para alimentar las barras desde la fuente auxiliar.

Para garantizar la continuidad del servicio, fuesen cuales fuesen las condiciones, se instalará un grupo electrógeno en conmutación automática con el transformador de servicios auxiliares.

El embarrado del cuadro general estará constituido por 3 barras de fase más 3 barra de neutro.

### 4.8.2 Grupo electrógeno

Se instalará un grupo electrógeno para servicio de emergencia, en conmutación automática de acuerdo a las necesidades de la subestación (potencia mínima de 300 kVA ( $\pm 5\%$ )), en servicio de emergencia por fallo de red.

El grupo electrógeno dispondrá de depósito de combustible para tener una autonomía de 48 horas y equipo asociado de trasiego. Este depósito vendrá incorporado en la propia bancada

del grupo y dispondrá de doble pared, por lo que no es necesario disponer de depósito auxiliar para recogida de fugas.

### 4.8.3 Corriente continua

La tensión de alimentación de 125 Vcc, será obtenida de una batería de 120 Ah con rectificador instalada en el edificio de control y alimentada desde 230 Vca, proporciona una fuente de energía en ausencia de tensión de red, permitiendo mantener el control de la instalación por un periodo de tiempo determinado sin corriente alterna.

La corriente continua se utiliza básicamente en:

- Alimentación de motores de tensado de muelles de interruptores.
- Alimentación de equipos de protección.
- Alimentación de equipos de mando.
- Alimentación de equipos de señalización y alarmas.

Asimismo, el cuadro de corriente continua 125 Vcc, donde se alojarán los interruptores automáticos de las diversas salidas para servicios auxiliares de la subestación dispondrá de un embarrado, desde el que se distribuirán los servicios de control y fuerza, el cual irá ubicado en la sala de servicios auxiliares del edificio.

### 4.8.4 Cuadros de servicios auxiliares

El cuadro de servicios auxiliares realiza la distribución de 400-230 Vca para los circuitos auxiliares de la subestación, 125 Vcc para los circuitos de mando, control y protección y de telecontrol.

El cuadro es capaz de soportar sin daños ni deformaciones permanentes las solicitudes mecánicas y térmicas producidas por el paso de la corriente de cortocircuito.

### 4.8.5 Canalizaciones eléctricas empleadas

La recogida y distribución de señales a los distintos cuadros y/o aparataje se realizará empleando cables. Éstos discurrirán por el interior de canales practicados en la solera del edificio, o por canales, bien prefabricados de hormigón o realizados in situ cuando discurran por el parque intemperie.

Cuando sea necesario comunicar un determinado elemento con el canal, se instalará un tubo de material plástico (rígido o corrugado, según conveniencia) que le proporcione protección mecánica a los conductores que discurran por su interior. El número de tubos y diámetro de los mismos que se dispondrán dependerá de la cantidad y tipo de conductores.

Por otra parte, las canalizaciones que se emplearán en el interior del edificio para dar suministro a los distintos receptores serán de distinto tipo:

- Bandeja metálica o de material plástico, con conductores con nivel de aislamiento 0,6/1 kV.
- Tubo rígido o canal protectora de montaje superficial, con conductores de nivel de aislamiento 750 ó 0,6/1 1kV.
- Tubo corrugado empotrado en la construcción, con conductores de nivel de aislamiento 750 ó 0,6/1 1kV.

Todos los conductores y canalizaciones serán de tipo no propagadores de la llama según UNE-EN 50265-2-1.

### 4.8.6 Instalación de alumbrado exterior

Estará constituido por:

- Alumbrado de trabajo, estará formado por proyectores de 150 W de lámparas tipo LED, distribuidos estratégicamente.
- Alumbrado perimetral SET, formado por báculos con luminaria tipo globo.
- Alumbrado fachada edificio, estará formado por proyectores de 150 W tipo LED.

### 4.8.7 Instalación de alumbrado de emergencia

Se dispondrá de luminarias autónomas de emergencia en cada dependencia, de tal forma que se pueda evacuar el edificio de forma ordenada en caso de emergencia. Éstas se colocarán encima de las puertas de salida, de tal forma que el recorrido de evacuación quede suficientemente iluminado.

Se considera una autonomía de 12 horas, y su encendido será automático cuando la tensión descienda del 70% del valor nominal.

### 4.8.8 Tomas de corriente

Se preverán tomas de corriente monofásica y trifásica en todas las dependencias del edificio, así como en el parque exterior.

Se distribuirán en circuitos independientes protegidos por interruptor magnetotérmico y relés diferencial según las necesidades previstas para cada instalación.

Se preverán tomas de corriente en todas las dependencias del edificio, así como en el parque exterior. Se distribuirán en circuitos independientes según las necesidades previstas para cada instalación.

### 4.8.9 Ventilación y aire acondicionado

De forma general, la ventilación en el edificio se realiza de forma natural, mediante un tiro que procede de la parte superior de las salas cruzando las salas hasta los huecos enfrentados superiores de cada sala.

Todos los huecos en las carpinterías exteriores han sido dimensionados en función las necesidades de renovación del aire interior y de la potencia de disipación térmica de los equipos.

En determinadas salas donde los equipos requieran de ventilación forzada o sistemas de aire acondicionado, se instalarán los equipos adecuados.

### 4.8.10 Sistemas de protección (incendios e intrusos)

Se aplicarán las prescripciones reglamentarias para prevención de incendios en el edificio de la SET. Asimismo será de aplicación las normas aplicables del CTE.

De acuerdo con RSCIEI no es necesaria la instalación de un equipo de extinción automática.

Estará constituido por los siguientes componentes:

- Detectores ópticos en todas las dependencias.
- Central de alarmas formado por un armario de tipo modular y tendrá la posibilidad de controlar
- las distintas zonas de la instalación.

- Otros componentes auxiliares: Pulsadores manuales de alarma localizados en puntos estratégicos con el fin de que el personal que primero localice un incendio pueda dar la alarma sin esperar la actuación del sistema de detección., pilotos de señalización, sirena de alarma, señalizaciones fotoluminiscentes en las vías de evacuación.
- Extintores de 5 kg de capacidad de CO<sub>2</sub> y 6 Kg. de polvo polivalente situados en el interior del edificio.

El diseño del edificio, debido a su arquitectura compartimentada, sirve por propia naturaleza como protección ante la propagación de un hipotético incendio en una de las salas. Las características de los paramentos de separación entre salas y los sistemas de sellado correspondientes son tales que ofrecen una resistencia al fuego de RF-120.

El edificio también estará dotado de un sistema de anti-intrusismo con alarma. El sistema de anti-intrusismo será el encargado de detectar la presencia humana dentro del edificio, cuando se suponga no esté autorizada, es decir cuando el sistema esté activado

Estará compuesto por los siguientes equipos:

- Central de Alarmas encargada de gestionar y controlar los equipos detectores y de almacenar o transmitir las señales generadas en consecuencia.
- Detectores volumétricos duales: Infrarrojos + microondas. Se instalarán en todas las dependencias del edificio.
- Sirena Exterior. Se instalará en zona visible en todas las dependencias.

Los detectores actuarán mediante pulso negativo, es decir la señal que transmiten en condiciones normales a la central será de un “uno” lógico y en caso de detección transmitirán un “cero”, iniciándose el proceso de alarma. Con esto se evita una posible manipulación de los detectores.

Se podrá prever también la preinstalación para un sistema de control de accesos a la misma.

Se instalará una central de alarmas y señalización con capacidad para todas las zonas de detección. Esta central de alarmas será común a ambos sistemas (anti-incendios y anti-intrusismo), tendrá un número de zonas suficiente para cubrir las necesidades de ambos, y de ella partirá una señal para la alarma local y otra hacia el sistema de comunicaciones exteriores.

## 4.9 Control y protección

Para la subestación proyectada se plantea la instalación de un sistema integrado de mando, medida, protección y control de la instalación constituido a base de UCP (unidades de control de posición) cuyas funciones de protección se completan con relés independientes, comunicados todos ellos con la UCS (unidad de control de subestación) equipada con una consola de operación local.

Las principales funciones de la UCS serán:

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

- Sincronización horaria.
- Gestión de comunicaciones y tratamiento de la información con las Unidades de Mantenimiento a través de la Red Telefónica Conmutada o Red de Tiempo Real.

Las principales funciones de la UCP serán:

- Medida de valores analógicos (intensidad, tensión, potencia, etc.) directamente desde los secundarios de los TT/I y TT/T.
- Protección de la posición.
- Mando y señalización remota de los dispositivos asociados a la posición (interruptores, seccionadores, etc.).
- Adquisición de las entradas digitales procedentes de campo asociadas a la posición.
- Gestión de alarmas internas de la propia UCP

### 4.9.1 Funciones de protección

Para la nueva instalación, se especifican a continuación las funciones de protección requeridas.

#### **PROTECCIÓN LÍNEA 400 kV**

La línea de evacuación estará protegida con un relé que integrará las siguientes funciones de protección:

Protección Principal:

- 87L: Protección diferencial línea
- 21/21N: Protección de impedancia
- 67N: Protección direccional de neutro
- 59: Protección máxima de tensión
- 27: Protección de subtensión
- 2: Relé de cierre
- 86L: Relé de disparo y bloqueo
- 50BF: Fallo de interruptor
- 3: Relé de vigilancia
- 85: Relé receptor de corriente portadora o de hilo piloto
- SOFT: Protección cierre sobre falta
- OSC: Osciloperturbógrado
- R/E: Reenganche

Protección Secundaria:

- 87L: Protección diferencial lineal
- 21/21N: Protección de impedancia
- 67N: Protección direccional del neutro

- 59: Protección máxima tensión
- 2: Relé de cierre
- 86L: Relé de disparo y bloqueo
- 50BF: Fallo de interruptor
- 3: Relé de vigilancia
- 85: Relé receptor de corriente portadora o de hilo piloto
- SOFT: Protección cierre sobre falta
- OSC: Osciloperturbógrado
- R/E: Reenganche

### **PROTECCIÓN TRANSFORMADORES 400/220/30 kV**

La protección del transformador irá equipada con las siguientes funciones de protección:

Protecciones propias del transformador:

- 63B: Relé Buchholz
- 63BJ: Relé Buchholz-Jansen
- 63L: Liberador de presión-
- 63N: Alamar de nivel de aceite de la cuba
- 63NJ. Nivel de aceite de regulador de tensión
- 49: Imagen térmica
- 26: Temperatura de aceite

Protección principal del transformador:

- 87: Protección diferencial del transformador
- 51N: Sobrecorriente temporizada del neutro
- 50: Sobrecorriente instantánea
- 21: Protección de impedancia
- OSC: Osciloperturbógrado

Protección secundaria del transformador:

- 87: Protección diferencial del transformador
- 51N: Sobrecorriente temporizada del neutro
- 50: Sobrecorriente instantánea
- 21: Protección de impedancia
- OSC: Osciloperturbógrado
- AVR: Regulador de tensión

## 4.9.2 Telecontrol

Para el control de la subestación se implementará un sistema integrado de control, protección y autosupervisión con ejecución modular, tanto en su parte física como en su parte lógica, y redundante. El sistema permitirá realizar trabajos de mantenimiento “en línea” y dispondrá de una autosupervisión permanente individual.

Para ello, los equipos requeridos en la subestación para el sistema de telecontrol se describen a continuación:

- Unidades remotas de telecontrol, (RTU'S), y un multiplexor de señales eléctricas/F.O. por posición. Estos elementos estarán alojados en los armarios de protecciones y control de cada celda/cuadro de servicios auxiliares.
- Armario alojando la unidad de control de subestación (UCS) y el Sistema de Operación y Automatización Local.
- Armario de equipos de sincronismo horario, y calidad de onda cuando proceda, entre otros.
- Tendido del cable de F.O. tipo HCS entre el armario de la UCS y los multiplexores de señales eléctricas /F.O. de cada posición, y entre estos últimos.

## 4.9.3 Equipos de comunicaciones

Las necesidades de servicios de telecomunicaciones externos consisten en canales de comunicación para las teleprotecciones de línea y los circuitos de telecontrol. Habrá doble sistema de comunicaciones por fibra óptica (f.o.). Se instalarán armarios de comunicaciones ubicados en la Sala de Armarios.

El sistema de comunicaciones utilizará protocolos de comunicación aprobados por normativa IEC.

Para las comunicaciones internas, dentro de la subestación, entre las protecciones y las unidades de control de las posiciones y de la subestación se utilizarán enlaces por f.o., por lo que se dispondrá una red, con protección antiroedores, entre los armarios de protecciones y también con el armario de comunicaciones, situado en el edificio de la subestación, necesario para la interconexión con los diferentes centros de control.

Las necesidades de servicios de telecomunicaciones consisten en servicios de telefonía, canales de comunicación para las protecciones de línea, circuitos de telecontrol y de telegestión.

Para la comunicación de las protecciones se utilizarán enlaces por fibra óptica para la protección primaria, protección secundaria y teledisparo.

En cuanto a la red de fibra óptica multimodo y la red de telefonía interna, el edificio se dotará de una red de fibra óptica y otra de pares telefónicos.

En las salas de control del edificio o en la sala de cuadros se ubicarán los armarios de comunicaciones. En estos armarios se instalarán los equipos necesarios para el enlace entre la subestación y el Centro de Control de la Compañía mediante cable de fibra óptica. Estos armarios, principalmente estará formado por repartidores de fibra óptica, tarjetas y módulos de comunicaciones, fuentes de alimentación e interruptores magnetotérmicos.

La salida telefónica podrá realizarse vía fibra óptica, telefonía convencional o GSM-GPRS, en cualquier caso la instalación estará equipada con los equipos necesarios, en cada una de las propiedades, para tales fines.



## 4.10 Campos electromagnéticos

En cuanto al cumplimiento de la limitación de los campos electromagnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión, las instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión indican que deben adoptarse las medidas adecuadas en el diseño de estas instalaciones para minimizar los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz, cuando dichas instalaciones se encuentren próximas a edificios de otros usos.

En el caso de este proyecto la ubicación de la subestación se encuentra en una zona alejada de otras edificaciones, por lo que no se verán afectados por campos electromagnéticos procedentes de la subestación.

Se comprueba el cumplimiento de los valores establecidos en el Real Decreto 299/2016, de 22 de julio, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos.

Para  $f=50$  Hz, los niveles de referencia máximos que deben cumplirse serán los siguientes:

- Límite efectos sensoriales =  $1000 \mu\text{T}$
- Límite efectos para la salud =  $6000 \mu\text{T}$

## 5. Obra civil

La obra civil de las subestaciones comprende todos aquellos trabajos y ejecución de obras que sean precisos para la recepción y posterior montaje de toda la aparamenta y equipos que componen la subestación, así como de todos los sistemas complementarios que se integran en la misma.

### 5.1 Parque intemperie

El acondicionamiento del terreno y demás actuaciones necesarias sobre el parque intemperie se describen en los apartados siguientes.

#### 5.1.1 Acopios de materiales

Se acondicionará una zona en el interior de la subestación como zona de acopio de materiales, zona de vertido y parte de maquinaria.

#### 5.1.2 Desbroce

Se llevará a cabo en primer lugar el desbroce de la capa vegetal y retirada a vertedero de la capa superficial del terreno, hasta alcanzar una profundidad aproximada de 30 cm en toda la superficie.

#### 5.1.3 Explanación y nivelación del terreno

Se procederá a la explanación, relleno y nivelación del terreno, a la cota definitiva de explanación. Se terminará la explanada con una capa superficial de 60 cm de suelo adecuado o seleccionado procedente de préstamo, hasta alcanzar el nivel teórico de explanación (NTE).

El extendido y compactación se podrá realizar en varias tongadas, siempre de espesor inferior a 30 cm. Antes de realizar la coronación se tenderá la red inferior de tierras de la subestación.

Se realizarán ensayos para determinar la capacidad portante de la plataforma resultante. Las tierras sobrantes procedentes de la excavación serán retiradas y trasladadas a un vertedero autorizado.

Sobre la explanada, una vez nivelada, se procederá a realizar los trabajos de excavación y movimiento de tierras necesarios para ejecutar las cimentaciones, las canalizaciones de drenaje y eléctricas, los viales interiores, etc.

#### 5.1.4 Relleno con aportaciones

Si fuese necesario, se aportará un relleno de préstamo, de zahorra compactada en capas de 30 cm hasta alcanzar la cota definitiva.

#### 5.1.5 Drenajes

El sistema de drenaje de la subestación funcionará por gravedad y tendrá en cuenta la intensidad máxima de la lluvia en la zona y los datos de las lluvias más intensa de las estaciones climatológicas más cercanas para el diseño de los registros y la determinación del diámetro de los tubos de drenaje.

A lo largo de toda la subestación se crea una canalización de pluviales que se encarga de recoger el agua por medio de sumideros o bien mediante tubo DREN.

Esta canalización conduce el agua pluvial hasta el pozo filtrante.

El tratamiento de las aguas residuales provenientes del edificio de control se realizará con equipos compactos, fosa séptica + filtro biológico, mediante un proceso anaeróbico.

### 5.1.6 Canalización para la contención de derrames

Desde el foso de recogida de aceite de la bancada del transformador de potencia se canaliza, mediante conductos de sección adecuada, una eventual pérdida de aceite a un dispositivo de contención de derrames enterrado común de recogida, situado en las inmediaciones. El material de la canalización será plástico de alta temperatura, con doble pared para evitar vertidos al exterior.

La canalización, a la salida del foso de recogida de aceite, cuenta con arquetas para la recogida de posibles residuos.

Una vez en el dispositivo de contención de derrames se encuentran las siguientes arquetas:

- Arqueta colectora de entrada.
- Arqueta de registro a boca de hombre del dispositivo.
- Arqueta colectora de salida y toma de muestras.

Desde la salida del dispositivo de contención de derrames se realiza una canalización de sección adecuada hasta el pozo filtrante que se encuentra en las cercanías del dispositivo.

Además, en caso necesario, desde la arqueta de registro de boca de hombre del dispositivo se realizará una canalización para el cableado de la alarma del dispositivo hasta la sala de armarios del edificio.

### 5.1.7 Canalizaciones eléctricas

Se construirán todas las canalizaciones eléctricas necesarias para el tendido de los correspondientes cables de potencia y control. Estas canalizaciones estarán formadas por galerías, canales, arquetas y tubos, enlazando los distintos elementos de la instalación para su correcto control y funcionamiento.

Las canalizaciones para conducción de cables a instalar son de dos tipos:

- Canalizaciones principales, constituidas por un canal prefabricado o realizado in situ con tapas de hormigón o chapa accesibles desde la superficie, ejecutadas según plano, dotando al trazado de la canalización de un sistema inferior de drenajes para la evacuación de aguas procedentes de lluvias. Esta canalización está comunicada con el edificio de control.
- Tubos, o canalizaciones secundarias, realizadas con tubo de PVC y sección variable según necesidades, para la recogida de cables de los equipos y conexión con las canalizaciones principales

El empleo de canalización bajo tubo hormigonada será prioritario en los siguientes casos:

- Cruces o tendidos a lo largo de vías.
- Cruzamientos, paralelismos y casos especiales, cuando la normativa lo exija.

### 5.1.8 Accesos y cerramientos

Se construirá acceso desde el camino/vial de servicio que da acceso a la parcela donde se ubicarán las instalaciones.

Así mismo, se ha previsto un cerramiento perimetral con vallado galvanizado tipo “verja fax” galva SZ-275 con postes de 80 mm y altura nominal 2,2 metros y una altura total mínima sobre el nivel de suelo de 2,5 m, y con una distancia entre ejes de poste de 2,64 metros máximo. La verja irá sustentada sobre un murete de hormigón de 30 cm de altura sobre el nivel del suelo, y embebido en este dando una altura total mínima de 570 mm. Uno de cada dos postes irá conectado directamente a la red de tierras.

El conjunto vallado-cimentación perimetral deberá ajustarse en todo momento a la orografía sobre la que se asienten las instalaciones.

El cerramiento contará con un acceso principal, formado por una puerta motorizada corredera de 6,0 metros de luz libre y 2,5 metros de altura, o similar, con cerradura y elementos de seguridad, apertura y cierre automáticos, anclajes, pernos y embebidos, topes, todo ello en acero galvanizado.

### **5.1.9 Alumbrado exterior y viales**

Alumbrado con luminarias equipadas con lámpara tipo LED, montados sobre báculos de 3 m de altura, para un nivel de iluminación de 5 / 10 lux.

Se dispondrá, asimismo, de alumbrado de emergencia constituido por grupos autónomos colocados en las columnas de alumbrado, en el caso de viales perimetrales y sobre la misma estructura que el alumbrado normal o tomas de corriente en el parque de intemperie.

El sistema de emergencia será telemandado desde el edificio de control y los equipos tendrán una autonomía de una hora. Se dispondrá de fotocélula para el encendido del alumbrado exterior.

El alumbrado exterior, en general, estará constituido por:

- Alumbrado de trabajo, estará formado por proyectores, distribuidos estratégicamente.
- Alumbrado perimetral SET.
- Alumbrado fachada edificio de control y protección, estará formado por proyectores tipo LED.

### **5.1.10 Terminación superficial**

Las zonas de rodadura se realizarán con hormigón armado, sobre base convenientemente preparada. El ancho de viales será variable en función de su uso y las curvas estarán diseñadas con un radio que permita el giro de las góndolas y camiones.

Las vías de rodadura tendrán desniveles para evitar la acumulación de agua en cualquier punto de la misma y estarán enmarcados por bordillos de hormigón de alta resistencia al objeto de delimitar los usos.

El piso terminado de la zona de intemperie será una capa de grava de espesor de 10 cm., exceptuando las zonas de tránsito habitual, que será una losa de hormigón armado.

### **5.1.11 Cimentaciones aparatos**

Se realizarán las cimentaciones necesarias para la sustentación de los pórticos y las estructuras soporte de los diferentes equipos.

Se ejecutarán con hormigón en masa vertido directamente sobre el terreno o armado, vertido directamente sobre hormigón de limpieza. Se embeberán en dicha cimentación los pernos de anclaje de la estructura soporte en el caso del pórtico, o se realizarán sobre ellas los anclajes químicos del resto de equipos.

Los materiales utilizados en las cimentaciones correspondientes son:

- Hormigón: HM-20
- Acero: B 500 S (para los cercos de atado de los pernos)

En caso de que las condiciones geotécnicas así lo recomienden, podrá haber cimentaciones que se realicen con hormigón armado, en este caso los materiales a utilizar serán los siguientes:

- Hormigón: HA-25
- Acero: B 500 S (armaduras y cercos de atado de pernos)

### 5.1.12 Bancada de transformadores y depósito de aceite

El transformador de potencia se dispondrá sobre una bancada de hormigón armado. Esta bancada abarcará la totalidad de la superficie del transformador y se diseñará para soportar el peso de la máquina y recoger el aceite de posibles fugas.

Las bancadas estarán recubiertas por una capa de cantos rodados, con la que se obtendrá una función de apagafuegos ante la posible pérdida de aceite en combustión.

Se construirá anejo a las bancadas un depósito de aceite que recoja las posibles fugas y las confine hasta su retirada por un gestor de residuos autorizado.

## 5.2 Criterios de diseño del edificio

A la hora de diseñar la solución constructiva del edificio se han tenido en cuenta varios condicionantes del presente proyecto; el aspecto visual y formal que debe soportar el conjunto de la instalación, la rapidez de montaje y desarrollo atendiendo consideraciones de prefabricación con todo lo que ello conlleva, la funcionalidad dimensional y espacial, el carácter de edificio con bajo mantenimiento, y una adecuada integración en el entorno a través de las formas y acabados.

Los materiales empleados, sistemas de iluminación, ventilación, acabados, así como la dimensión y puesta en obra de todo el conjunto se han planteado desde un punto de vista bajo mantenimiento.

El edificio tendrá la altura adecuada para la correcta instalación de los equipos respetando las recomendaciones del fabricante.

Todas las juntas de paneles irán perfectamente selladas contra la entrada de humedad. Asimismo, se impermeabilizará correctamente la cubierta del edificio que será plana, con ligera pendiente hacia los sumideros y del tipo invertida.

Se trata de una planta rectangular con cerramiento de paneles prefabricados de hormigón y cubierta a dos aguas con teja cerámica curva roja con canalones y bajantes de PVC. El acabado del edificio será con aquel material que mejor se integre con el entorno, para minimizar, en la medida de lo posible, el impacto visual. El edificio irá bordeado por una acera de 1,4 m de anchura y acabado igual que la fachada del edificio.

Las puertas de acceso al interior del edificio serán metálicas y abatibles hacia el exterior mediante doble hoja de las dimensiones adecuadas a los equipos a instalar, y dotadas de sistema anti-intrusismo. Estas puertas irán pintadas con pintura anticorrosiva y con una banda fotoluminiscente epoxi de 10 cm en la parte interior.

La carpintería será metálica y sus dimensiones y diseño tanto de puertas como ventanas, rejillas de aireación, etc., se ajustarán a las necesidades funcionales de cada dependencia, así como al cuidado estético del conjunto. La altura de las dependencias se ajusta a las necesidades específicas de los equipos a montar en cada una de ellas.

Todas las salas del edificio se encuentran elevadas respecto al suelo lo que posibilita la ejecución de las conexiones de los cables de potencia y control presentes en la subestación. Se realizará una solera de hormigón armado a distintos niveles en función de la dependencia en que se encuentre, colocada sobre una capa de encachado de grava. Dicha solera se rematará superficialmente mediante un revestimiento de resina epoxi en dos capas de 1 mm de espesor. Se dispondrá suelo técnico en las salas de control y explotación.

En la parte inferior del muro se habilitarán huecos para el paso de cables entre el edificio y el parque intemperie, que deberán sellarse a la conclusión de los trabajos.

La terminación de los techos se realizará con la técnica de falso techo en todas las salas.

Las particiones interiores del edificio como paredes, sellado de paso de cables y puertas tendrán una resistencia al fuego de 2 horas (RF-120).

#### Descripción del edificio

El edificio de explotación y control de la subestación dispondrá de varias dependencias al objeto de cubrir las diferentes actividades que se van a desarrollar.

El edificio estará compuesto por:

- Dos salas de transformador de servicios auxiliares.
- Almacén.
- Distribuidor.
- Tres vestuarios.
- Oficina.
- Sala de armarios.

La superficie construida es de 231,47 m<sup>2</sup>

## 5.2.1 Características constructivas

### 5.2.1.1 Movimiento de tierras

Se efectuarán los correspondientes movimientos de tierras a fin de conseguir las explanaciones necesarias para su acceso desde el vial y para su construcción.

### 5.2.1.2 Cimentación del edificio principal

La cimentación del edificio se efectuará mediante zapata corrida, sobre la que apoyará un muro corrido, y con pasamuros previstos para el paso de cables e instalaciones al edificio.

### 5.2.1.3 Estructura

El cerramiento se ejecutará mediante muros autoportantes, evitando de este modo la necesidad de columnas y vigas.

El cálculo de estos, se realizará de acuerdo con las normas del Código Estructural que sean de aplicación en las acciones de la edificación.

### 5.2.1.4 Cubierta

La cubierta estará formada por un panel tipo sándwich, con inclinación a un agua, equipado con canalones para el drenaje de agua de lluvias, y con capacidad impermeabilizante para evitar humedades. La cubierta estará fijada a las vigas superiores.

### 5.2.1.5 Cerramiento

El cerramiento vertical se ejecutará mediante muros autoportantes, enfoscado de cemento tanto interior como exteriormente y terminado con pintura a elegir por la propiedad.

Las paredes divisorias interiores serán de bloque de hormigón de cemento, enfoscado por ambas partes con mortero de cemento.

### 5.2.1.6 Revestimientos interiores

Los revestimientos para los interiores serán enyesados para la sala de control, sala de servicios auxiliares y sala de celdas.

### 5.2.1.7 Pavimentos

Los pavimentos serán de solera de hormigón de 15 cm. de grueso con mallazo equipotencial de 30x30 cm. formado por redondos de diámetro 6 mm.

El acabado del pavimento será de suelo técnico en las salas de celdas y sala de control, de hormigón acabado en pintura de resina epoxi en el almacén, y de terrazo de 30x30 cm en el resto de estancias.

En los espacios exteriores (recinto de entrada) se dejará una solera de hormigón visto para las rampas de acceso y una acera perimetral rematada con baldosa hidráulica.

### 5.2.1.8 Evacuación de aguas pluviales

Las aguas pluviales se recogerán en las cubiertas mediante canalones para proteger al edificio del retorno contra el cerramiento por el efecto del viento. Todos los albañales serán de hormigón centrifugado y debidamente anillado, con las correspondientes arquetas de empalme y sifónica previa a la fosa séptica que deberá enterrarse en la zona del forjado sanitario, con bajantes en PVC.

### 5.2.1.9 Instalaciones interiores

El edificio de control se completará con las siguientes instalaciones:

- Instalación de alumbrado interior normal y emergencia.
- Instalación de tomas de corriente.
- Sistema de detección de incendios
- Sistema de detección de intrusos
- Ventilación y climatización.

Las canalizaciones que se emplearán en el interior del edificio para dar suministro a los distintos receptores serán de distinto tipo:

- Bandeja metálica o de material plástico, con conductores con nivel de aislamiento 0,6/1 kV.
- Tubo rígido o canal protectora de montaje superficial, con conductores de nivel de aislamiento 750 V ó 0,6/1 kV.
- Tubo corrugado empotrado en la construcción, con conductores de nivel de aislamiento 750 V ó 0,6/1 kV.

Todos los conductores serán de tipo no propagadores de la llama según UNE-EN 50265-2-1.

## 5.3 Red de tierras

### 5.3.1 Red de tierras inferiores

Con el fin de proteger a las personas de posibles corrientes de falla y descargas atmosféricas, la subestación estará dotada de una red de tierras inferiores, de manera que cualquier sobretensión pueda ser derivada con seguridad al sistema de tierras inferiores sin provocar ningún daño al sistema de control o a la aparamenta.

La red de tierras estará formada por cable desnudo de Cu de sección 120 mm<sup>2</sup> para la red general dispuesta en retículas de 4 m aproximadamente y de sección 150 mm<sup>2</sup> para las derivaciones.

Los equipos que se instalarán en la subestación se conectarán a la red de tierras subterránea. Para la nueva subestación utilizaremos cable de desnudo de Cu de sección 120 mm<sup>2</sup>.

Estará compuesta por un electrodo en forma de malla rectangular de las siguientes características:

- Conductor: cable desnudo de Cu
- Sección (malla principal): 120 mm<sup>2</sup>
- Sección (derivaciones): 150 mm<sup>2</sup>
- Profundidad electrodo: 0,8 m
- Picas de puesta a tierra (L=2 m): 4 Ud

Los conductores del electrodo se enterrarán entre tierra vegetal para facilitar la disipación de corriente.

Los cruces de los conductores de tierra y las derivaciones de las tomas de tierra con la malla de tierras se realizan mediante soldaduras aluminotérmicas.

Para evitar la aparición de tensiones de contacto peligrosas desde el exterior, el electrodo principal sobresaldrá 1 m alrededor del vallado perimetral de la instalación.

Se preverán tomas de tierra para todos los bastidores y demás elementos metálicos de la subestación, para el neutro del transformador, para las tomas de tierra de unión con el mallazo del edificio de control, así como la conexión eléctrica de la valla perimetral al electrodo de puesta a tierra.

### **5.3.2 Red de tierras superiores**

Para proteger a las instalaciones de posibles descargas atmosféricas, la subestación estará dotada de una red de tierras superiores, de manera que cualquier sobretensión atmosférica pueda ser derivada con seguridad al sistema de tierras inferiores sin provocar ningún daño al sistema de control o a la aparamenta.

La red de tierras superiores estará formada por nueve puntas Franklin, seis situadas en los apoyos de los pórticos de los embarrados, uno en el pórtico central del embarrado y dos situadas en el edificio de control, todas estarán conectadas a la red de tierras inferiores mediante cable desnudo de Cu de sección 120 mm<sup>2</sup>, y los accesorios de fijación correspondientes.

## **5.4 Montaje electromecánico**

### **5.4.1 Estructura metálica**

Los soportes de los diferentes aparatos de parque y los pórticos de barras y de línea se realizarán en base a perfiles metálicos de alma llena de acero normalizados, soldados y/o atornillados, sobre los que se aplicará un tratamiento anticorrosión por galvanizado por inmersión en caliente.

Los soportes estarán amarrados por su base a los correspondientes anclajes embebidos en las cimentaciones respectivas, y la fijación de los aparatos a los mismos y entre sus piezas se realizará mediante tornillería.

Los taladros adecuados para la fijación del soporte a los anclajes, del aparato al soporte, de las cajas de centralización o mando y de las grapas de conexión a tierra a realizar en las estructuras metálicas se ejecutarán con antelación al tratamiento anticorrosión.



## 5.4.2 Cajas de centralización

Las señales procedentes del parque exterior se recogerán en cajas de centralización de los siguientes tipos:

- Cajas de centralización de interruptor.
- Cajas de centralización de transformador de tensión
- Cajas de centralización de transformador de intensidad
- Caja de centralización de circuitos

## **6. Descripción de los servicios existentes y afecciones a terceros**

### **6.1 Separatas para administraciones públicas y organismos**

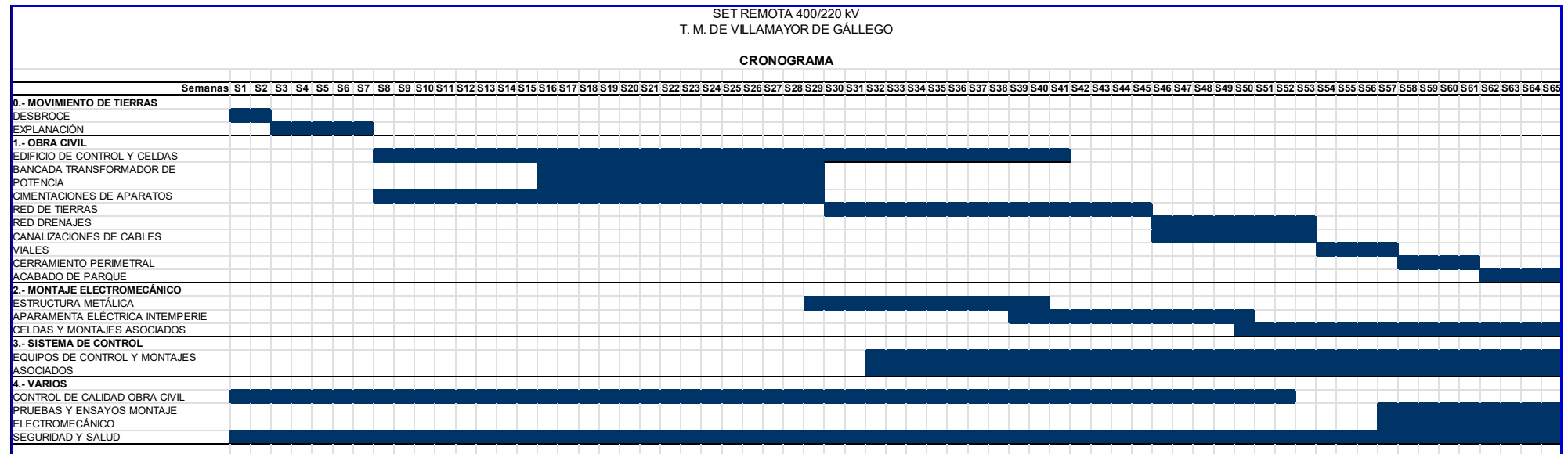
Se ha redactado un documento independiente al presente proyecto con objeto de su presentación a cada uno de los Organismos y Administraciones afectadas, para que estos establezcan, si procede, los condicionados correspondientes.

Los Organismos y Administraciones que han sido identificados como afectados por la presente instalación son:

- Ayuntamiento de Villamayor de Gállego, debido a la implantación de la subestación y su camino de acceso en una parcela del término municipal.

## 7. Plazo de ejecución

La ejecución de este proyecto se ha estimado en sesenta y cinco (65) semanas, incluyendo todas las tareas y suministros necesarios.



### Figura 1. Cronograma.

## 8. Conclusiones

Con lo expuesto en la memoria y con los planos y documentos adjuntos, se consideran suficientemente descritas las instalaciones objeto de este proyecto, para proceder a solicitar las autorizaciones y llevar a cabo los trámites administrativos requeridos para la construcción de la citada subestación.

Zaragoza, Septiembre de 2025

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO



Javier Sanz Osorio

Colegiado 6.134 COGITIAR

Al servicio de SISENER Ingenieros S.L.

# PLAN DE INTERÉS GENERAL DE ARAGÓN - PIGA

Proyecto:

## ACS DC LA PUEBLA

TOMO II.

Libro D. Proyectos de Infraestructuras Externas

- I. Proyecto de Infraestructuras Eléctricas
3. Anexo I: Cálculo de conductores y embarrados

DOCUMENTO PARA APROBACIÓN INICIAL

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

P1SEE00-SN-ELAN-00-700001

Septiembre 2025

## Índice de contenidos

1.	Cálculos justificativos .....	1
1.1	Intensidad lado 400 kV .....	1
1.2	Intensidad lado 220 kV .....	1
2.	Cálculos de conductores .....	2
2.1	Sistema de 400 kV .....	2
2.1.1	Embarrado y conexión de aparatos .....	2
2.1.2	Efectos térmicos de la corriente de cortocircuito.....	2
2.2	Embarrados 400 kV.....	3
2.2.1	Intensidad máxima admisible .....	3
2.2.2	Intensidad de cortocircuito máxima admisible.....	3
2.3	Sistema de 220 kV .....	3
2.3.1	Conexión de aparatos .....	3
2.3.2	Efectos térmicos de la corriente de cortocircuito.....	3
2.4	Conclusiones.....	4

# 1. Cálculos justificativos

## 1.1 Intensidad lado 400 kV

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3}V_p} \text{ (A)}$$

Donde:

S = potencia del transformador en kVA

$V_p$  = tensión primaria en kV

$I_p$  = intensidad primaria en A

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 400 kV.

Para un transformador de 300 MVA obtenemos:

$$I_p = 433,01 \text{ A}$$

## 1.2 Intensidad lado 220 kV

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3}V_s} \text{ (A)}$$

Donde:

S = potencia del transformador en MVA

$V_s$  = tensión secundaria en kV

$I_s$  = intensidad secundaria en A

Para una tensión secundaria de 220 kV y un transformador de 300 MVA obtenemos:

$$I_s = 787,29 \text{ A}$$

## 2. Cálculos de conductores

Se verifica en este apartado que los conductores proyectados cumplen con los requerimientos establecidos para la instalación.

### 2.1 Sistema de 400 kV

#### 2.1.1 Embarrado y conexión de aparatos

El conductor seleccionado para el embarrado y para realizar la conexión entre aparatos es un conductor 242-AL1/39-ST1A LA-280 (HAWK) dúplex, con una intensidad máxima admisible de  $574 \times 2 = 1.148$  A, según los datos del fabricante. Valor superior al máximo requerido por las posiciones de la subestación (433,01 A).

#### 2.1.2 Efectos térmicos de la corriente de cortocircuito

La máxima corriente de cortocircuito admisible por el cable durante 1 segundo se calcula aproximadamente mediante la expresión:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}} [kA]$$

Siendo:

K = coeficiente dependiente del tipo de conductor, 93 para Aluminio

S = sección del conductor en mm<sup>2</sup>

T = duración del cortocircuito en segundos

Para un conductor de aluminio, y una sección de 281,10 mm<sup>2</sup> (x2 al ser dúplex), la intensidad máxima que puede circular por el cable 242-AL1/39-ST1A LA-280 (HAWK) durante 1 segundo es de:

$$I_{cc} = 52,28 \text{ kA}$$

Superior a 40 kA que es la corriente de diseño del sistema de 400 kV.



## 2.2 Embarrados 400 kV

### 2.2.1 Intensidad máxima admisible

El conductor seleccionado para las barras principales de 400 kV es un tubo de aluminio de 120 mm de diámetro exterior y 104 mm de diámetro interior (espesor de pared 8 mm).

La intensidad que puede transportar este conductor permitiendo un calentamiento máximo de 85°C según los datos del fabricante es:

$$I_{\text{máx TUBO 120/104}} = 2985 \text{ A}$$

Siendo la capacidad del embarrado considerado superior a la intensidad máxima prevista (433,01 A), la solución resulta válida.

### 2.2.2 Intensidad de cortocircuito máxima admisible

La máxima corriente de cortocircuito admisible por el cable se calcula mediante la expresión:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}} [kA]$$

Siendo:

K = coeficiente dependiente del tipo de conductor, 93 para Aluminio

S = sección del conductor en mm<sup>2</sup>

T = duración del cortocircuito en segundos

Para un tubo de aluminio, y una sección de 2815 mm<sup>2</sup> (corresponde a un tubo de 120/104), la intensidad máxima que puede circular durante 1 segundo es de:

$$I_{cc} = 261,8 \text{ kA}$$

Se obtiene una intensidad de cortocircuito superior a 40 kA, corriente de diseño del sistema de 400 kV.

## 2.3 Sistema de 220 kV

### 2.3.1 Conexión de aparatos

El conductor seleccionado para el embarrado y para realizar la conexión entre aparatos es un conductor 483-AL1/33-ST1A LA-510 (RAIL) simplex, con una intensidad máxima admisible de 882 A, según los datos del fabricante. Valor superior al máximo requerido por las posiciones de la subestación (787,29 A).

### 2.3.2 Efectos térmicos de la corriente de cortocircuito

La máxima corriente de cortocircuito admisible por el cable durante 1 segundo se calcula aproximadamente mediante la expresión:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}} [kA]$$

Siendo:

K = coeficiente dependiente del tipo de conductor, 93 para Aluminio

S = sección del conductor en mm<sup>2</sup>

T = duración del cortocircuito en segundos

Para un conductor de aluminio, y una sección de 516,80 mm<sup>2</sup>, la intensidad máxima que puede circular por el cable 483-AL1/33-ST1A LA-510 (HAWK) durante 1 segundo es de:

$$I_{cc} = 48,06 \text{ kA}$$

Superior a 40 kA que es la corriente de diseño del sistema de 220 kV.

## 2.4 Conclusiones

Con lo expuesto en la memoria y con los planos y documentos adjuntos, consideramos suficientemente descritas las instalaciones objeto de este proyecto.

Zaragoza, septiembre de 2025

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO



Javier Sanz Osorio

Colegiado 6.134 COGITIAR

Al servicio de SISENER Ingenieros S.L.

# PLAN DE INTERÉS GENERAL DE ARAGÓN - PIGA

Proyecto:

## ACS DC LA PUEBLA

TOMO II.

Libro D. Proyectos de Infraestructuras Externas

I. Proyecto de Infraestructuras Eléctricas

3. Anexo II: Coordinación de aislamiento

DOCUMENTO PARA APROBACIÓN INICIAL

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

P1SEE00-SN-ELAN-00-700002

Septiembre 2025

## Índice de contenidos

1.	Introducción .....	1
2.	Niveles aislamiento y su coordinación .....	2
2.1	Distancias mínimas .....	2
2.2	Distancias a elementos en tensión .....	2
2.2.1	Zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación.....	2
2.2.2	Pasillos de servicio en el exterior.....	3
2.2.3	Zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación.....	3
2.3	Coordinación del aislamiento con los pararrayos.....	3

## Índice de contenidos

Tabla 1. Distancias mínimas de aislamiento.....	2
Tabla 2. Distancias mínimas en horizontal a elementos en tensión.....	3
Tabla 3. Altura mínima sobre el suelo de los elementos en tensión no protegidos. ....	3
Tabla 4. Distancia mínima entre el cerramiento y zonas en tensión. ....	3
Tabla 5. Máximas tensiones de operación del sistema.....	4
Tabla 6. Valores de las sobretensiones de corta duración.....	5
Tabla 7. Tensiones admisibles de los pararrayos. ....	5
Tabla 8. Valores de coeficientes de seguridad.....	5
Tabla 9. Valores de longitud de línea de fuga mínima .....	6
Tabla 10. Valores de los márgenes de protección. ....	6

# 1. Introducción

En este documento se muestra la metodología, los datos y los resultados del estudio de coordinación de aislamiento, para determinar las distancias mínimas y el nivel de aislamiento de los equipos de la SET REMOTA 400/220 kV que forma parte del presente documento.

## 2. Niveles aislamiento y su coordinación

Los materiales que se emplearán en esta instalación tendrán las características de aislamiento más apropiadas a su función.

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 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 1050 kV de cresta a impulso tipo rayo y 460 kV eficaces a frecuencia industrial durante un minuto.

En 400 kV, que corresponden a un valor normalizado de tensión más elevada para el material de 420 kV, se adopta el nivel de aislamiento nominal máximo, que soporta 1425 kV de cresta a impulso tipo rayo.

### 2.1 Distancias mínimas

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:

Tensión Nominal (kV)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra (mm)	Distancia mínima de aislamiento en aire entre fases (mm)
220	2100	2100
400	3400	4200

**Tabla 1. Distancias mínimas de aislamiento.**

La altitud de la instalación es inferior de 1.000 m, por lo tanto, las distancias mínimas no tendrán el factor de corrección por altura.

### 2.2 Distancias a elementos en tensión

Según el apartado 4 de la ITC-RAT-15.

#### 2.2.1 Zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación.

Según la instrucción ITC – RAT 15, en el punto 4.2.1., los elementos en tensión que deban establecerse deberán guardar unas distancias mínimas en horizontal a los elementos en

tensión que se respetarán en toda la zona comprendida entre el suelo y una altura de 200 cm que, según el sistema de protección elegido serán:

De los elementos en tensión a paredes macizas de 180 cm de altura mínima:  $B=d+3$ .

De los elementos en tensión a enrejados de 180 cm de altura mínima:  $C=d+10$ .

De los elementos en tensión a cierres de cualquier tipo:  $E=d+30$  ( $E \geq 125$  cm).

d es la distancia representada en la tabla siguiente.

Nivel de tensión	d	B	C	E
400 kV	340	343	350	370
220 kV	210	213	220	240

**Tabla 2. Distancias mínimas en horizontal a elementos en tensión.**

## 2.2.2 Pasillos de servicio en el exterior.

Según la instrucción ITC – RAT 15, en el punto 4.1.2., los elementos en tensión no protegidos que se encuentren sobre los pasillos deberán estar a una altura mínima H sobre el suelo, medida en centímetros, igual a  $H = 250 + d$ , siendo “d” la distancia expresada en centímetros de las tablas 1, 2 y 3 de la ITC – RAT 12, dadas en función de la tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo para la instalación.

Nivel de tensión	H (cm)
400 kV	590
220 kV	460

**Tabla 3. Altura mínima sobre el suelo de los elementos en tensión no protegidos.**

## 2.2.3 Zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación

Según la instrucción ITC – RAT 15 punto 4.3.1, para cierres de enrejado de altura  $K \geq 220$  cm, en este caso, la distancia en horizontal entre el cerramiento y las zonas en tensión debe ser superior a ( $G=d+150$ ):

Nivel de tensión	G (cm)
400 kV	490
220 kV	360

**Tabla 4. Distancia mínima entre el cerramiento y zonas en tensión.**

## 2.3 Coordinación del aislamiento con los pararrayos

En este apartado se pretende coordinar el aislamiento del conjunto de la aparamenta instalada con los niveles de protección de los pararrayos a colocar, para proporcionar protección a los aparatos contra los riesgos producidos por tensiones anormales de



naturaleza diversa. Estas sobretensiones pueden provocar cebados y causar daños importantes al material, comprometiendo así el suministro de energía a los consumidores.

Se pretende utilizar pararrayos de resistencia variable de óxidos metálicos, en concreto de ZnO, para los cuales existen una serie de consideraciones técnicas, que son las siguientes:

1) Determinación de la máxima tensión de operación del sistema.

Para ello se utiliza la curva MCOV (Maximum Continuous Operating Voltage) o curva de voltaje máximo de operación continua de los pararrayos, que presenta como valor más desfavorable, el valor continuo a lo largo del tiempo de 0,8, lo que indica que los pararrayos pueden soportar una tensión del 80 % de su tensión nominal durante un tiempo indefinido.

$U_n$ (kV)	$U_m$ (kV)	$U_{m\ f-t}$ (kV)	$U_1$ (kV)
400	420	242,78	303,47
220	245	141,45	176,81

**Tabla 5. Máximas tensiones de operación del sistema.**

Donde:

$$U_{m\ f-t} = U_m / \sqrt{3}$$

$$U_1 = U_{m\ f-t} / 0,8$$

2) Consideración de las sobretensiones temporales de onda, a frecuencia industrial, de duración apreciable (faltas a tierra, cortocircuitos, etc.).

Se admite una duración del defecto de puesta a tierra de 2 segundos, lo que supone una disminución de la tensión del 8 %.

Para redes de puesta a tierra, el coeficiente de puesta a tierra,  $C_{pat}$ , vale 0,8 para las redes con neutro efectivamente puesto a tierra, y entre 1 y 1,1 para redes con neutro aislado.

Para el nivel de 400 y 220 kV tomamos un  $C_{pat}$  de 0,8.

El coeficiente de defecto a tierra,  $C_{dt}$ , se define por la relación entre la tensión eficaz máxima a la frecuencia de la red, entre fase perfectamente aislada y tierra, durante un defecto a tierra (que afecte a una o más fases en un punto cualquiera de la red), y la tensión eficaz entre fase y tierra a la frecuencia de la red que se obtendría en el punto considerado en ausencia del defecto a tierra. Su valor viene dado por la expresión:

$$C_{dt} = \sqrt{3} \cdot C_{pat}$$

La evaluación de las sobretensiones temporales de corta duración para cada nivel de tensión se hace mediante la expresión:

$$U_2 = U_{m\ f-t} \cdot C_{dt} / 1,08$$

$U_n$ (kV)	$U_{m\ f-t}$ (kV)	$C_{pat}$	$U_2$ (kV)
400	242,48	0,8	311,10
220	141,45	0,8	181,48

**Tabla 6. Valores de las sobretensiones de corta duración.**

3) Elección del tipo de pararrayos en función de los valores obtenidos en los apartados anteriores.

Se elige el pararrayos de manera que la tensión nominal sea de un valor comercial superior a la mayor de las dos tensiones nominales calculadas en los apartados anteriores,  $U_1$  y  $U_2$ . Además, se indican las tensiones residuales máximas admisibles de los pararrayos de la clase elegida.

$U_n$ (kV)	$U_{sel}$ (kV)	$U_{comercial}$ (kV)	$U_{res\ max}$ (kV cresta)
400	311,10	330	776
220	181,48	198	466

**Tabla 7. Tensiones admisibles de los pararrayos.**

4) Verificación de la coordinación de aislamiento a proteger con el nivel de protección de los pararrayos.

Debe cumplirse que:  $C = BIL / U_{residual} \geq 1,4$

Donde BIL (Basic Insulation Level) es el nivel de aislamiento a la onda de choque 1,2/50  $\mu s$  en kV cresta entre fases de los aparatos a proteger.

$U_n$ (kV)	BIL	$U_{res}$ (kV cresta)	C
400	1300	776	1,67
220	1050	466	2,25

**Tabla 8. Valores de coeficientes de seguridad.**

Por consiguiente, la instalación cumple la coordinación de seguridad exigida (C mayor de 1,4), así como un coeficiente extra de seguridad.

5) Elección de la línea de fuga adecuada.

La longitud de la línea de fuga se hace en función del nivel de contaminación existente en el lugar de emplazamiento de los pararrayos. Se considera que en el emplazamiento de la instalación no hay contaminación apreciable, por tanto

$$\text{Línea de fuga} \geq 31 \cdot U_{me}$$

Siendo  $U_{me}$  la tensión más elevada prevista para el material.

$U_n$ (kV)	$U_{me}$ (kV)	Línea de fuga mínima
400	420	4495
220	245	3920

**Tabla 9. Valores de longitud de línea de fuga mínima**

6) Análisis de márgenes de protección.

Se realizan según la expresión:

$$M_p = [ (BIL / U_{res}) - 1 ] \cdot 100$$

Se tiene:

U <sub>n</sub> (kV)	BIL (kV cresta)	U <sub>res</sub> (kV cresta)	MARGEN
400	1.300	776	67,52 %
220	1.050	466	125,3 %

**Tabla 10. Valores de los márgenes de protección.**

Estos márgenes de protección son ampliamente superiores al valor mínimo del 20 %

Zaragoza, septiembre de 2025  
EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO



Javier Sanz Osorio  
Colegiado 6.134 COGITIAR  
Al servicio de SISENER Ingenieros S.L.

# PLAN DE INTERÉS GENERAL DE ARAGÓN - PIGA

Proyecto:

## ACS DC LA PUEBLA

TOMO II.

Libro D. Proyectos de Infraestructuras Externas

- I. Proyecto de Infraestructuras Eléctricas
3. Anexo III: Red inferior de puesta a tierra

DOCUMENTO PARA APROBACIÓN INICIAL

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

P1SEE00-SN-ELAN-00-700003

Septiembre 2025

## Índice de contenidos

1.	Cálculo de tierras inferiores .....	1
1.1	Objeto y alcance del estudio.....	1
1.2	Datos de diseño .....	1
1.3	Parámetros del sistema de puesta a tierra .....	2
1.3.1	Características del terreno.....	2
1.3.2	Resistividad superficial .....	2
1.3.3	Tiempo total de duración de falta o defecto .....	3
1.3.4	Corriente de puesta a tierra .....	3
1.3.5	Electrodo de puesta a tierra.....	4
1.4	Cálculo del calentamiento del conductor .....	5
1.5	Validación del sistema de puesta a tierra.....	6
1.5.1	Análisis del sistema de puesta a tierra.....	6
1.5.2	Tensión de contacto.....	6
1.5.3	Tensión de paso .....	6
1.6	Cálculos adicionales: resistencia de puesta a tierra.....	7
1.7	Conclusiones análisis malla de puesta a tierra .....	7

## Índice de figura

Figura 1. Gráfica del factor de división de corriente. ....	4
---	---

# 1. Cálculo de tierras inferiores

## 1.1 Objeto y alcance del estudio

El objeto es describir los cálculos que se han realizado para justificar la validez de la malla de tierras que se instalará en la Subestación "REMOTA".

Los cálculos justificativos estarán basados en el documento ITC-RAT 13 de Instalaciones de puesta a tierra según el Real Decreto 337/2014 de 9 de Mayo del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

De los datos estimados, se considera que la resistividad del terreno es de  $100 \Omega \cdot m$ .

Con el fin de conseguir niveles admisibles de las tensiones de paso y contacto, la subestación estará dotada de una malla de tierras inferiores con forma rectangular formada por conductores de cable de cobre desnudo de  $120 \text{ mm}^2$  de sección enterrado a 0,8 m de la cota de explanación, formando retículas aproximadas de  $103 \times 177 \text{ m}$ .

Se conectarán a las tierras de protección todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pudieran estarlo como consecuencia de averías, sobretensiones por descarga atmosféricas o tensiones inductivas. Por este motivo, se unirán a la malla: estructuras metálicas, bases de aparellaje, neutros de transformadores de potencia, reactancias, etc.

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

Será necesario realizar el dimensionamiento de la red de tierras desde el punto de vista térmico con el fin de determinar la sección de los conductores de tierra y desde el punto de vista de la elevación de tensión en el terreno.

## 1.2 Datos de diseño

- Tensión nominal de la Subestación ..... 400 kV
- ( $\rho$ ) Resistividad media del terreno .....  $100 (\Omega \cdot m)$
- ( $\rho_s$ ) Resistividad del terreno en capa superficial .....  $3.000 (\Omega \cdot m)$
- Espesor de la capa superficial (gravas) ..... 0,10 m
- ( $\rho_{sa}$ ) Resistividad superficial acceso .....  $5.000 (\Omega \cdot m)$
- ( $R_{a1}$ ) Resistencia del calzado/pie .....  $2.000 (\Omega)$
- (t) Tiempo de duración del defecto ..... 0,5 s
- Número de líneas subterráneas ..... 4 ud

- Número de líneas de distribución (o trafos de potencia) ..... 2 ud
- (h) Profundidad de la malla..... 0,8 m
- (La) Anchura máxima de la malla ..... 103 m
- (L) Largo máximo de la malla ..... 177 m
- (A) Área cubierta por la malla ..... 18.231 m<sup>2</sup>
- Tensión de servicio nominal ..... 400 kV
- Factor de división corriente líneas aéreas o por inducción ..... 630,79 %
- Razón X/R de la impedancia subtransitoria del sistema ..... 5
- Factor de asimetría (Df)..... 1,01
- Intensidad de cortocircuito aplicada..... 40 kA

## 1.3 Parámetros del sistema de puesta a tierra

### 1.3.1 Características del terreno

El diseño de la puesta a tierra, en base al tipo de terreno se realiza con un modelado homogéneo del terreno y se estima con una resistividad de 100  $\Omega \cdot m$ .

### 1.3.2 Resistividad superficial

El terreno de la subestación estará cubierto con una capa de grava con un espesor mínimo de 10 cm. Se considerará para la capa de grava una resistividad de 3.000  $\Omega \cdot m$ .

Dado que esta capa es de apenas 10 cm de espesor, se calcula una resistividad superficial aparente que tiene en cuenta esta circunstancia aplicando un factor reductor  $C_s$  que se obtiene de la siguiente fórmula empírica:

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

Donde:

- $\rho$ : resistividad del suelo en  $\Omega \cdot m$
- $\rho_s$ : resistividad superficial en  $\Omega \cdot m$
- $h_s$ : espesor de la capa superficial, en m

Por lo tanto,  $C_s = 0,67$ . Aplicando este factor a la resistividad superficial, se tiene el valor de la resistividad superficial equivalente  $\rho'_s$  a aplicar en los cálculos de tensiones admisibles.

$$\rho'_s = 1.995 \Omega \cdot m$$



### 1.3.3 Tiempo total de duración de falta o defecto

Se considera un valor de tiempo igual a 0,5 segundos, correspondiente a la suma de los tiempos parciales de la corriente de defecto de los sucesivos posibles reenganches automáticos.

### 1.3.4 Corriente de puesta a tierra

El proyecto de la instalación de puesta a tierra se realiza sobre un valor de corriente de falta ( $I_f$ ) máximo admisible de 40 kA.

Sobre este valor de 40 kA se consideran los siguientes factores:

- Factor de incremento ( $C_p$ ) igual a 1,1.
- La constante de tiempo subtransitoria depende del factor X/R del sistema, que no es fácilmente calculable. El valor estándar es de 3 a 10, pero su influencia cuanto mayor sea. En este caso el valor para el factor X/R es de 5 (Valor extraído del informe anual de cortocircuito de Red Eléctrica de España).
- Factor de asimetría ( $D_f$ ) para un tiempo superior a 1 s vale 1, y por debajo de ese tiempo se obtiene según la expresión:

$$D_f = \sqrt{1 + \frac{T_a}{t_f} \cdot (1 - e^{-2t_f/T_a})}$$

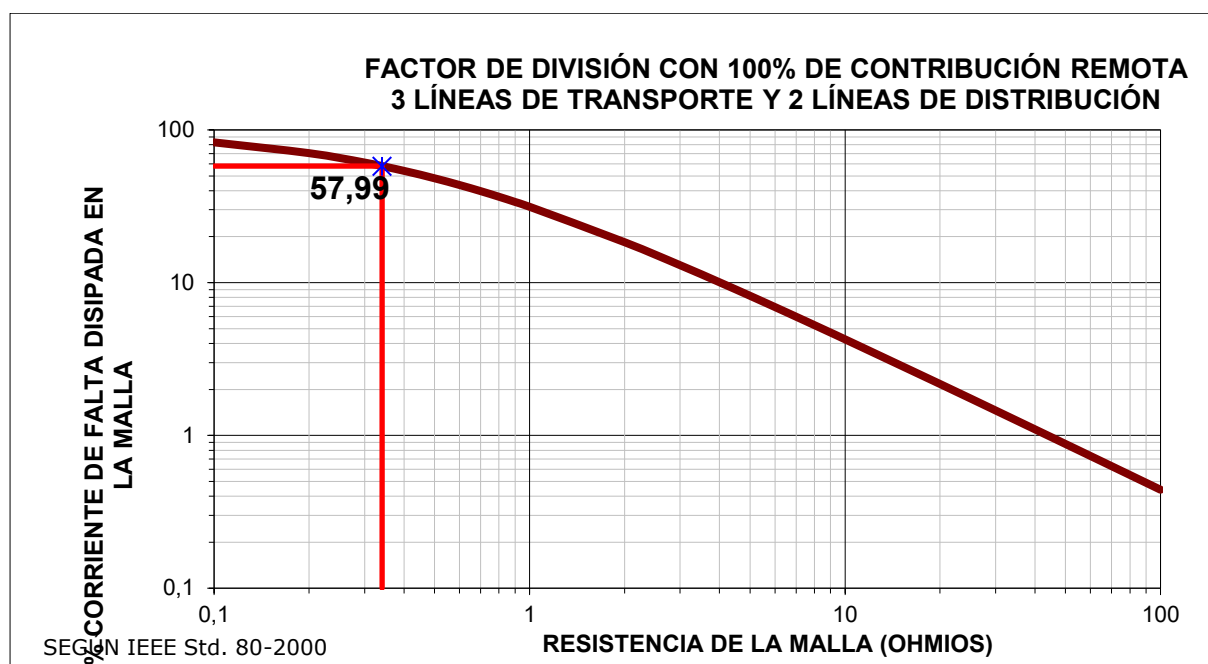
Donde:

$T_a$  es la constante de tiempo subtransitoria del sistema equivalente.

Según la norma IEEE-80, se puede obtener un factor de división de la corriente de cortocircuito que dependerá del porcentaje de contribución a la corriente de cortocircuito local y remoto, de la cantidad de líneas de transmisión y distribución conectadas a la subestación, así como los valores de resistencia de la red de tierra y las resistencias de puesta a tierra de las líneas de transmisión y distribución.

Para el caso de nuestra subestación se han considerado tres líneas de transmisión (líneas aéreas) y tres líneas de distribución tomando como tal los transformadores de potencia.

Por lo tanto, el factor de división de corriente que determina la porción de corriente de defecto que pasa al terreno a través de la instalación de puesta a tierra provocando la elevación de potencial de la misma, según la IEEE en la gráfica se puede obtener un factor de división de 57,99 %.



**Figura 1. Gráfica del factor de división de corriente.**

En la gráfica se entra con la resistencia de la malla de tierra calculada en los siguientes apartados y cuyo valor asciende a 0,34 Ω.

Se determina una corriente de puesta a tierra (IG) de 28,51 kA.

$$IG = Cp \cdot Df \cdot Sf \cdot If$$

### 1.3.5 Electrodo de puesta a tierra

El electrodo tiene morfología de entramado rectangular y se encuentra enterrado a una profundidad de 0,8 m. Las dimensiones son aprox. 103 y 177 metros con 35 elementos paralelos en el lado corto, y 20 elementos paralelos en el lado largo.

Prescripciones generales de seguridad

Al efecto de validar el diseño de la instalación de puesta a tierra se calculan los valores máximos de las tensiones de paso y contacto a que puedan quedar sometidas las personas que circulen o permanezcan en puntos accesibles del interior o exterior de la instalación eléctrica.

De acuerdo a la instrucción técnica ITC-RAT 13 del Reglamento de instalaciones de alta tensión vigente, las tensiones de paso y contacto vienen dadas por las siguientes expresiones:

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

$$U_p = 10U_{ca} \left( 1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1000} \right)$$

Siendo:

$U_{ca}$ : Valor admisible de la tensión de contacto aplicada en función de la duración de la corriente de falta, obtenida de la Tabla 1 de ITC-RAT 13, en V.

$R_{a1}$ : Resistencia de contacto del calzado, se toma 2.000  $\Omega$ .

$\rho_s$ : Resistividad de la capa superficial del terreno, en  $\Omega \cdot m$ .

Así pues, para la resistividad superficial del modelo de terreno, y el tiempo de despeje de la falta (0,5 s) adoptados, se tienen las siguientes tensiones de paso y contacto máximas admisibles:

$$U_c = 1.018,6 \text{ V}$$

$$U_p = 34.624 \text{ V}$$

## 1.4 Cálculo del calentamiento del conductor

Se deberá calcular que el conductor no alcanza la temperatura máxima de 300 °C durante un cortocircuito.

Según la IEEE-80, se describe la siguiente expresión, para relacionar temperaturas máximas alcanzadas, sección de conductor e intensidad admisible:

$$A_{mm^2} = I \cdot \sqrt{\frac{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r \cdot 10^4}{TCAP \cdot \ln\left(1 + \frac{T - T_a}{K_0 + T_a}\right)}}$$

siendo:

$\alpha_0$ : coeficiente térmico de la resistividad del conductor a 0°C, 0,00413.

$$K_0 = 1/\alpha_0$$

$\alpha_r$ : coeficiente térmico de la resistividad del conductor a 20°C, 0,00381

$T_f$ : temperatura de fusión del conductor, 1.084

$\rho_r$ : resistividad de conductor, 1,777  $\mu\Omega \cdot cm$

TCAP: factor de capacidad térmica del conductor, 3,422 J/cm<sup>3</sup>/°C

$t_c$ : tiempo de duración de la falta, 0,5 seg.

$T_a$ : temperatura ambiente de calentamiento, 25 °C

Despejando en este caso la temperatura, se obtiene un valor de **177,26 °C**, muy por debajo de la máxima admisible, de 300° C

Para esta sección de dos conductores de 150 mm<sup>2</sup>, la densidad de corriente es de **150,74 A/mm<sup>2</sup>**, inferior a los 160 A/mm<sup>2</sup> máximos admisibles para el Cu.

## 1.5 Validación del sistema de puesta a tierra

### 1.5.1 Análisis del sistema de puesta a tierra

La validación del electrodo en cada escenario se establece atendiendo a los siguientes criterios:

- Tensiones de contacto resultantes inferiores a las máximas admitidas.
- Tensiones de paso resultantes inferiores a las máximas admitidas.

### 1.5.2 Tensión de contacto

Se define la tensión de contacto como la fracción de la tensión que puede puentear una persona entre la mano y el pie, considerando una separación de 1 metro.

Por su propia definición, la verificación de la tensión de contacto debe cumplirse, al menos, a un metro de cualquier objeto metálico que se encuentra conectado a tierra y que puede presentar una elevación de tensión con respecto al suelo en el momento de producirse una falta a tierra. La separación de un metro es la distancia máxima teórica que podría tocar una persona puesta de pie con el brazo extendido.

Para el caso en estudio, se debe cumplir la tensión de contacto al menos a un metro del cerramiento, puesto que este elemento es el único que es accesible y susceptible de presentar una tensión superior a la del suelo en el momento de una falta.

La tensión máxima de contacto es de **899,04 V**, valor inferior al límite de **1.018,6 V**. Por lo tanto, bajo estas condiciones, el electrodo es válido según el criterio de la tensión de contacto.

### 1.5.3 Tensión de paso

Cuando se produce una descarga a través de la red de puesta a tierra, en la superficie del terreno aparece una tensión. Si el gradiente de tensión superficial es lo suficientemente grande, una persona que se encuentre en las proximidades puede sufrir un choque eléctrico sin necesidad de estar tocando parte conductora alguna. Esta circunstancia se da cuando la diferencia de tensión superficial existente entre un pie y el otro es lo suficientemente elevada. En este contexto se define el concepto de tensión de paso: la tensión de paso es la tensión que una persona puede puentear con los dos pies, considerando el paso de una longitud de un metro.

La tensión de paso es menos peligrosa que la de contacto, por lo que el límite de la tensión admisible es superior comparado con ésta.

La tensión máxima que se alcanza es de **741,74 V**, valor muy por debajo del límite de **34.624 V**. Por lo tanto, bajo estas condiciones, el electrodo también es válido según el criterio de la tensión de paso.

## 1.6 Cálculos adicionales: resistencia de puesta a tierra

Resistencia de la puesta a tierra según Fórmula de Sverak

$$R_g = \rho \cdot \left[ \frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20 \cdot A}} \cdot \left( 1 + \frac{1}{1 + h \cdot \sqrt{20/A}} \right) \right] = 0,34 \, \Omega.$$

Siendo:

$\rho$  resistividad media de la tierra

A: área ocupada por la malla de puesta a tierra

L: longitud total de conductor enterrado,  $L=L_C+L_R$   $L=L_C+L_r \cdot n_r$

h: profundidad de enterramiento de la malla

## 1.7 Conclusiones análisis malla de puesta a tierra

Habiendo realizado las comprobaciones pertinentes, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

El electrodo de puesta a tierra proyectado para la Subestación “REMOTA” se encuentra enterrado a una profundidad de 0,8 m. Las dimensiones son 103 y 177 metros de lado con 35 elementos paralelos al lado corto, y 20 elementos paralelos al lado largo. El material se compondrá de conductores de Cu de 120 mm<sup>2</sup> de sección.

Con estas características, el electrodo de puesta a tierra está debidamente protegido contra fallos de tierra.

Zaragoza, Septiembre de 2025  
EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO



Javier Sanz Osorio  
Colegiado 6.134 COGITIAR  
Al servicio de SISENER Ingenieros S.L.

# PLAN DE INTERÉS GENERAL DE ARAGÓN - PIGA

Proyecto:

## ACS DC LA PUEBLA

TOMO II.

Libro D. Proyectos de Infraestructuras Externas

I. Proyecto de Infraestructuras Eléctricas

3. Presupuesto

DOCUMENTO PARA APROBACIÓN INICIAL

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

P1SEE00-SN-CSDW-00-710000

Septiembre 2025

## Índice de contenidos

1.	Presupuesto Parcial .....	1
2.	Presupuesto Total.....	5

# 1. Presupuesto Parcial

## CAP. 1

## OBRA CIVIL

Partida	Descripción	UNIDADES	PRECIO UNITARIO (€)	EUROS
1.1	Limpieza del terreno y movimiento de tierra para preparación de superficie (m <sup>2</sup> )	23.673,00	25,57	605.318,61
1.2	Relleno de tierras (m3)	14.203,80	27,6	392.024,88
1.3	Edificio de control y protección SET	1	325.691,52	325.691,52
1.4	Losa Edificio Control	1	11.877,58	11.877,58
1.5	Bancada transformador de potencia	2	40.000,00	80.000,00
1.6	Cimentación botella terminal + autoválvula 400 kV	6	1.365,00	8.190,00
1.7	Cimentación seccionador con P.a.T. 400 kV	12	1.365,00	16.380,00
1.8	Cimentación seccionador sin P.a.T. 400 kV	18	1.365,00	24.570,00
1.9	Cimentación seccionador pantógrafo 400 kV	18	1.365,00	24.570,00
1.10	Cimentación aisladores 400 kV	4	1.365,00	5.460,00
1.11	Cimentación interruptor automático 400 kV	15	2.080,00	31.200,00
1.12	Cimentación transformador de intensidad 400 kV	18	1.365,00	24.570,00
1.13	Cimentación TT de línea 400 kV	6	1.365,00	8.190,00
1.14	Cimentación TT de barras 400 kV	6	1.365,00	8.190,00
1.15	Cimentación botella terminal + autoválvula 220 kV	12	1.125,00	13.500,00
1.16	Cimentación transformador de intensidad 220 kV	12	1.125,00	13.500,00
1.17	Cimentación interruptor automático 220 kV	8	1.125,00	9.000,00
1.18	Cimentación seccionador 220 kV	12	1.125,00	13.500,00
1.19	Cimentación transformador de tensión 220 kV	6	1.125,00	6.750,00
1.20	Cimentación pórtico de barras	28	4.500,00	126.000,00
1.21	Bancada reactancia	2	18.000,00	36.000,00
1.22	Cimentación grupo electrógeno	1	6.500,00	6.500,00
1.23	Depósito de aceite	1	80.000,00	80.000,00
1.24	Cimentación alumbrado	40	750,00	30.000,00
1.25	Red de Canalizaciones	1	198.573,17	198.573,17
1.26	Red de tierras	1	141.408,53	141.408,53
1.27	Red de Drenajes	1	35.250,00	35.250,00
1.28	Acabado parque, urbanización y cerramiento perimetral	1	56.983,65	56.983,65
<b>TOTAL OBRA CIVIL</b>				<b>2.333.197,95</b>



## EQUIPOS PRINCIPALES Y MONTAJE CAP. 2 ELECTROMECAÁNICO

Partida	Descripción	UNIDADES	PRECIO UNITARIO (€)	EUROS
2.1	Transformador de potencia 400/220 kV 300 MVA	2	3.500.000,00	7.000.000,00
2.2	Aisladores 400 kV	4	1.950,00	7.800,00
2.3	Autoválvula 400 kV	9	7.700,00	69.300,00
2.4	Transformador de intensidad 400 kV	18	27.500,00	495.000,00
2.5	Transformador de tensión 400 kV	6	32.500,00	195.000,00
2.6	Interruptor automático unipolar 400 kV	15	25.000,00	375.000,00
2.7	Seccionador pantógrafo 400 kV	18	22.000,00	100.000,00
2.8	Seccionador de línea 400 kV sin P.a.T.	4	25.000,00	396.000,00
2.9	Seccionador de línea 400 kV con P.a.T.	2	25.000,00	50.000,00
2.10	Botella terminal 400 kV	6	7.310,00	43.860,00
2.11	Autoválvula 220 kV	12	2.215,00	26.580,00
2.12	Transformador de intensidad 220 kV	12	22.670,35	272.044,20
2.13	Interruptor automático tripolar 220 kV	4	18.264,00	73.056,00
2.14	Seccionador 220 kV con P.a.T.	4	18.000,00	72.000,00
2.15	Transformador de tension 220 kV	6	25.000,00	150.000,00
2.16	Botella terminal 220 kV	12	5.980,00	71.760,00
2.17	Transformador SS.AA. 100 kVA	2	24.737,28	49.474,56
2.18	Reactancia de PAT 220 kV	2	40.000,00	80.000,00
2.19	Grupo electrógeno 100 kVA	1	18.965,64	18.965,64
2.20	Sistema de F.O.	1	19.260,00	19.260,00
2.21	Conductores	1	30.000,00	30.000,00
2.22	Estructuras metálicas	1	220.000,00	220.000,00
2.23	Montaje electromecánico	1	275.000,00	275.000,00
<b>TOTAL EQUIPOS PRINCIPALES Y MONTAJE ELECTROMECAÁNICO</b>				<b>10.090.100,40</b>

**CAP. 3 SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCIÓN**

<b>Partida</b>	<b>Descripción</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>PRECIO UNITARIO (€)</b>	<b>EUROS</b>
3.1	Armarios de control, comunicaciones y montajes asociados	1	246.905,18	246.905,18
3.2	Cables y accesorios	1	127.050,16	127.050,16
3.3	Equipo e instalación de seguridad	1	45.850,00	45.850,00
<b>TOTAL SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCIÓN</b>				<b>419.805,34</b>

**CAP. 4 GESTIÓN**

<b>Partida</b>	<b>Descripción</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>PRECIO UNITARIO (€)</b>	<b>EUROS</b>
4.1	Gestión de residuos	1	3.000,00	3.000,00
4.2	Ingeniería del proyecto	1	350.000,00	350.000,00
4.3	Gestión de permisos y daños	1	33.500,00	33.500,00
4.4	Ingeniería de control de calidad de materiales	1	67.165,00	67.165,00
4.5	Servicios varios no técnicos	1	5.000,00	5.000,00
4.6	Supervisión e inspección	1	157.680,00	157.680,00
4.7	Adecuación Paisajística	1	10.000,00	10.000,00
4.8	Seguridad y vigilancia	1	150.000,00	150.000,00
4.9	Estudio de Seguridad y Salud	1	13.650,92	13.650,92
<b>TOTAL INGENIERÍA Y GESTIÓN</b>				<b>789.995,92</b>

## 2. Presupuesto Total

Según los presupuestos desarrollados en los presupuestos parciales, el presupuesto general de ejecución para la subestación SET REMOTA 400/220 kV queda resumido a continuación:

### PRESUPUESTO TOTAL

CAP.	Descripción	EUROS
1	OBRA CIVIL	2.333.197,95
2	EQUIPOS PRINCIPALES Y MONTAJE ELECTROMECAÁNICO	10.090.100,40
3	SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCIÓN	419.805,34
4	GESTIÓN	789.995,92
<b>Total PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>13.633.099,61</b>
GASTOS GENERALES (13% PEM)		1.772.302,95
BENEFICIO INDUSTRIAL (6% PEM)		817.985,98
<b>Total PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>		<b>16.223.388,53</b>

De acuerdo con los mostrado anteriormente, asciende el presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de **DIECISÉIS MILLONES DOSCIENTOS VEINTITRÉS MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS** (16.223.388,53 €).

Zaragoza, Septiembre de 2025  
EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO



Javier Sanz Osorio  
Colegiado 6.134 COGITAR  
Al servicio de SISENER Ingenieros S.L.

# PLAN DE INTERÉS GENERAL DE ARAGÓN - PIGA

Proyecto:

## ACS DC LA PUEBLA

TOMO II.

Libro D. Proyectos de Infraestructuras Externas

I. Proyecto de Infraestructuras Eléctricas

3. Portada planos e índice

DOCUMENTO PARA APROBACIÓN INICIAL

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

P1SEE00-SN-00-720000

Julio 2025

TÍTULO	CÓDIGO
SITUACIÓN	P1SEE00-SN-ELDW-00-720001
EMPLAZAMIENTO	P1SEE00-SN-ELDW-00-720002
PLANTA GENERAL DE INSTALACIONES	P1SEE00-SN-ELDW-00-720003
SECCIONES GENERALES	P1SEE00-SN-ELDW-00-720004
MOVIMIENTO DE TIERRAS	P1SEE00-SN-CIDW-00-720005
UNIFILAR SIMPLIFICADO	P1SEE00-SN-ELDW-00-720006
UNIFILAR PROTECCIONES AT	P1SEE00-SN-ELDW-00-720007
PLANTA GENERAL DE CIMENTACIONES Y CANALIZACIONES	P1SEE00-SN-ELDW-00-720008
PLANTA GENERAL DE TIERRAS INFERIORES	P1SEE00-SN-ELDW-00-720009
EDIFICIO – DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS	P1SEE00-SN-ELDW-00-720010
EDIFICIO – ELEVACIONES Y SECCIONES	P1SEE00-SN-ELDW-00-720011
DETALLES CERRAMIENTO	P1SEE00-SN-ELDW-00-720012
PUERTA DE ACCESO TIPO	P1SEE00-SN-ELDW-00-720013



Proyecto / Project

Plan de Interés General de Aragón para la Implantación de Centro de Datos en la Puebla de Alfindén en Aragón.

General Interest Plan of Aragon for the Implementation of Data Centers in Puebla de Alfindén in Aragon.

TOMO II. Libro D.I.3. Proyecto Básico de Infraestructuras Eléctricas de nuevo Campus de Centros de Datos ACS DC LA PUEBLA, en la Puebla de Alfindén (Zaragoza).

VOLUME II. Book D.I.3. Basic Project for Electrical Infrastructures of the new Campus of ACS DC LA PUEBLA, in Puebla de Alfindén (Zaragoza).

Cliente / Client

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

Representado por / Represented by

Alfonso Sánchez Mier  
ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L. CIF B-72596547  
Avenida camino de Santiago, 50, 28050, Madrid  
Projectista / Designer

El Ingeniero Técnico Industrial  
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.  
D. Javier Sanz Osorio  
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134



00	09/2025	EMISIÓN INICIAL / FIRST EDITION
Rev	Fecha / Date	Descripción / Description

FTC/SSR	CLO/SSR	BDC/SSR	IRIDIUM
Drawn by	Reviewer	Verifier	Approved

Fase de Proyecto / Phase

DISEÑO BÁSICO / BASIC DESIGN

Título de Proyecto / Project Title

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS - SET REMOTA 400 kV  
ELECTRICAL INFRASTRUCTURES PROJECT SET REMOTA 400 kV

Título de plano / Drawing title

SITUACIÓN  
SITUATION

Código PIGA / PIGA Code

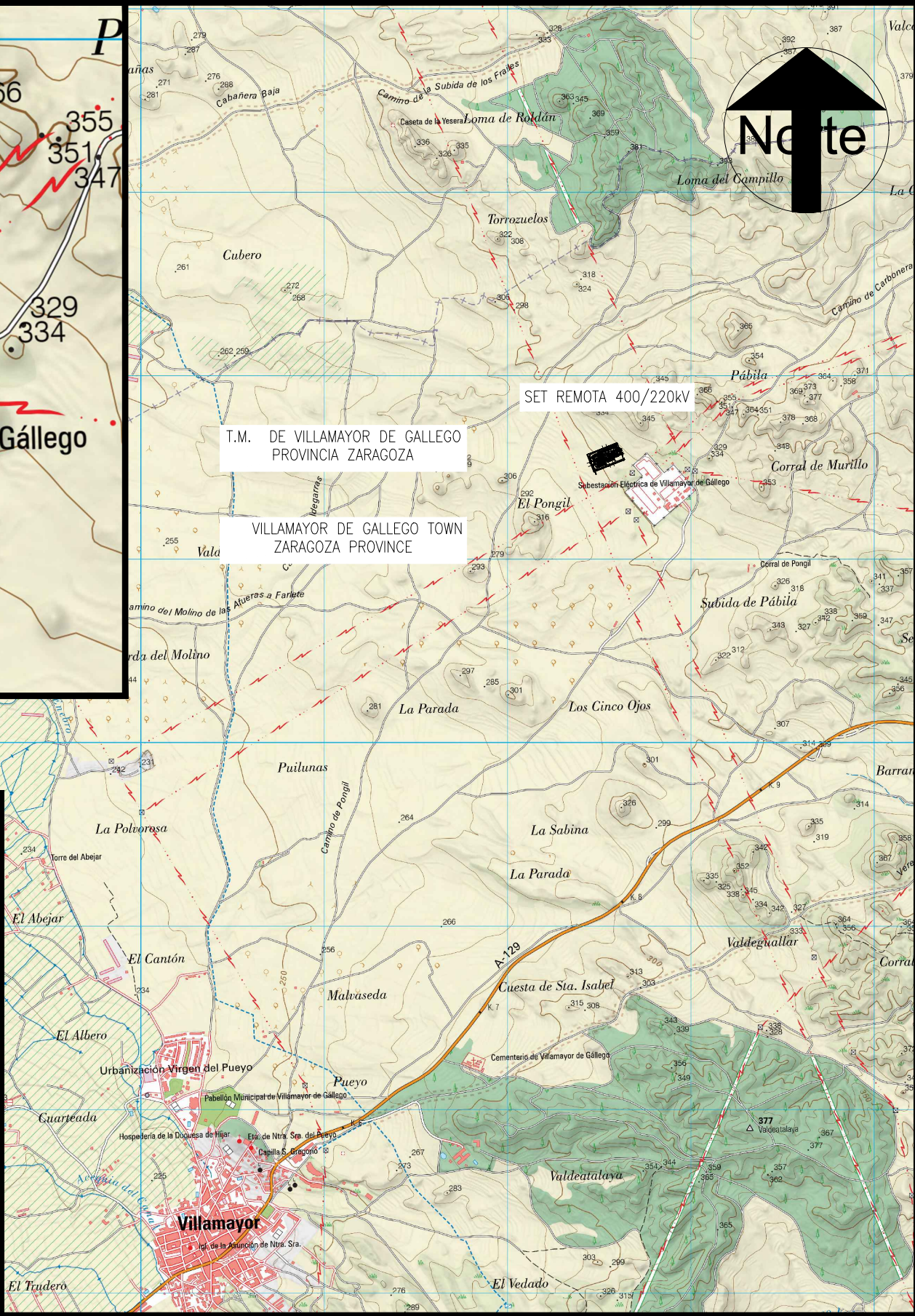
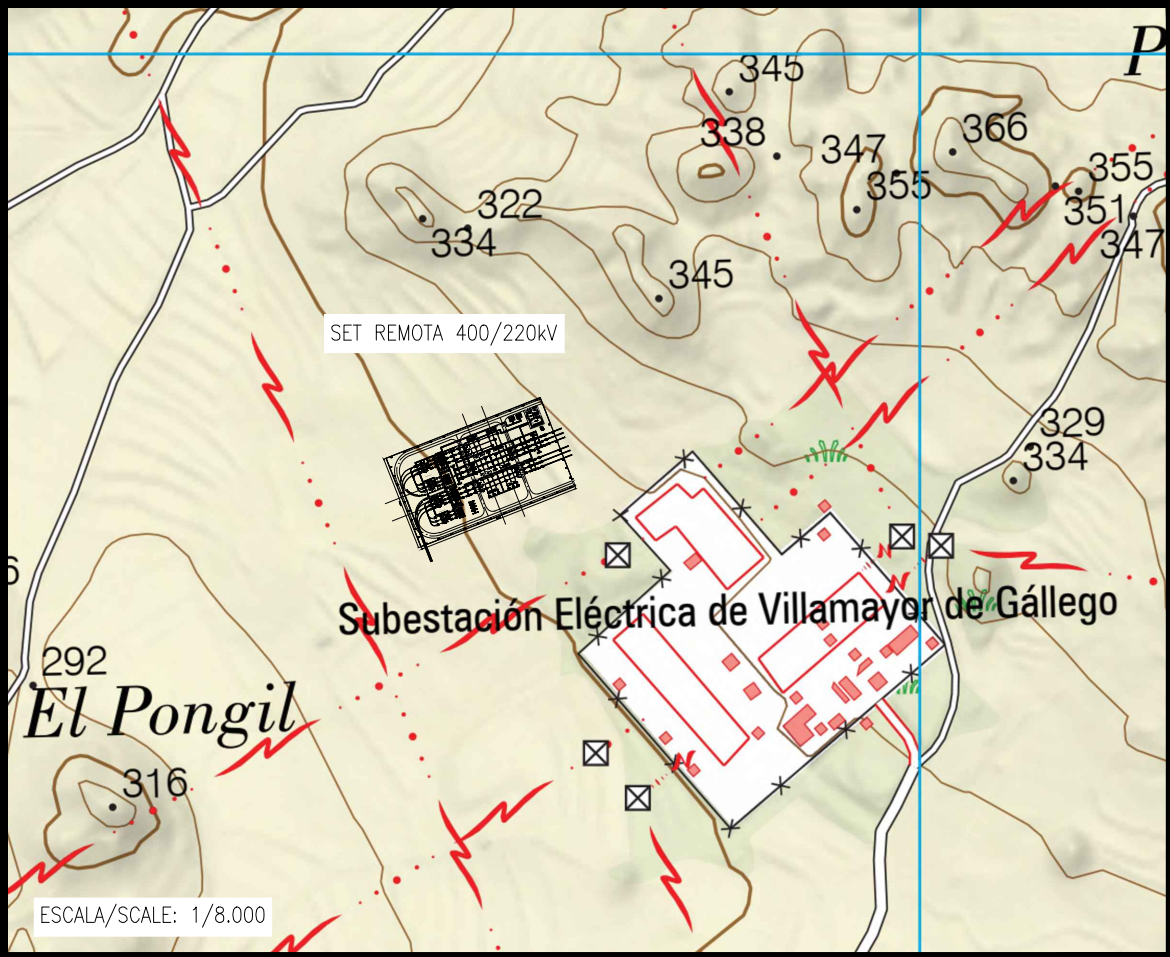
ACS-T02-P0D130

Código de Plano / Drawing Number

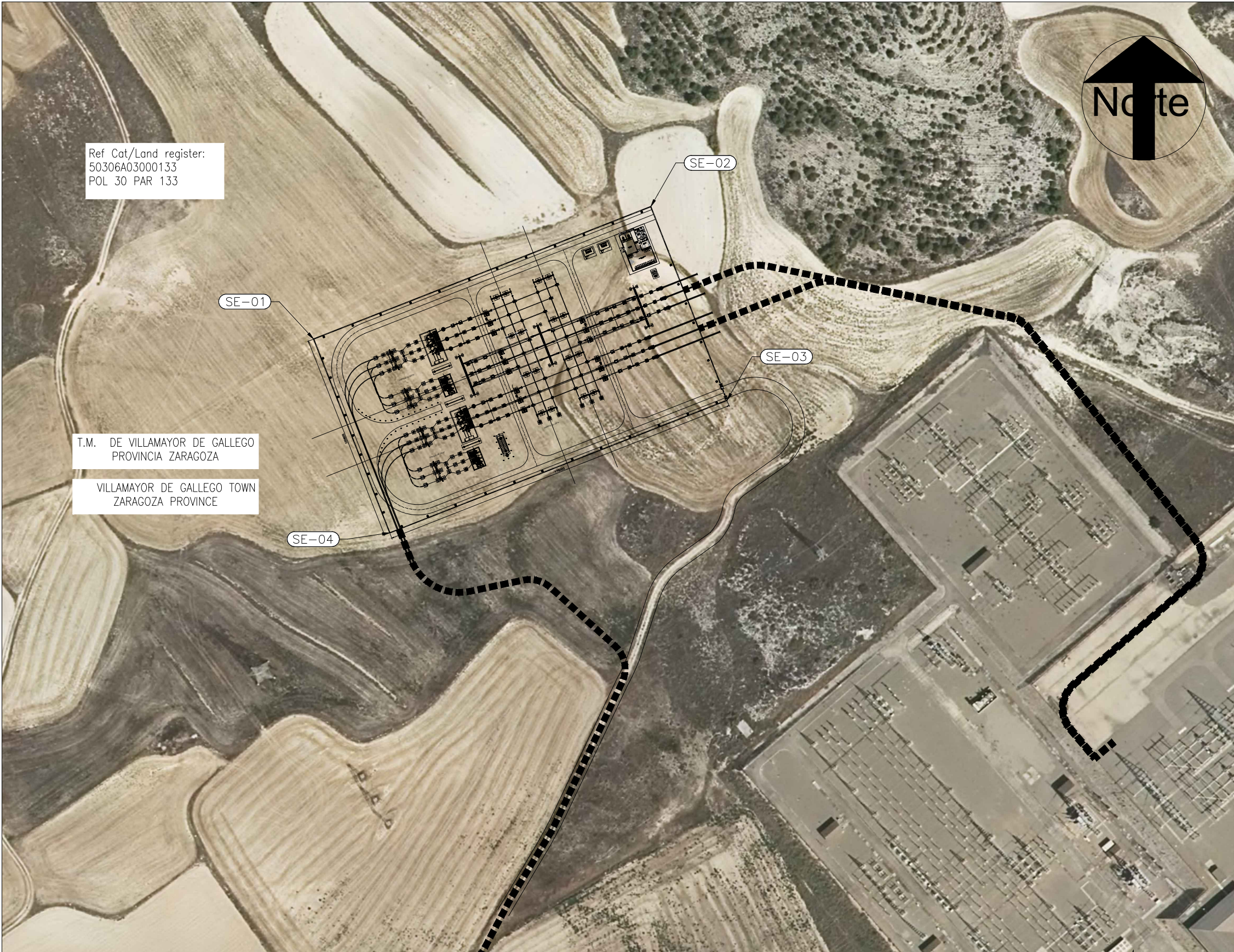
P1SEE00-SN-ELDW-00-720001

Escala / Scale: 1:30.000

Rev. nº: 00







COORDENADAS VALLADO/FENCE COORDINATES SET REMOTA		
PUNTO	X	Y
SE-01	687.435,58	4.621.573,47
SE-02	687.598,46	4.621.637,47
SE-03	687.635,25	4.621.543,83
SE-04	687.472,37	4.621.479,83

Proyecto / Project

Plan de Interés General de Aragón para la Implantación de Centro de Datos en la Puebla de Alfindén en Aragón.

General Interest Plan of Aragon for the Implementation of Data Centers in Puebla de Alfindén in Aragon.

TOMO II. Libro D.I.3. Proyecto Básico de Infraestructuras Eléctricas de nuevo Campus de Centros de Datos ACS DC LA PUEBLA, en la Puebla de Alfindén (Zaragoza).

VOLUME II. Book D.I.3. Basic Project for Electrical Infrastructures of the new Campus of ACS DC LA PUEBLA, in Puebla de Alfindén (Zaragoza).

Cliente / Client

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

Representado por / Represented by

Alfonso Sánchez Mier  
ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L. CIF  
B-72596547

Avenida camino de Santiago, 50, 28050, Madrid

Projectista / Designer

El Ingeniero Técnico Industrial  
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.  
D. Javier Sanz Osorio  
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134



00	09/2025	EMISIÓN INICIAL / FIRST EDITION
Rev	Fecha / Date	Descripción / Description

FTC/SSR	CLO/SSR	BDC/SSR	IRIDIUM
Drawn by	Reviewer	Verifier	Approved

Fase de Proyecto / Phase

DISEÑO BÁSICO / BASIC DESIGN

Título de Proyecto / Project Title

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS  
ELÉCTRICAS - SET REMOTA 400 kV  
ELECTRICAL INFRASTRUCTURES PROJECT  
SET REMOTA 400 kV

Título de plano / Drawing title

EMPLAZAMIENTO  
LOCATION

Código PIGA / PIGA Code

ACS-T02-P0D130

Código de Plano / Drawing Number

P1SEE00-SN-ELDW-00-720002

Escala / Scale: 1:2000

Rev. nº: 00



ISO A3 297mm x 420mm

EQUIPOS/EQUIPMENT 400kV		
POS.	CANT./QTTY	DENOMINACIÓN/DENOMINATION
A-8	2	TRANSFORMADOR DE POTENCIA/POWER TRANSFORMER
A-9	6	PARARRAYOS/SURGE ARRESTER
A-10	2	SECCIONADOR TRANSFORMADOR/DISCONNECT SWITCHES TRANSFORMER
A-11	1	SECCONADOR DE BARRAS/DISCONNECT SWITCHES BARS
A-12	18	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD/CURRENT TRANSFORMER
A-13	15	INTERRUPTOR/SWITCH BREAKER
A-14	4	AISLADOR SOPORTE/INSULATOR SUPPORT
A-15	18	PANTÓGRAFO/PANTOGRAPH
A-16	6	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN EN BARRAS/VOLTAGE TRANSFORMER BARS
A-17	2	SECCIONADOR DE LÍNEA/DISCONNECT SWITCHES LINE
A-18	1	SECCIONADOR DE BARRAS CON P.A.T/DISCONNECT SWITCHES BARS P.A.T
A-19	6	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN/VOLTAGE TRANSFORMER
A-20	6	BOTELLA TERMINAL-PARARRAYOS/TERMINAL BOTTLE-SURGE ARRESTER

EQUIPOS/EQUIPMENT 220kV		
POS.	CANT./QTTY	DENOMINACIÓN/DENOMINATION
A-1	12	BOTELLA TERMINAL-PARARRAYOS/TERMINAL BOTTLE-SURGE ARRESTER
A-2	6	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN/VOLTAGE TRANSFORMER
A-3	4	SECCIONADOR DE LÍNEA/DISCONNECT SWITCHES LINE
A-4	4	INTERRUPTOR/SWITCH BREAKER
A-5	12	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD/CURRENT TRANSFORMER
A-6	12	PARARRAYOS DE TRANSFORMADOR/SURGE ARRESTER TRANSFORMER
A-7	2	REACTANCIA/REATANCE



Proyecto / Project

Plan de Interés General de Aragón para la Implantación de Centro de Datos en la Puebla de Alfindén en Aragón.

General Interest Plan of Aragon for the Implementation of Data Centers in Puebla de Alfindén in Aragon.

TOMO II. Libro D.I.3. Proyecto Básico de Infraestructuras Eléctricas de nuevo Campus de Centros de Datos ACS DC LA PUEBLA, en la Puebla de Alfindén (Zaragoza).

VOLUME II. Book D.I.3. Basic Project for Electrical Infrastructures of the new Campus of ACS DC LA PUEBLA, in Puebla de Alfindén (Zaragoza).

Cliente / Client

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

Representado por / Represented by

Alfonso Sánchez Mier  
ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L. CIF  
B-72596547  
Avenida camino de Santiago, 50, 28050, Madrid  
Projectista / Designer

El Ingeniero Técnico Industrial  
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.  
D. Javier Sanz Osorio  
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134



00	09/2025	EMISIÓN INICIAL / FIRST EDITION
Rev	Fecha / Date	Descripción / Description

FTC/SSR	CLO/SSR	BDC/SSR	IRIDIUM
Drawn by	Reviewer	Verifier	Approved

Fase de Proyecto / Phase

DISEÑO BÁSICO / BASIC DESIGN

Título de Proyecto / Project Title

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS  
ELÉCTRICAS - SET REMOTA 400 kV  
ELECTRICAL INFRASTRUCTURES PROJECT  
SET REMOTA 400 kV

Título de plano / Drawing title

PLANTA GENERAL DE INSTALACIONES  
GENERAL FACILITIES PLAN

Código PIGA / PIGA Code

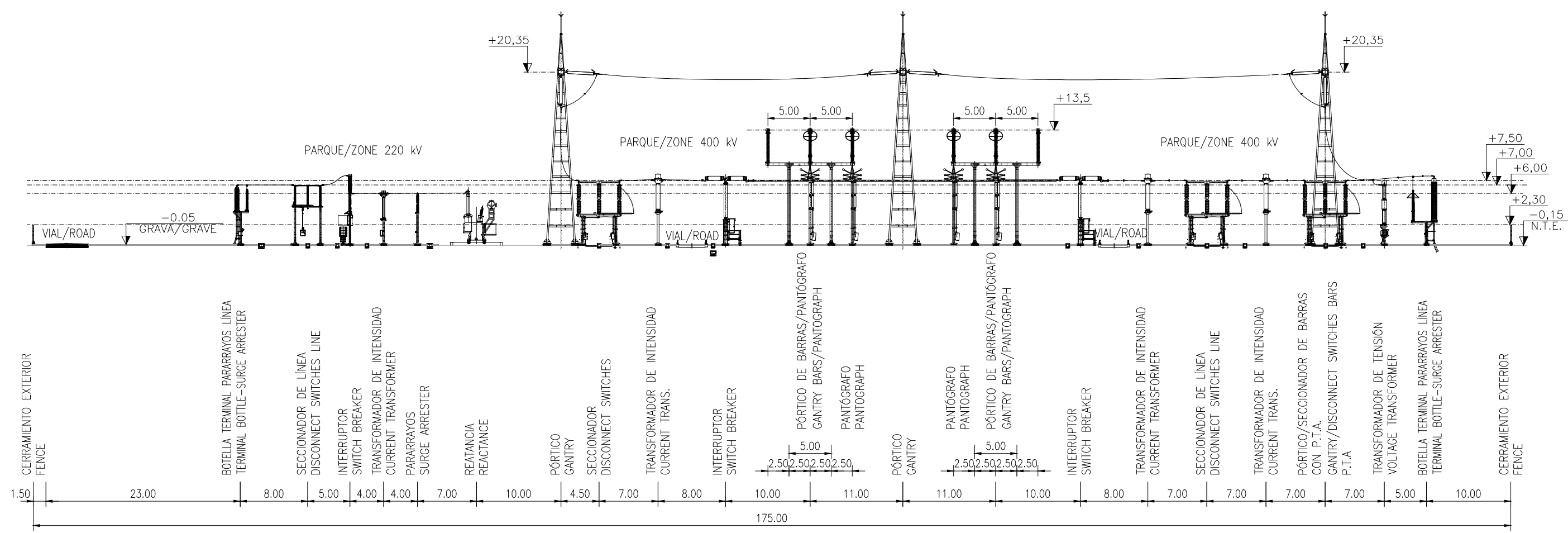
ACS-T02-P0D130

Código de Plano / Drawing Number

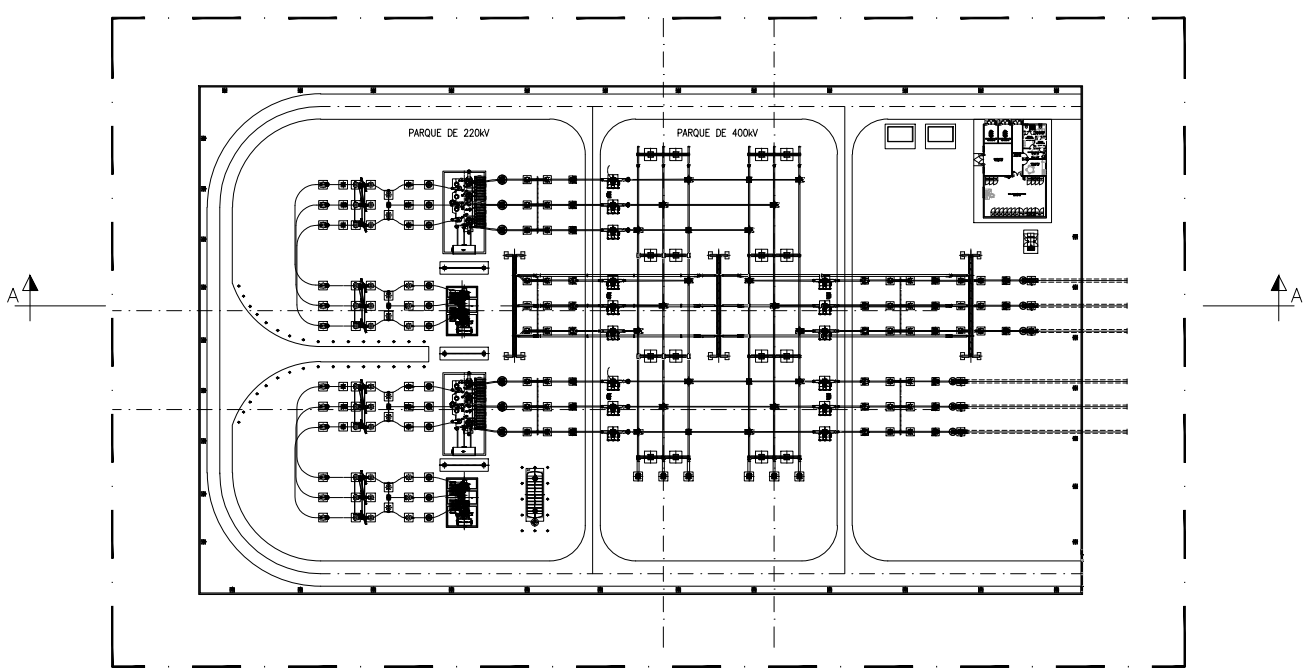
P1SEE00-SN-ELDW-00-720003

Escala / Scale: 1:700

Rev. nº: 00



SECCIÓN/SECTION  
A-A



PLAN VIEW

N/S

## Proyecto / Project

Plan de Interés General de Aragón para la  
Implantación de Centro de Datos en la Puebla  
de Alfandén en Aragón.

*General Interest Plan of Aragon for the  
Implementation of Data Centers in Puebla de  
Alfandén in Aragon.*

TOMO II. Libro D.I.3. Proyecto Básico de  
Infraestructuras Eléctricas de nuevo Campus  
de Centros de Datos ACS DC LA PUEBLA, en  
la Puebla de Alfandén (Zaragoza).

*VOLUME II. Book D.I.3. Basic Project for  
Electrical Infrastructures of the new Campus of  
ACS DC LA PUEBLA, in Puebla de Alfandén  
(Zaragoza).*

**Cliente / Client**

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

Representado por / Represented by

Alfonso Sánchez Mier

ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L. CIF

B-72596547

Avenida camino de Santiago, 50, 28050, Madrid

## Proyectista / Designer

El Ingeniero Técnico Industrial  
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.  
D. Javier Sanz Osorio  
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134



00	09/2025	EMISIÓN INICIAL / <i>FIRST EDITION</i>
Rev	Fecha / Date	Descripción / Description

FTC/SSR	CLO/SSR	BDC/SSR	IRIDIUM
Drawn by	Reviewer	Verifier	Approved

### Fase de Proyecto / Phase

DISEÑO BÁSICO / *BASIC DESIGN***Título de Proyecto / Project Title**

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS  
ELÉCTRICAS - SET REMOTA 400 kV  
*ELECTRICAL INFRASTRUCTURES PROJECT  
SET REMOTA 400 kV*

**Título de plano / *Drawing title***

SECCIONES GENERALES  
*GENERAL SECTIONS*

**Código PIGA / PIGA Code**

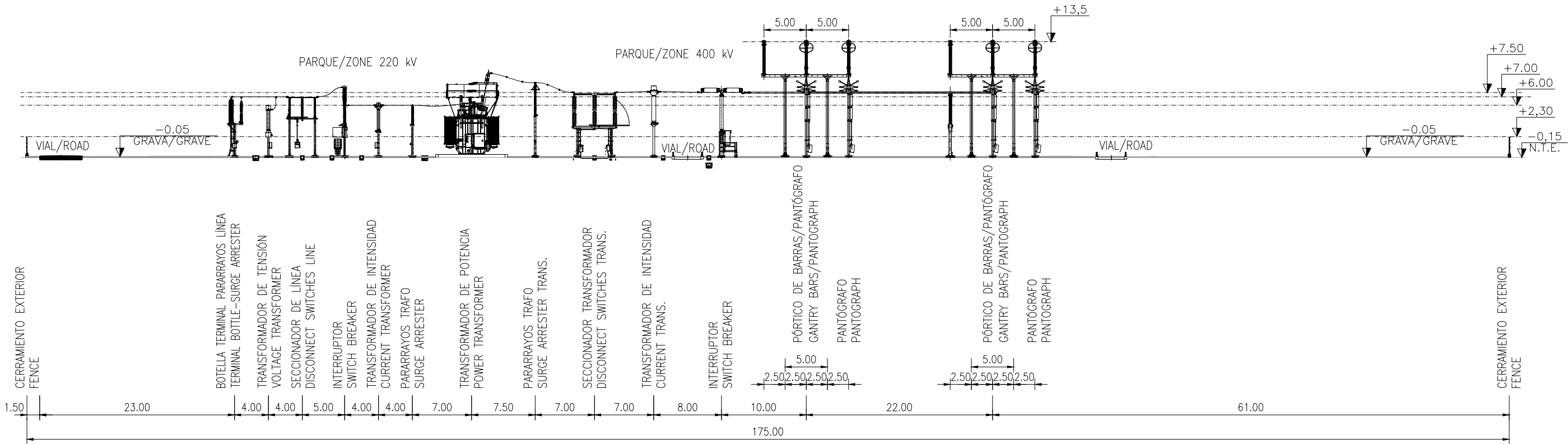
ACS-T02-P0D130

**Código de Plano / Drawing Number**

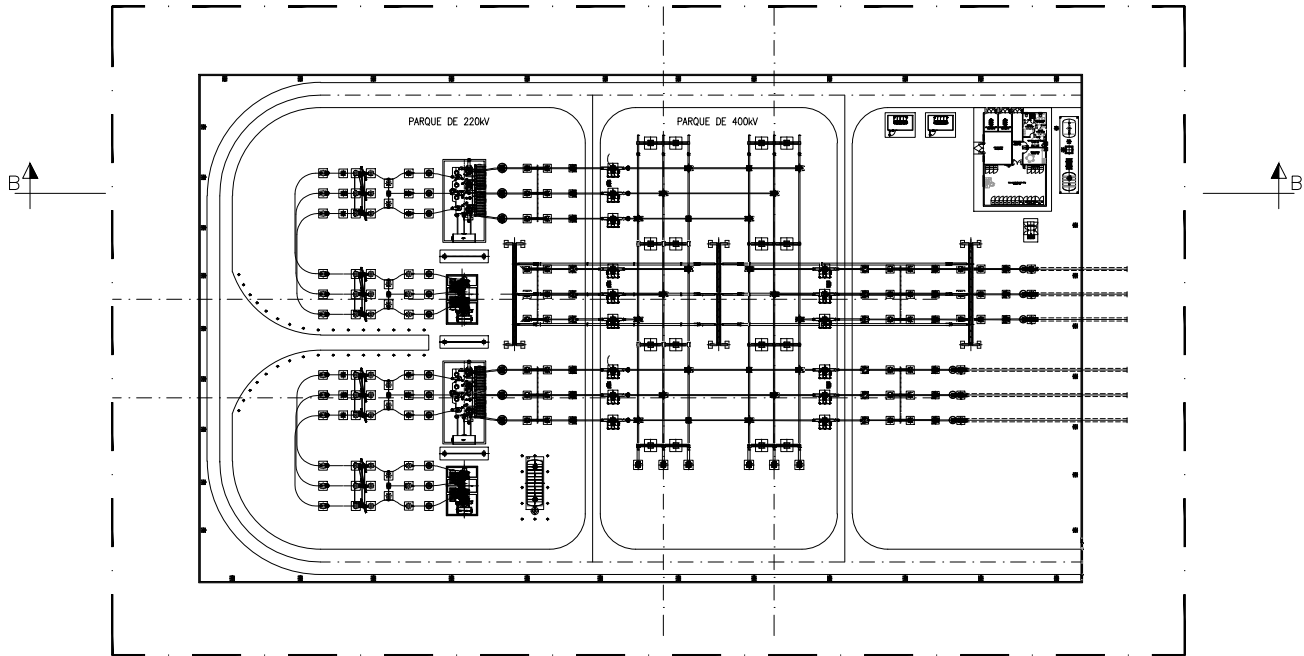
P1SEE00-SN-ELDW-00-720004

**Escala / Scale:** 1:500

Rev. n°: 00



SECCIÓN/SECTION  
B-B



PLAN VIEW  
N/S

Proyecto / Project

Plan de Interés General de Aragón para la Implantación de Centro de Datos en la Puebla de Alfindén en Aragón.  
General Interest Plan of Aragon for the Implementation of Data Centers in Puebla de Alfindén in Aragon.  
TOMO II. Libro D.I.3. Proyecto Básico de Infraestructuras Eléctricas de nuevo Campus de Centros de Datos ACS DC LA PUEBLA, en la Puebla de Alfindén (Zaragoza).  
VOLUME II. Book D.I.3. Basic Project for Electrical Infrastructures of the new Campus of ACS DC LA PUEBLA, in Puebla de Alfindén (Zaragoza).

Cliente / Client

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

Representado por / Represented by

Alfonso Sánchez Mier  
ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L. CIF B-72596547  
Avenida camino de Santiago, 50, 28050, Madrid  
Projectista / Designer

El Ingeniero Técnico Industrial  
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.  
D. Javier Sanz Osorio  
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134



00	09/2025	EMISIÓN INICIAL / FIRST EDITION
Rev	Fecha / Date	Descripción / Description

FTC/SSR	CLO/SSR	BDC/SSR	IRIDIUM
Drawn by	Reviewer	Verifier	Approved

Fase de Proyecto / Phase

DISEÑO BÁSICO / BASIC DESIGN

Título de Proyecto / Project Title

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS - SET REMOTA 400 kV  
ELECTRICAL INFRASTRUCTURES PROJECT SET REMOTA 400 kV

Título de plano / Drawing title

SECCIONES GENERALES  
GENERAL SECTIONS

Código PIGA / PIGA Code

ACS-T02-P0D130

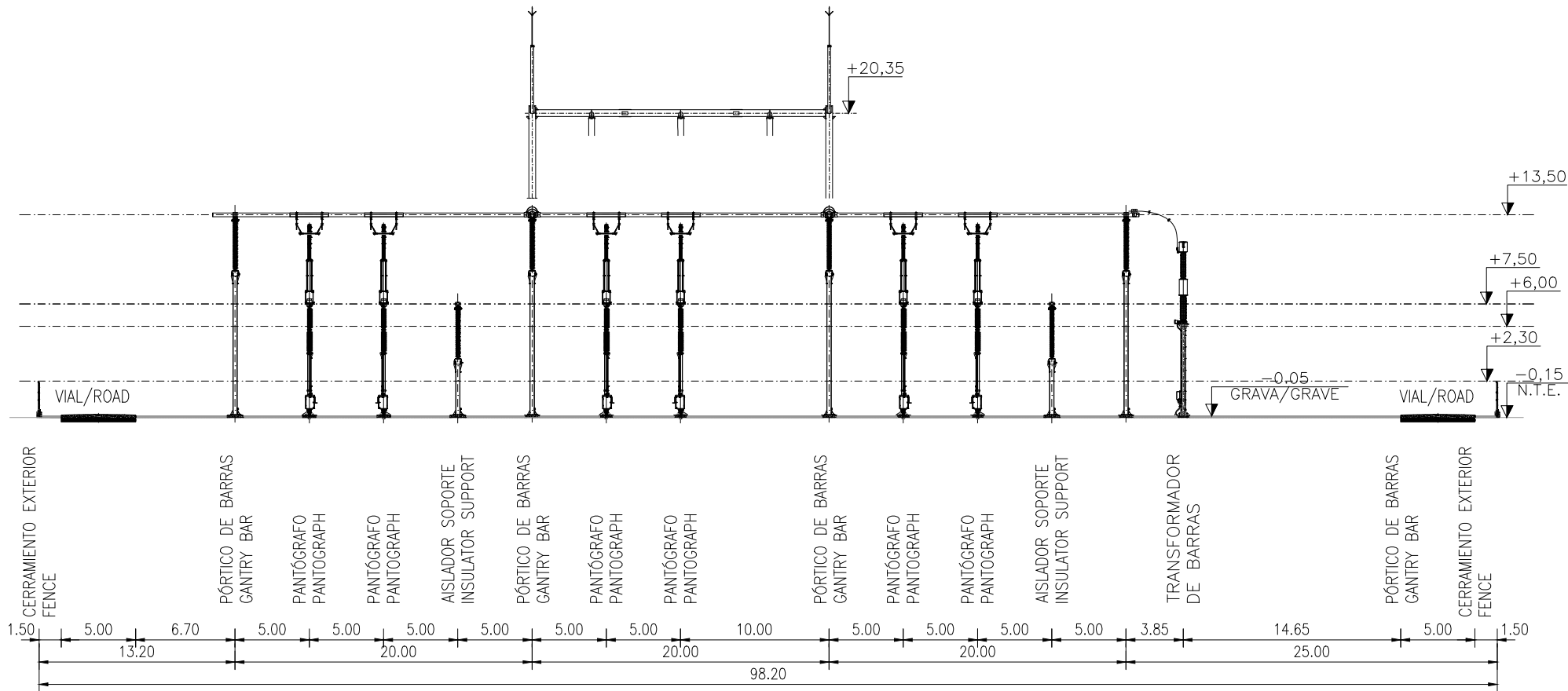
Código de Plano / Drawing Number

P1SEE00-SN-ELDW-00-720004

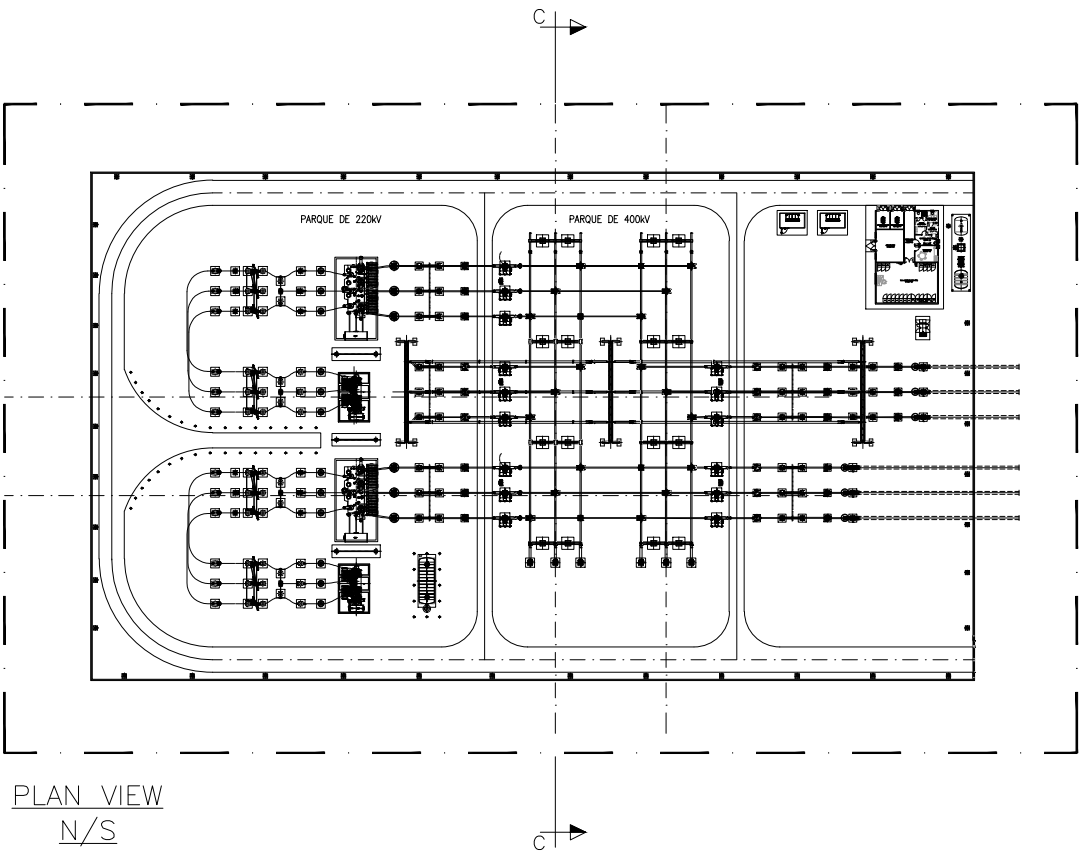
Escala / Scale: 1:500

Rev. nº: 00





SECCIÓN/SECTION  
C-C



PLAN VIEW  
N/S

Proyecto / Project

Plan de Interés General de Aragón para la Implantación de Centro de Datos en la Puebla de Alfindén en Aragón.  
General Interest Plan of Aragon for the Implementation of Data Centers in Puebla de Alfindén in Aragon.  
TOMO II. Libro D.I.3. Proyecto Básico de Infraestructuras Eléctricas de nuevo Campus de Centros de Datos ACS DC LA PUEBLA, en la Puebla de Alfindén (Zaragoza).  
VOLUME II. Book D.I.3. Basic Project for Electrical Infrastructures of the new Campus of ACS DC LA PUEBLA, in Puebla de Alfindén (Zaragoza).

Cliente / Client

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

Representado por / Represented by

Alfonso Sánchez Mier  
ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L. CIF B-72596547  
Avenida camino de Santiago, 50, 28050, Madrid

Proyectista / Designer

El Ingeniero Técnico Industrial  
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.  
D. Javier Sanz Osorio  
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134



00	09/2025	EMISIÓN INICIAL / FIRST EDITION
Rev	Fecha / Date	Descripción / Description

FTC/SSR	CLO/SSR	BDC/SSR	IRIDIUM
Drawn by	Reviewer	Verifier	Approved

Fase de Proyecto / Phase

DISEÑO BÁSICO / BASIC DESIGN

Título de Proyecto / Project Title

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS - SET REMOTA 400 kV  
ELECTRICAL INFRASTRUCTURES PROJECT SET REMOTA 400 kV

Título de plano / Drawing title

SECCIONES GENERALES  
GENERAL SECTIONS

Código PIGA / PIGA Code

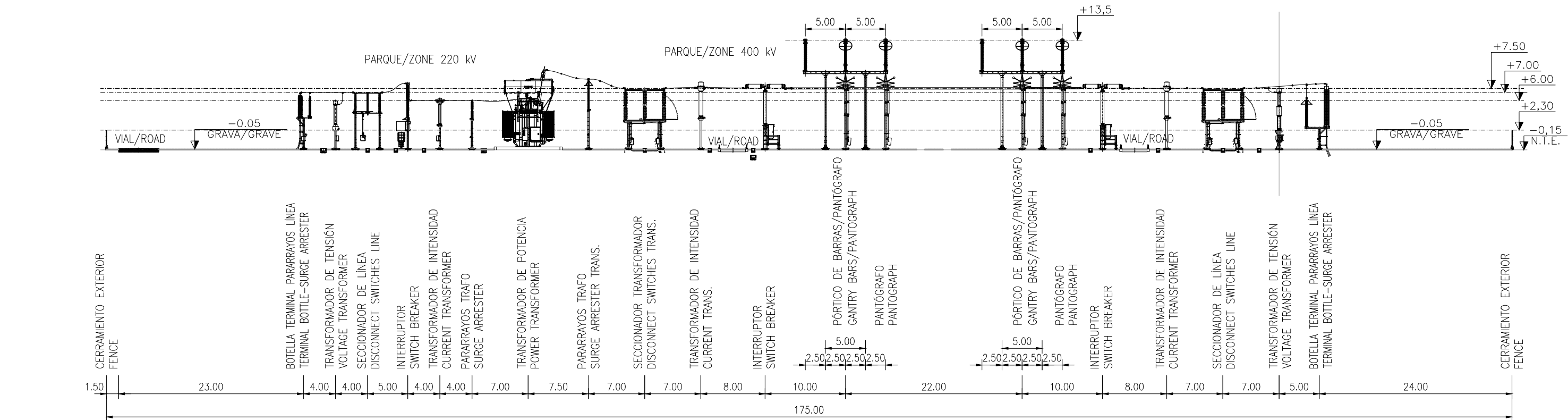
ACS-T02-P0D130

Código de Plano / Drawing Number

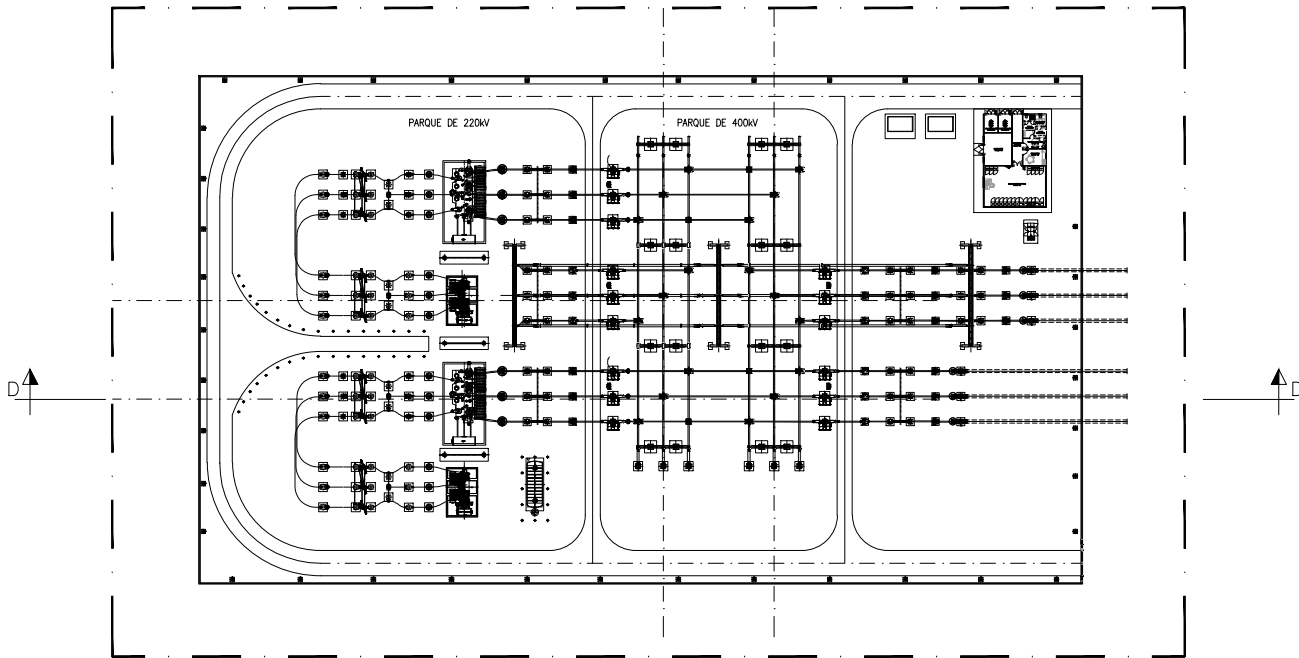
P1SEE00-SN-ELDW-00-720004

Escala / Scale: 1:400

Rev. nº: 00



SECCIÓN/SECTION  
D-D



PLAN VIEW  
N/S

Proyecto / Project

Plan de Interés General de Aragón para la Implantación de Centro de Datos en la Puebla de Alfindén en Aragón.  
General Interest Plan of Aragon for the Implementation of Data Centers in Puebla de Alfindén in Aragon.  
TOMO II. Libro D.I.3. Proyecto Básico de Infraestructuras Eléctricas de nuevo Campus de Centros de Datos ACS DC LA PUEBLA, en la Puebla de Alfindén (Zaragoza).  
VOLUME II. Book D.I.3. Basic Project for Electrical Infrastructures of the new Campus of ACS DC LA PUEBLA, in Puebla de Alfindén (Zaragoza).

Ciente / Client

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

Representado por / Represented by

Alfonso Sánchez Mier  
ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L. CIF B-72596547  
Avenida camino de Santiago, 50, 28050, Madrid

Projectista / Designer

El Ingeniero Técnico Industrial  
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.  
D. Javier Sanz Osorio  
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134



00	09/2025	EMISIÓN INICIAL / FIRST EDITION
Rev	Fecha / Date	Descripción / Description

FTC/SSR	CLO/SSR	BDC/SSR	IRIDIUM
Drawn by	Reviewer	Verifier	Approved

Fase de Proyecto / Phase

DISEÑO BÁSICO / BASIC DESIGN

Título de Proyecto / Project Title

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS - SET REMOTA 400 kV  
ELECTRICAL INFRASTRUCTURES PROJECT SET REMOTA 400 kV

Título de plano / Drawing title

SECCIONES GENERALES  
GENERAL SECTIONS

Código PIGA / PIGA Code

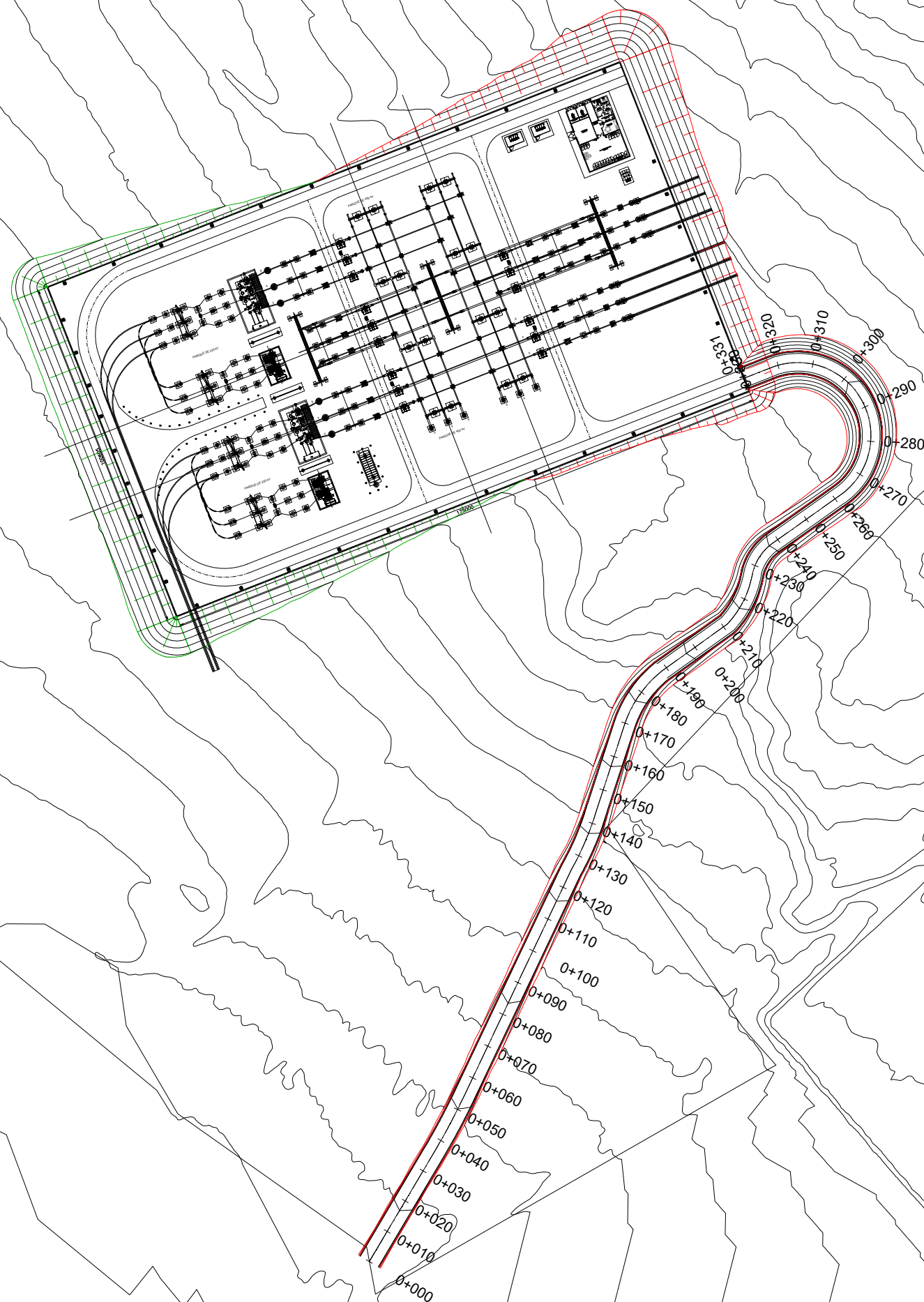
ACS-T02-P0D130

Código de Plano / Drawing Number

P1SEE00-SN-ELDW-00-720004

Escala / Scale: 1:500

Rev. nº: 00



*VOLUME II. Book D.I.3. Basic Project for  
Electrical Infrastructures of the new Campus of  
ACS DC LA PUEBLA, in Puebla de Alfindén  
(Zaragoza).*

**Proyectista / Designer**

El Ingeniero Técnico Industrial  
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.  
D. Javier Sanz Osorio  
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134



00	09/2025	EMISIÓN INICIAL / <i>FIRST EDITION</i>
Rev	Fecha / <i>Date</i>	Descripción / <i>Description</i>

FTC/SSR	CLO/SSR	BDC/SSR	IRIDIUM
Drawn by	Reviewer	Verifier	Approved

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS  
ELÉCTRICAS - SET REMOTA 400 kV  
*ELECTRICAL INFRASTRUCTURES PROJECT  
SET REMOTA 400 kV*

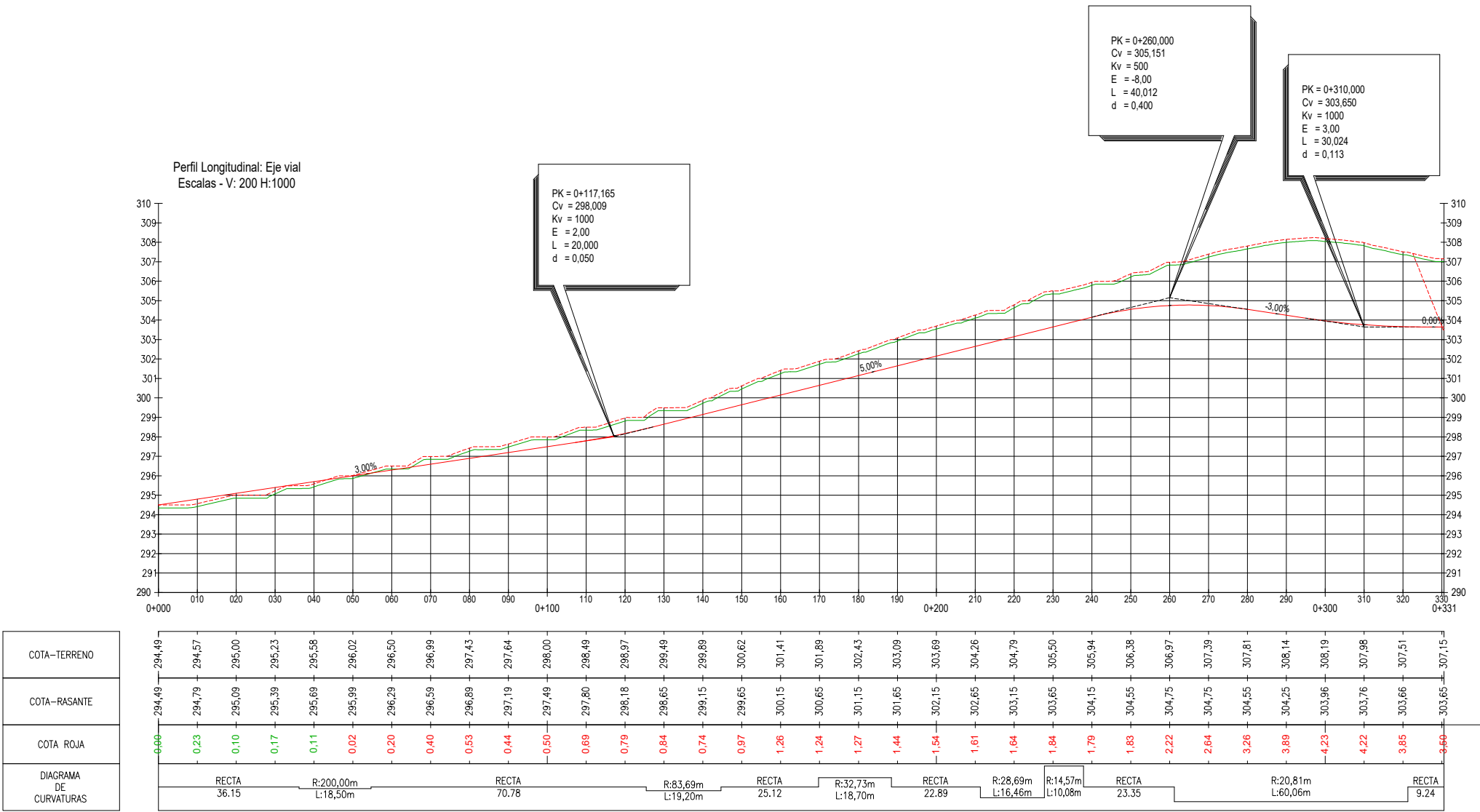
MOVIMIENTO DE TIERRAS  
EARTHWORK

P1SEE00-SN-CIDW-00-720005

**Escala / Scale:** 1:1000

Rev. n°: 00





**Proyecto / Project**  
Plan de Interés General de Aragón para la Implantación de Centro de Datos en la Puebla de Alfindén en Aragón.  
*General Interest Plan of Aragon for the Implementation of Data Centers in Puebla de Alfindén in Aragon.*  
TOMO II. Libro D.I.3. Proyecto Básico de Infraestructuras Eléctricas de nuevo Campus de Centros de Datos ACS DC LA PUEBLA, en la Puebla de Alfindén (Zaragoza).  
*VOLUME II. Book D.I.3. Basic Project for Electrical Infrastructures of the new Campus of ACS DC LA PUEBLA, in Puebla de Alfindén (Zaragoza).*

**Cliente / Client**  
ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.  
**Representado por / Represented by**  
Alfonso Sánchez Mier  
ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L. CIF B-72596547  
Avenida camino de Santiago, 50, 28050, Madrid

**Projectista / Designer**

El Ingeniero Técnico Industrial  
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.  
D. Javier Sanz Osorio  
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134



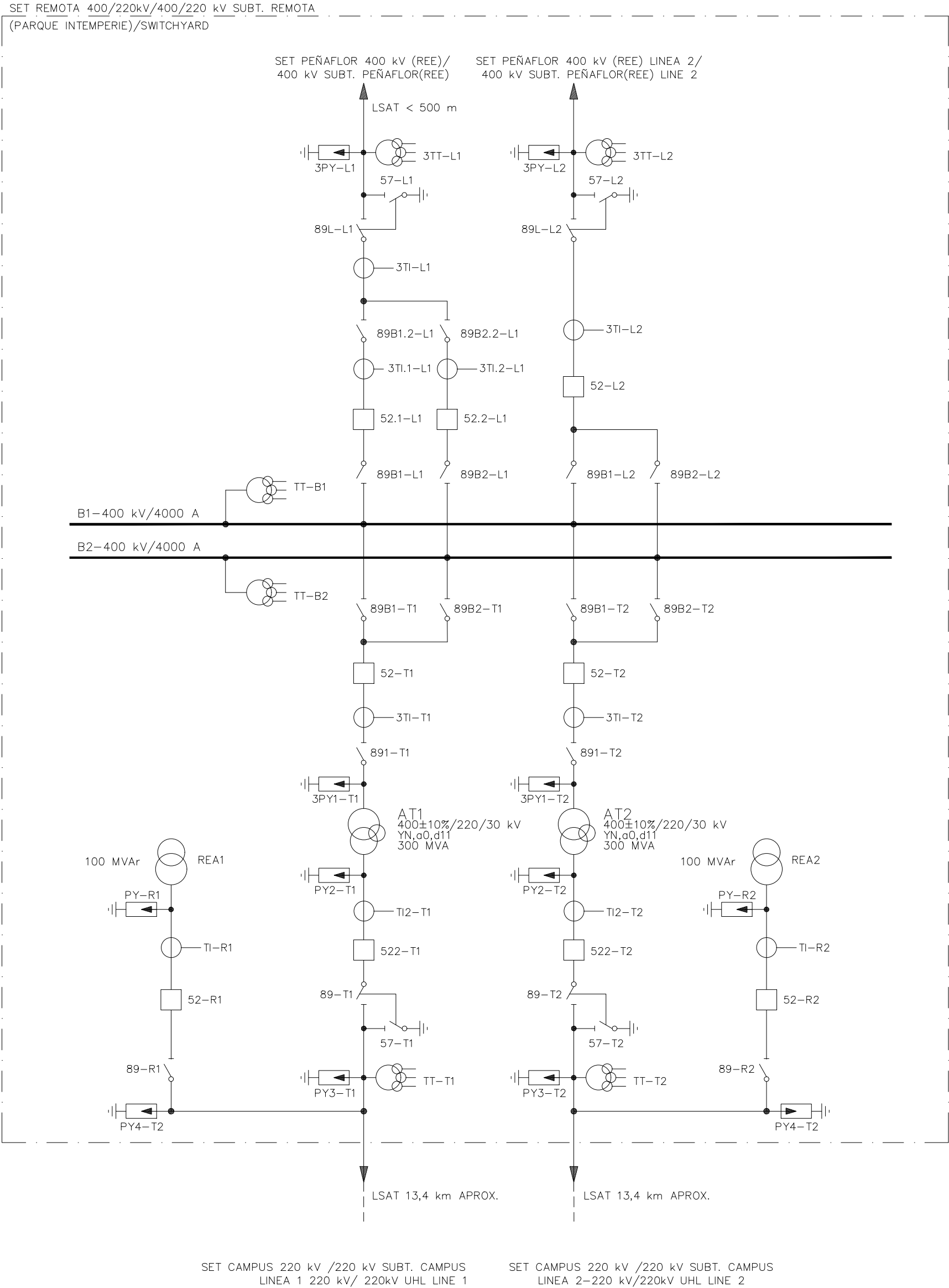
00	09/2025	EMISIÓN INICIAL / FIRST EDITION
Rev	Fecha / Date	Descripción / Description

FTC/SSR	CLO/SSR	BDC/SSR	IRIDIUM
Drawn by	Reviewer	Verifier	Approved

**Fase de Proyecto / Phase**  
DISEÑO BÁSICO / *BASIC DESIGN*  
**Título de Proyecto / Project Title**  
PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS - SET REMOTA 400 kV  
*ELECTRICAL INFRASTRUCTURES PROJECT SET REMOTA 400 kV*  
**Título de plano / Drawing title**

MOVIMIENTO DE TIERRAS  
*EARTHWORK*

**Código PIGA / PIGA Code**  
ACS-T02-P0D130  
**Código de Plano / Drawing Number**  
P1SEE00-SN-CIDW-00-720005  
**Escala / Scale:** N/S **Rev. nº:** 00



Proyecto / Project

Plan de Interés General de Aragón para la Implantación de Centro de Datos en la Puebla de Alfindén en Aragón.  
General Interest Plan of Aragon for the Implementation of Data Centers in Puebla de Alfindén in Aragon.  
TOMO II. Libro D.I.3. Proyecto Básico de Infraestructuras Eléctricas de nuevo Campus de Centros de Datos ACS DC LA PUEBLA, en la Puebla de Alfindén (Zaragoza).  
VOLUME II. Book D.I.3. Basic Project for Electrical Infrastructures of the new Campus of ACS DC LA PUEBLA, in Puebla de Alfindén (Zaragoza).

Cliente / Client

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

Representado por / Represented by

Alfonso Sánchez Mier  
ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L. CIF B-72596547  
Avenida camino de Santiago, 50, 28050, Madrid

Proyectista / Designer

El Ingeniero Técnico Industrial  
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.  
D. Javier Sanz Osorio  
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134



00	09/2025	EMISIÓN INICIAL / FIRST EDITION
Rev	Fecha / Date	Descripción / Description

FTC/SSR	CLO/SSR	BDC/SSR	IRIDIUM
Drawn by	Reviewer	Verifier	Approved

Fase de Proyecto / Phase

DISEÑO BÁSICO / BASIC DESIGN

Título de Proyecto / Project Title

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS - SET REMOTA 400 kV  
ELECTRICAL INFRASTRUCTURES PROJECT SET REMOTA 400 kV

Título de plano / Drawing title

UNIFILAR SIMPLICADO  
SIMPLIFIED UNIFILAR

Código PIGA / PIGA Code

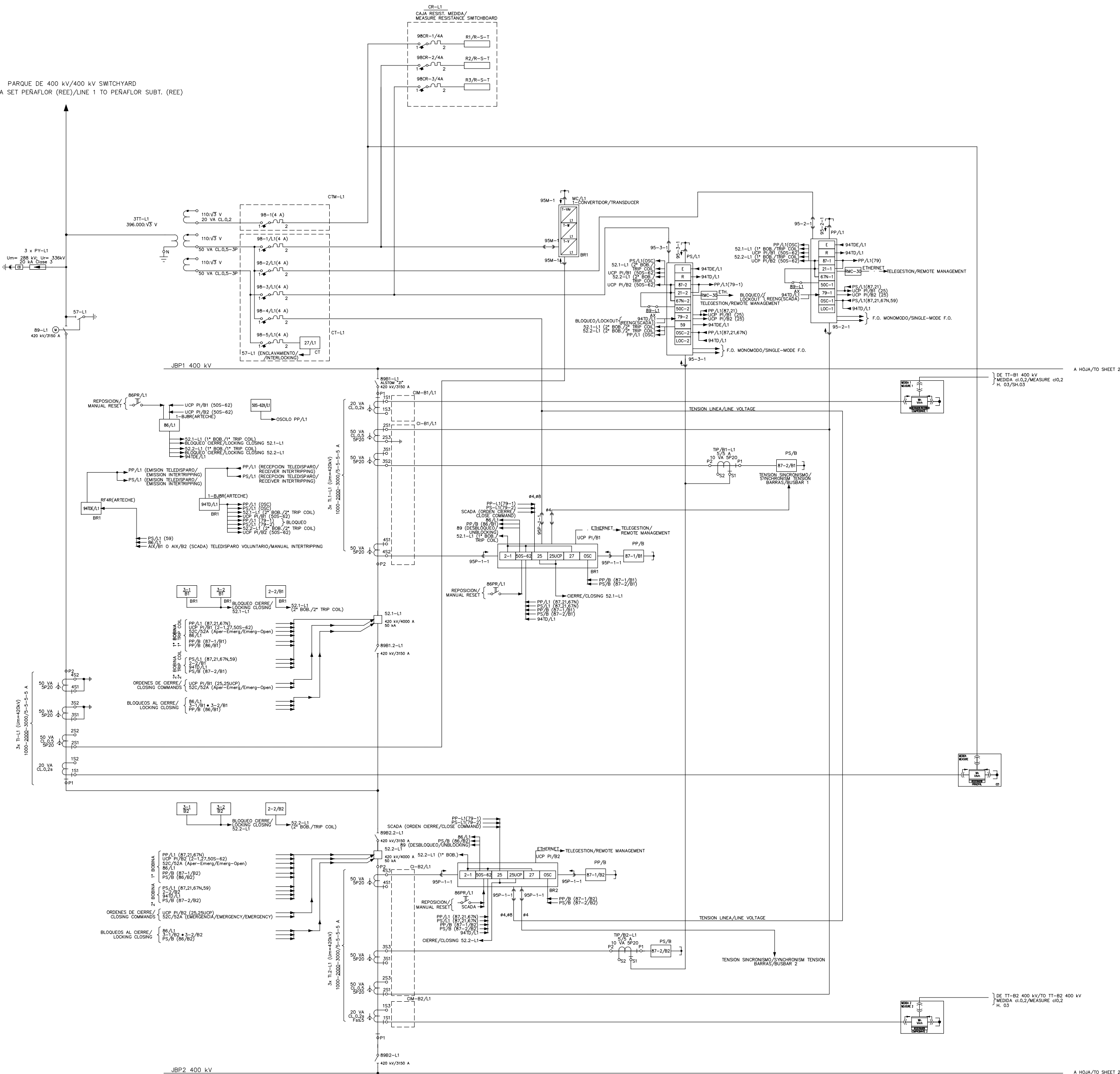
ACS-T02-P0D130

Código de Plano / Drawing Number

P1SEE00-SN-ELDW-00-720006

Escala / Scale: N/S Rev. nº: 00





**Proyecto / Project**  
Plan de Interés General de Aragón para la Implantación de Centro de Datos en la Puebla de Alfindén en Aragón.  
*General Interest Plan of Aragon for the Implementation of Data Centers in Puebla de Alfindén in Aragon.*  
TOMO II. Libro D.I.3. Proyecto Básico de Infraestructuras Eléctricas de nuevo Campus de Centros de Datos ACS DC LA PUEBLA, en la Puebla de Alfindén (Zaragoza).  
*VOLUME II. Book D.I.3. Basic Project for Electrical Infrastructures of the new Campus of ACS DC LA PUEBLA, in Puebla de Alfindén (Zaragoza).*

**Cliente / Client**  
ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.  
**Representado por / Represented by**  
Alfonso Sánchez Mier  
ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L. CIF B-72596547  
Avenida camino de Santiago, 50, 28050, Madrid  
**Projectista / Designer**

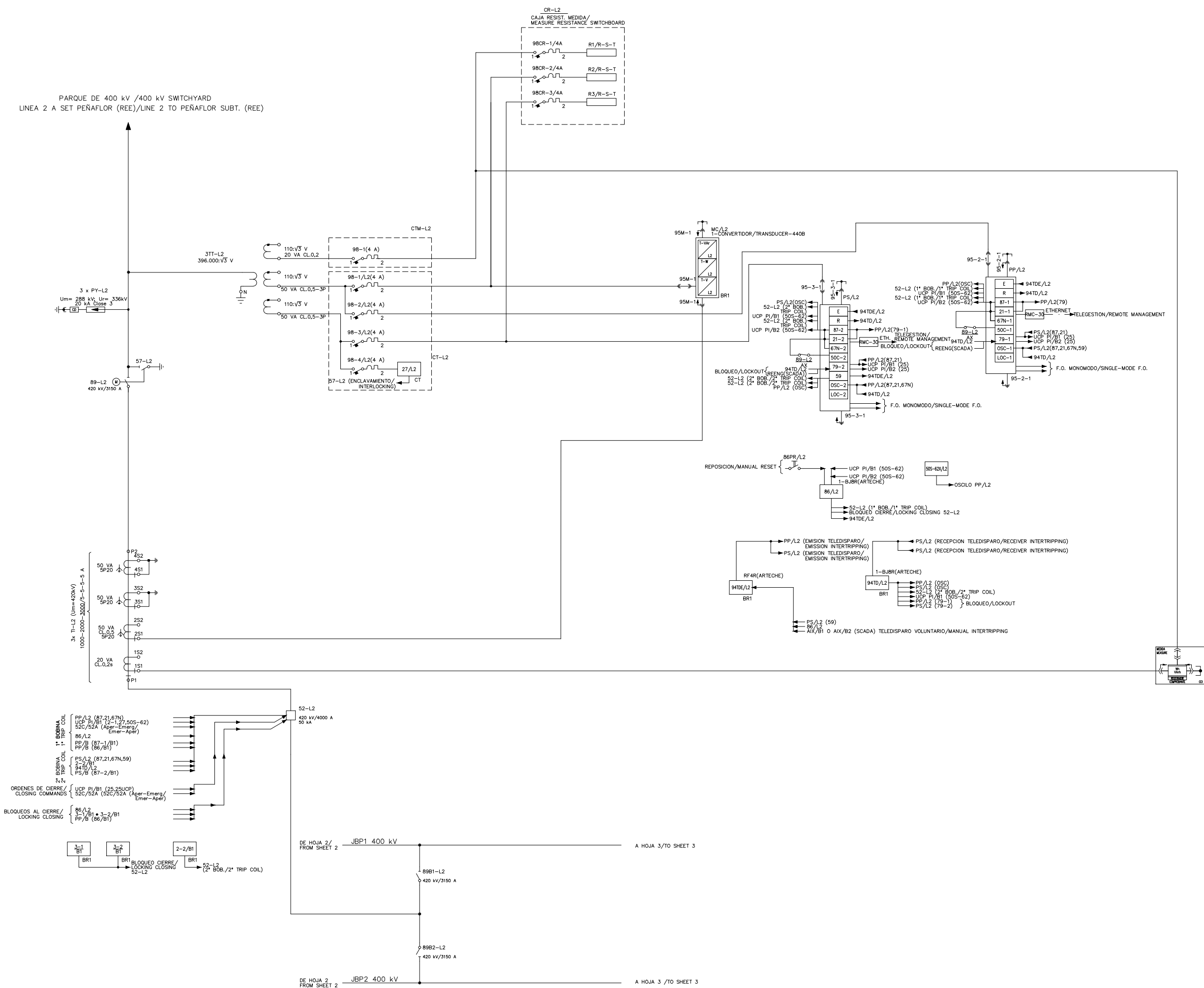
El Ingeniero Técnico Industrial  
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.  
D. Javier Sanz Osorio  
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134



00	09/2025	EMISIÓN INICIAL / FIRST EDITION
Rev	Fecha / Date	Descripción / Description

FTC/SSR	CLO/SSR	BDC/SSR	IRIDIUM
Drawn by	Reviewer	Verifier	Approved

**Fase de Proyecto / Phase**  
DISEÑO BÁSICO / *BASIC DESIGN*  
**Título de Proyecto / Project Title**  
PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS - SET REMOTA 400 kV  
*ELECTRICAL INFRASTRUCTURES PROJECT SET REMOTA 400 kV*  
**Título de plano / Drawing title**  
UNIFILAR DESARROLLADO 400/220 kV LINEA 1 A SET PEÑAFLORES (REE)  
*400/220 kV PROT. LINE DIAGRAM LINE 1 TO PEÑAFLORES SUBT. (REE)*  
**Código PIGA / PIGA Code**  
ACS-T02-P0D130  
**Código de Plano / Drawing Number**  
P1SEE00-SN-ELDW-00-720007  
**Escala / Scale:** N/S **Rev. nº:** 00



## Proyecto / Project

Plan de Interés General de Aragón para la  
Implantación de Centro de Datos en la Puebla  
de Alfándin en Aragón.  
*General Interest Plan of Aragon for the  
Implementation of Data Centers in Puebla de  
Alfándin in Aragon.*

TOMO II. Libro D.I.3. Proyecto Básico de  
Infraestructuras Eléctricas de nuevo Campus  
de Centros de Datos ACS DC LA PUEBLA, en  
la Puebla de Alfándin (Zaragoza).  
*VOLUME II. Book D.I.3. Basic Project for  
Electrical Infrastructures of the new Campus of  
ACS DC LA PUEBLA, in Puebla de Alfándin  
(Zaragoza).*

## Cliente / Client

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.  
**Representado por / Represented by**  
 Alfonso Sánchez Mier  
 ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L. CIF  
 B-72596547  
 Avenida camino de Santiago, 50, 28050, Madrid  
**Proyectista / Designer**

El Ingeniero Técnico Industrial  
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.  
D. Javier Sanz Osorio  
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134

  
Sisener  
ingenieros  
ingenieros técnicos  
ingenieros de  
energía y medio ambiente  
C/ de la Industria, 10  
E-46100 BURJASSOT (Valencia)  
T +34 961 776 162 163

00	09/2025	EMISIÓN INICIAL / <i>FIRST EDITION</i>
Rev	Fecha / Date	Descripción / Description

FTC/SSR	CLO/SSR	BDC/SSR	IRIDIUM
Drawn by	Reviewer	Verifier	Approved

## Fase de Proyecto / Phase

DISEÑO BÁSICO / *BASIC DESIGN***Título de Proyecto / Project Title**

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS  
ELÉCTRICAS - SET REMOTA 400 kV  
*ELECTRICAL INFRASTRUCTURES PROJECT  
SET REMOTA 400 kV*

**Título de plano / *Drawing title***

UNIFILAR DESARROLLADO 400/220 kV  
LINEA 2 A SET PEÑAFLO (REE)  
400/220 kV PROT. LINE DIAGRAM  
LINE 2 TO PEÑAFLO SUBT. (REE)

**Código PIGA / PIGA Code**

ACS-T02-P0D130

**Código de Plano / Drawing Number**

P1SEE00-SN-ELDW-00-720007

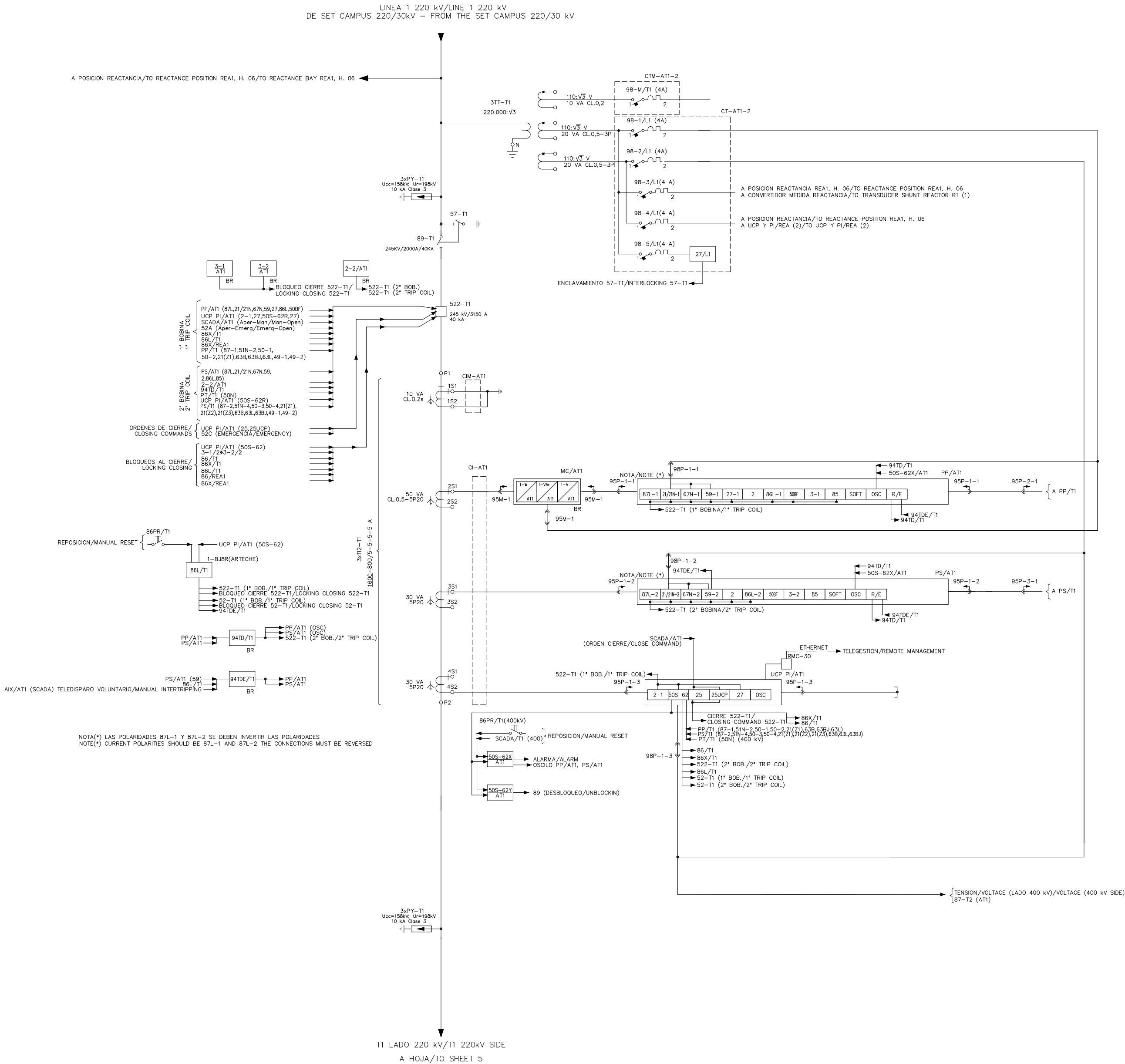
**Escala / Scale:** N/S **Rev. nº:** 00



**S Sisener**  
ingeniería  
Sisener Ingeniería S.L.  
Paseo Infante don Luis 20  
46100 Sagunto (Valencia) Spain  
Tel: 963500000  
E: [info@sisener.com](mailto:info@sisener.com)

Rev. n°: 00





Proyecto / Project

Plan de Interés General de Aragón para la Implantación de Centro de Datos en la Puebla de Alfindén en Aragón.  
General Interest Plan of Aragon for the Implementation of Data Centers in Puebla de Alfindén in Aragon.  
TOMO II. Libro D.I.3. Proyecto Básico de Infraestructuras Eléctricas de nuevo Campus de Centros de Datos ACS DC LA PUEBLA, en la Puebla de Alfindén (Zaragoza).  
VOLUME II. Book D.I.3. Basic Project for Electrical Infrastructures of the new Campus of ACS DC LA PUEBLA, in Puebla de Alfindén (Zaragoza).

Cliente / Client

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

Representado por / Represented by

Alfonso Sánchez Mier  
ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L. CIF B-72596547  
Avenida camino de Santiago, 50, 28050, Madrid  
Proyectista / Designer

El Ingeniero Técnico Industrial  
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.  
D. Javier Sanz Osorio  
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134



00	09/2025	EMISIÓN INICIAL / FIRST EDITION
Rev	Fecha / Date	Descripción / Description

FTC/SSR	CLO/SSR	BDC/SSR	IRIDIUM
Drawn by	Reviewer	Verifier	Approved

Fase de Proyecto / Phase

DISEÑO BÁSICO / BASIC DESIGN

Título de Proyecto / Project Title

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS - SET REMOTA 400 kV  
ELECTRICAL INFRASTRUCTURES PROJECT SET REMOTA 400 kV

Título de plano / Drawing title

UNIFILAR DESARROLLADO 400/220 kV  
LINEA 1 DE SET CAMPUS 220/30kV  
400/220 kV PROT. LINE DIAGRAM  
LINE 1 FROM THE SET CAMPUS 220/30 kV

Código PIGA / PIGA Code

ACS-T02-P0D130

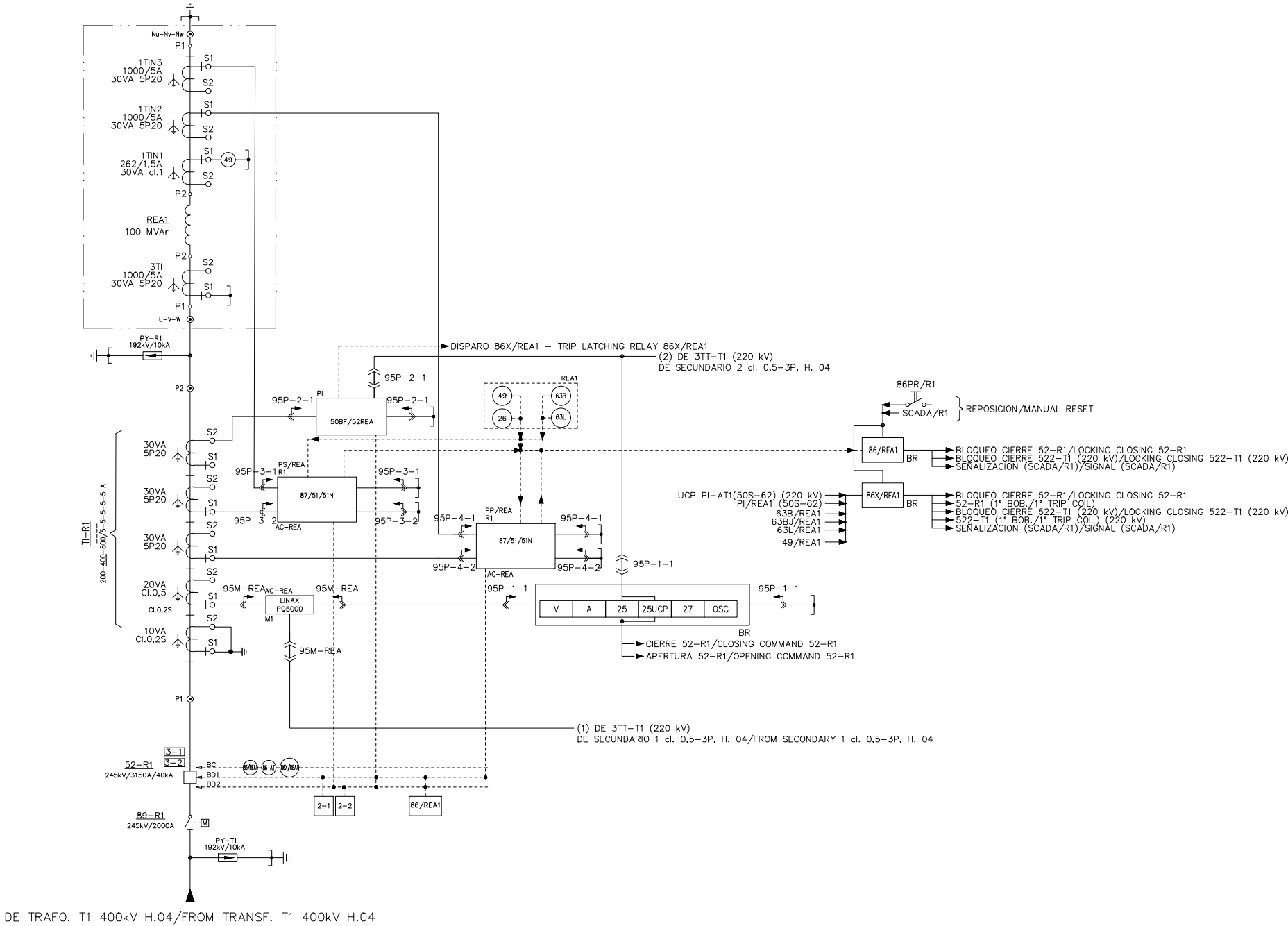
Código de Plano / Drawing Number

P1SEE00-SN-ELDW-00-720007

Escala / Scale: N/S

Rev. nº: 00





**Proyecto / Project**  
Plan de Interés General de Aragón para la Implantación de Centro de Datos en la Puebla de Alfindén en Aragón.  
*General Interest Plan of Aragon for the Implementation of Data Centers in Puebla de Alfindén in Aragon.*  
TOMO II. Libro D.I.3. Proyecto Básico de Infraestructuras Eléctricas de nuevo Campus de Centros de Datos ACS DC LA PUEBLA, en la Puebla de Alfindén (Zaragoza).  
*VOLUME II. Book D.I.3. Basic Project for Electrical Infrastructures of the new Campus of ACS DC LA PUEBLA, in Puebla de Alfindén (Zaragoza).*

**Cliente / Client**  
ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.  
**Representado por / Represented by**  
Alfonso Sánchez Mier  
ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L. CIF B-72596547  
Avenida camino de Santiago, 50, 28050, Madrid  
**Proyectista / Designer**

El Ingeniero Técnico Industrial  
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.  
D. Javier Sanz Osorio  
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134

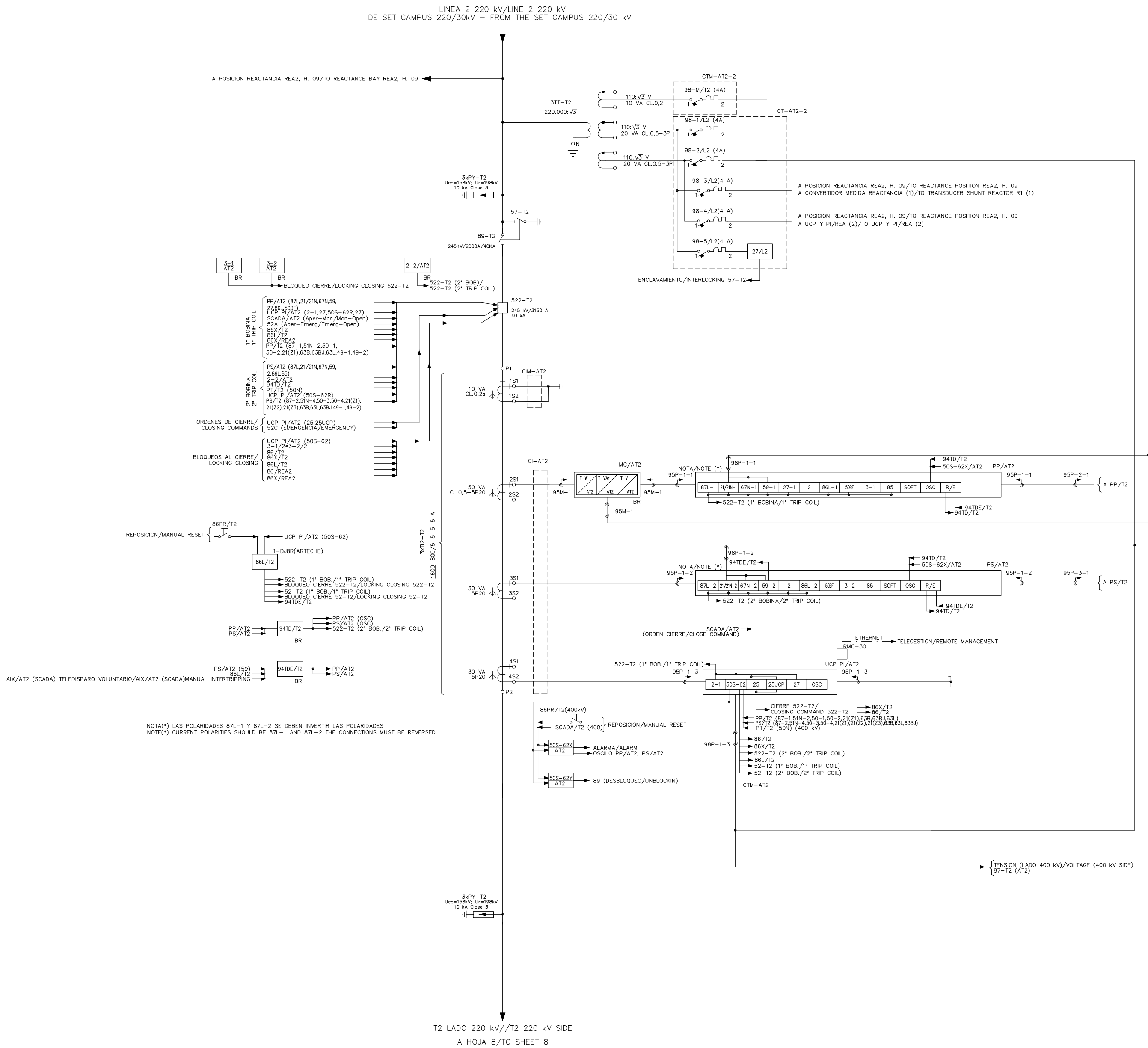


00	09/2025	EMISIÓN INICIAL / <i>FIRST EDITION</i>
Rev	Fecha / <i>Date</i>	Descripción / <i>Description</i>

FTC/SSR	CLO/SSR	BDC/SSR	IRIDIUM
Drawn by	Reviewer	Verifier	Approved

**Fase de Proyecto / Phase**  
DISEÑO BÁSICO / *BASIC DESIGN*  
**Título de Proyecto / Project Title**  
PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS - SET REMOTA 400 kV  
*ELECTRICAL INFRASTRUCTURES PROJECT SET REMOTA 400 kV*  
**Título de plano / Drawing title**  
UNIFILAR DESARROLLADO 400/220 kV  
POSICION REACTANCIA R1  
*400/220 kV PROT. LINE DIAGRAM REACTOR R1 BAY PROTECTION*  
**Código PIGA / PIGA Code**  
ACS-T02-P0D130  
**Código de Plano / Drawing Number**  
P1SEE00-SN-ELDW-00-720007  
**Escala / Scale:** N/S **Rev. nº:** 00





## Proyecto / Project

# Plan de Interés General de Aragón para la Implantación de Centro de Datos en la Puebla de Alfindén en Aragón.

*General Interest Plan of Aragon for the Implementation of Data Centers in Puebla de Alfindén in Aragon.*

TOMO II. Libro D.I.3. Proyecto Básico de Infraestructuras Eléctricas de nuevo Campus de Centros de Datos ACS DC LA PUEBLA, en la Puebla de Alfindén (Zaragoza).

VOLUME II. Book D.I.3. Basic Project for  
Electrical Infrastructures of the new Campus of  
ACS DC LA PUEBLA, in Puebla de Alfindén  
(Zaragoza).

**Cliente / Client**

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

## Representado por / Represented by

Alfonso Sánchez Mier

ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L. CIF

B-72596547

Avenida camino de Santiago, 50, 28050, Madrid

## Proyectista / Designer

El Ingeniero Técnico Industrial  
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.  
D. Javier Sanz Osorio  
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134



00	09/2025	EMISIÓN INICIAL / <i>FIRST EDITION</i>
Rev	Fecha / Date	Descripción / Description

FTC/SSR	CLO/SSR	BDC/SSR	IRIDIUM
Drawn by	Reviewer	Verifier	Approved

### Fase de Proyecto / Phase

DISEÑO BÁSICO / *BASIC DESIGN***Título de Proyecto / Project Title**

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS  
ELÉCTRICAS - SET REMOTA 400 kV  
*ELECTRICAL INFRASTRUCTURES PROJECT  
SET REMOTA 400 kV*

**Título de plano / *Drawing title***

UNIFILAR DESARROLLADO 400/220 kV  
LINEA 2 DE SET CAMPUS 220/30kV  
400/220 kV PROT. LINE DIAGRAM  
LINE 2 FROM THE SET CAMPUS 220/30 kV

**Código PIGA / PIGA Code**

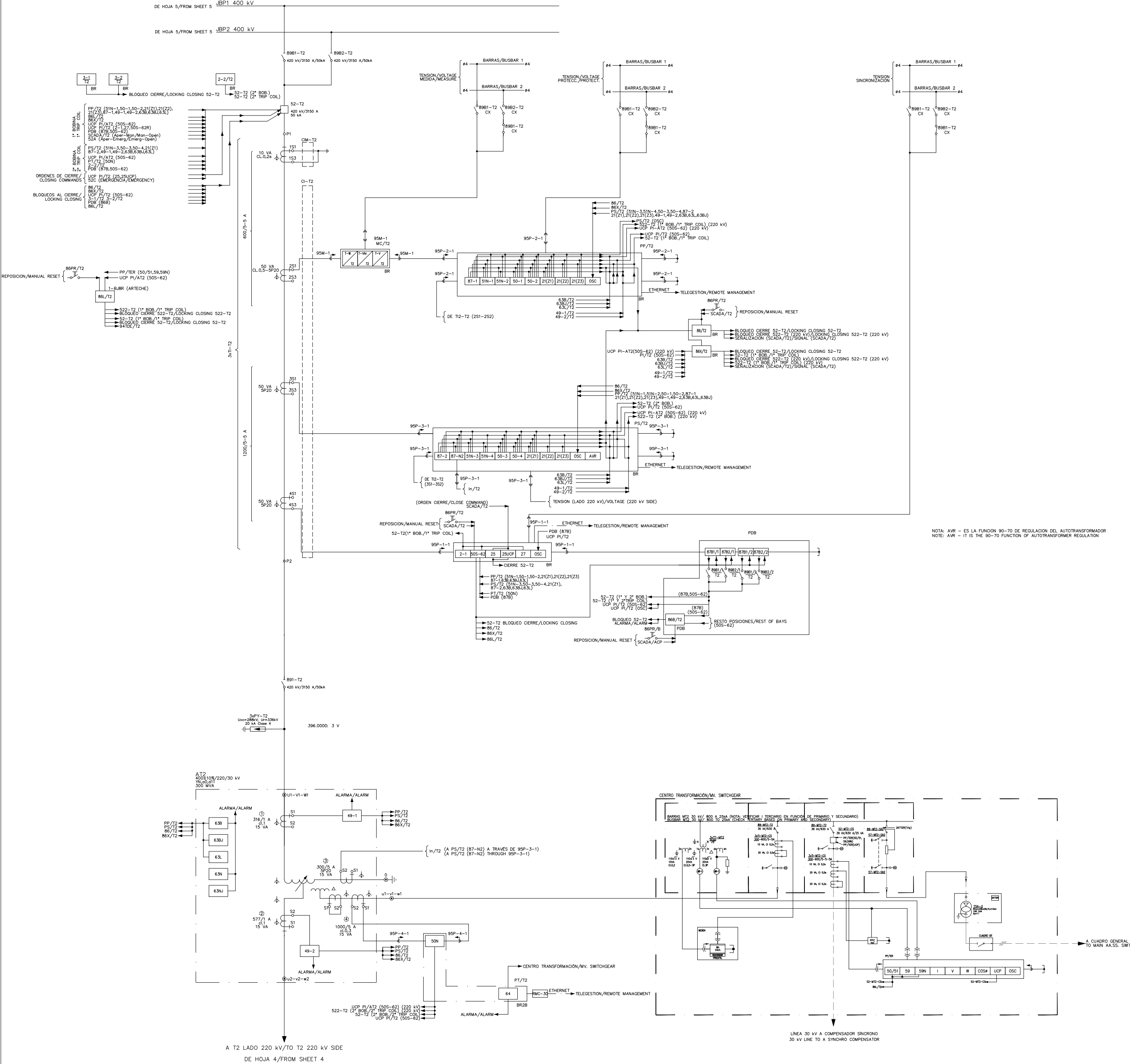
ACS-T02-P0D130

**Código de Plano / Drawing Number**

P1SEE00-SN-ELDW-00-720007

**Escala / Scale:** N/S

Rev. n°: 00



Proyecto / Project

Plan de Interés General de Aragón para la Implantación de Centro de Datos en la Puebla de Alfindén en Aragón.  
General Interest Plan of Aragon for the Implementation of Data Centers in Puebla de Alfindén in Aragon.  
TOMO II. Libro D.I.3. Proyecto Básico de Infraestructuras Eléctricas de nuevo Campus de Centros de Datos ACS DC LA PUEBLA, en la Puebla de Alfindén (Zaragoza).  
VOLUME II. Book D.I.3. Basic Project for Electrical Infrastructures of the new Campus of ACS DC LA PUEBLA, in Puebla de Alfindén (Zaragoza).

Cliente / Client

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

Representado por / Represented by

Alfonso Sánchez Mier  
ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L. CIF B-72596547  
Avenida camino de Santiago, 50, 28050, Madrid  
Proyectista / Designer

El Ingeniero Técnico Industrial  
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.  
D. Javier Sanz Osorio  
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134



00	09/2025	EMISIÓN INICIAL / FIRST EDITION	
Rev	Fecha / Date	Descripción / Description	
FTC/SSR	CLO/SSR	BDC/SSR	IRIDIUM
Drawn by	Reviewer	Verifier	Approved

Fase de Proyecto / Phase

DISEÑO BÁSICO / BASIC DESIGN

Título de Proyecto / Project Title

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS - SET REMOTA 400 kV  
ELECTRICAL INFRASTRUCTURES PROJECT SET REMOTA 400 kV

Título de plano / Drawing title

UNIFILAR DESARROLLADO 400/220 kV  
POSICION TRANSFORMADOR AT2  
400/220 kV PROT. LINE DIAGRAM  
TRANSFORMER AT2 BAY PROTECTION

Código PIGA / PIGA Code

ACS-T02-P0D130

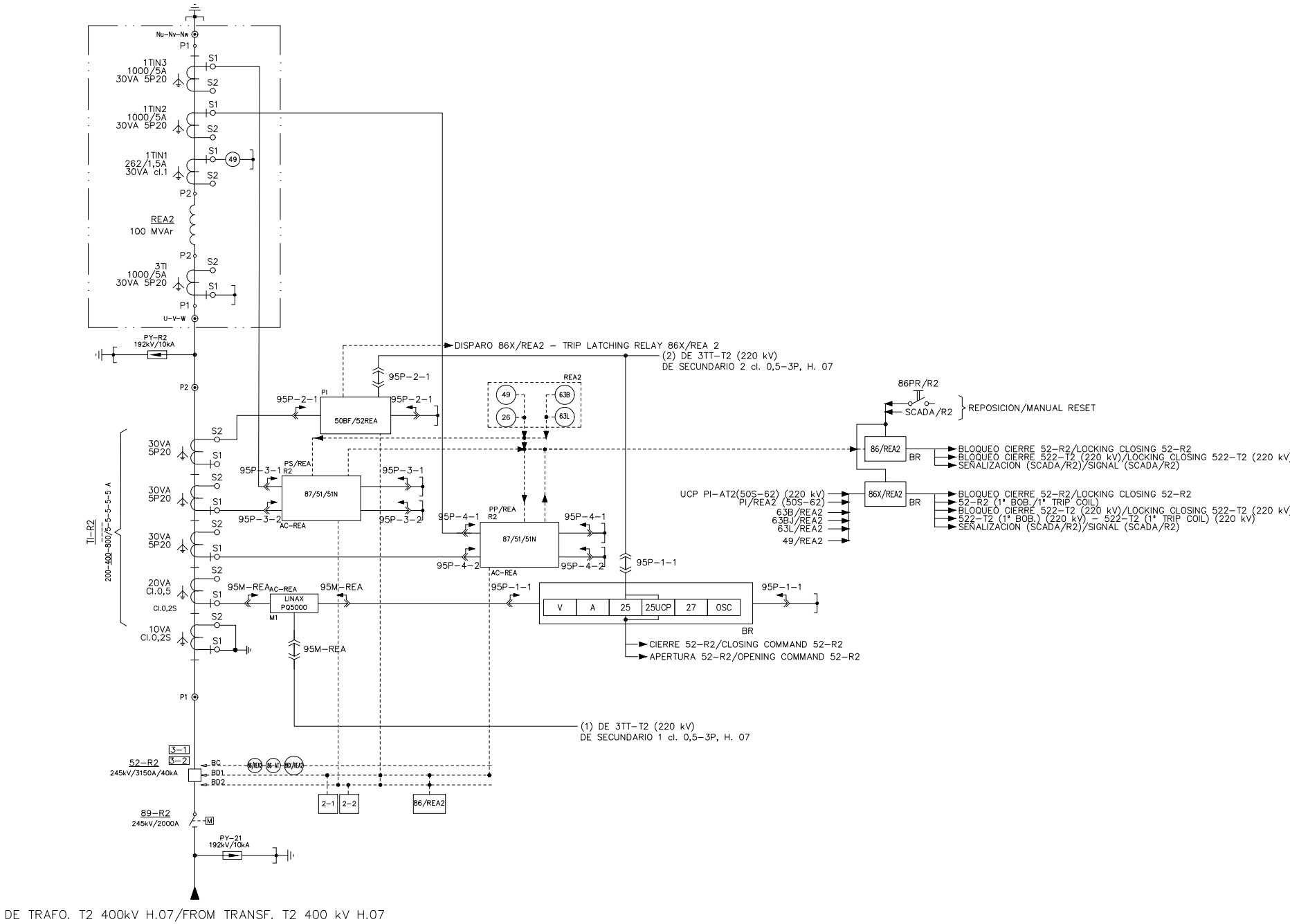
Código de Plano / Drawing Number

P1SEE00-SN-ELDW-00-720007

Escala / Scale: N/S

Rev. nº: 00





Proyecto / Project

Plan de Interés General de Aragón para la Implantación de Centro de Datos en la Puebla de Alfindén en Aragón.  
General Interest Plan of Aragon for the Implementation of Data Centers in Puebla de Alfindén in Aragon.  
TOMO II. Libro D.I.3. Proyecto Básico de Infraestructuras Eléctricas de nuevo Campus de Centros de Datos ACS DC LA PUEBLA, en la Puebla de Alfindén (Zaragoza).  
VOLUME II. Book D.I.3. Basic Project for Electrical Infrastructures of the new Campus of ACS DC LA PUEBLA, in Puebla de Alfindén (Zaragoza).

Cliente / Client

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.  
Representado por / Represented by  
Alfonso Sánchez Mier  
ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L. CIF B-72596547  
Avenida camino de Santiago, 50, 28050, Madrid  
Projectista / Designer

El Ingeniero Técnico Industrial  
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.  
D. Javier Sanz Osorio  
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134



00	09/2025	EMISIÓN INICIAL / FIRST EDITION
Rev	Fecha / Date	Descripción / Description

FTC/SSR	CLO/SSR	BDC/SSR	IRIDIUM
Drawn by	Reviewer	Verifier	Approved

Fase de Proyecto / Phase

DISEÑO BÁSICO / BASIC DESIGN

Título de Proyecto / Project Title

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS - SET REMOTA 400 kV  
ELECTRICAL INFRASTRUCTURES PROJECT SET REMOTA 400 kV

Título de plano / Drawing title

UNIFILAR DESARROLLADO 400/220 kV  
POSICION REACTANCIA R2  
400/220 kV PROT. LINE DIAGRAM  
REACTOR R2 BAY PROTECTION

Código PIGA / PIGA Code

ACS-T02-P0D130

Código de Plano / Drawing Number

P1SEE00-SN-ELDW-00-720007

Escala / Scale: N/S Rev. nº: 00

CIMENTACIONES/FOUNDATIONS 400kV		
POS.	CANT./QTTY.	DENOMINACIÓN/DENOMINATION
C-8	2	TRANSFORMADOR DE POTENCIA/POWER TRANSFORMER
C-9	6	PARARRAYOS/SURGE ARRESTER
C-10	12	SECCIONADOR TRANSFORMADOR/DISCONNECT SWITCHES TRANSFORMER
C-11	6	SECCIONADOR DE BARRAS/DISCONNECT SWITCHES BARS
C-12	18	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD/CURRENT TRANSFORMER
C-13	15	INTERRUPTOR/SWITCH BREAKER
C-14	4	AISLADOR SOPORTE/INSULATOR SUPPORT
C-15	18	PANTÓGRAFO/PANTOGRAPH
C-16	6	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN EN BARRAS/VOLTAGE TRANSFORMER BARS
C-17	12	SECCIONADOR DE LÍNEA/DISCONNECT SWITCHES LINE
C-18	6	SECCIONADOR DE BARRAS CON P.A.T/DISCONNECT SWITCHES BARS P.A.T
C-19	6	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN/VOLTAGE TRANSFORMER
C-20	6	BOTELLA TERMINAL-PARARRAYOS/TERMINAL BOTTLE-SURGE ARRESTER
C-21	6	PÓRTICO/GANTRY

CIMENTACIONES/FOUNDATIONS 220kV		
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
C-1	12	BOTELLA TERMINAL-PARARRAYOS/TERMINAL BOTTLE-SURGE ARRESTER
C-2	6	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN EN BARRAS/VOLTAGE TRANSFORMER BARS
C-3	12	SECCIONADOR DE LÍNEA/DISCONNECT SWITCHES LINE
C-4	8	INTERRUPTOR/SWITCH BREAKER
C-5	12	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD/CURRENT TRANSFORMER
C-6	12	PARARRAYOS DE TRANSFORMADOR/SURGE ARRESTER TRANSFORMER
C-7	2	REACTANCIA/REACTANCE

[illegible]

CUADRO DE CANALIZACIONES/CHANNELS BOX		
POS.	DESCRIPCIÓN/DESCRIPTION	CANT./QTTY
CA-1	CANAL CABLES DE CONTROL/CONTROL CABLES CHANNEL	1.095 m.
CA-2	PASO REFORZADO BAJO VIAL/REINFORCED CHANNEL UNDER ROAD	39 m.
CA-3	ARQUETA DE CABLES/MANHOLE CABLE	4 Ud.

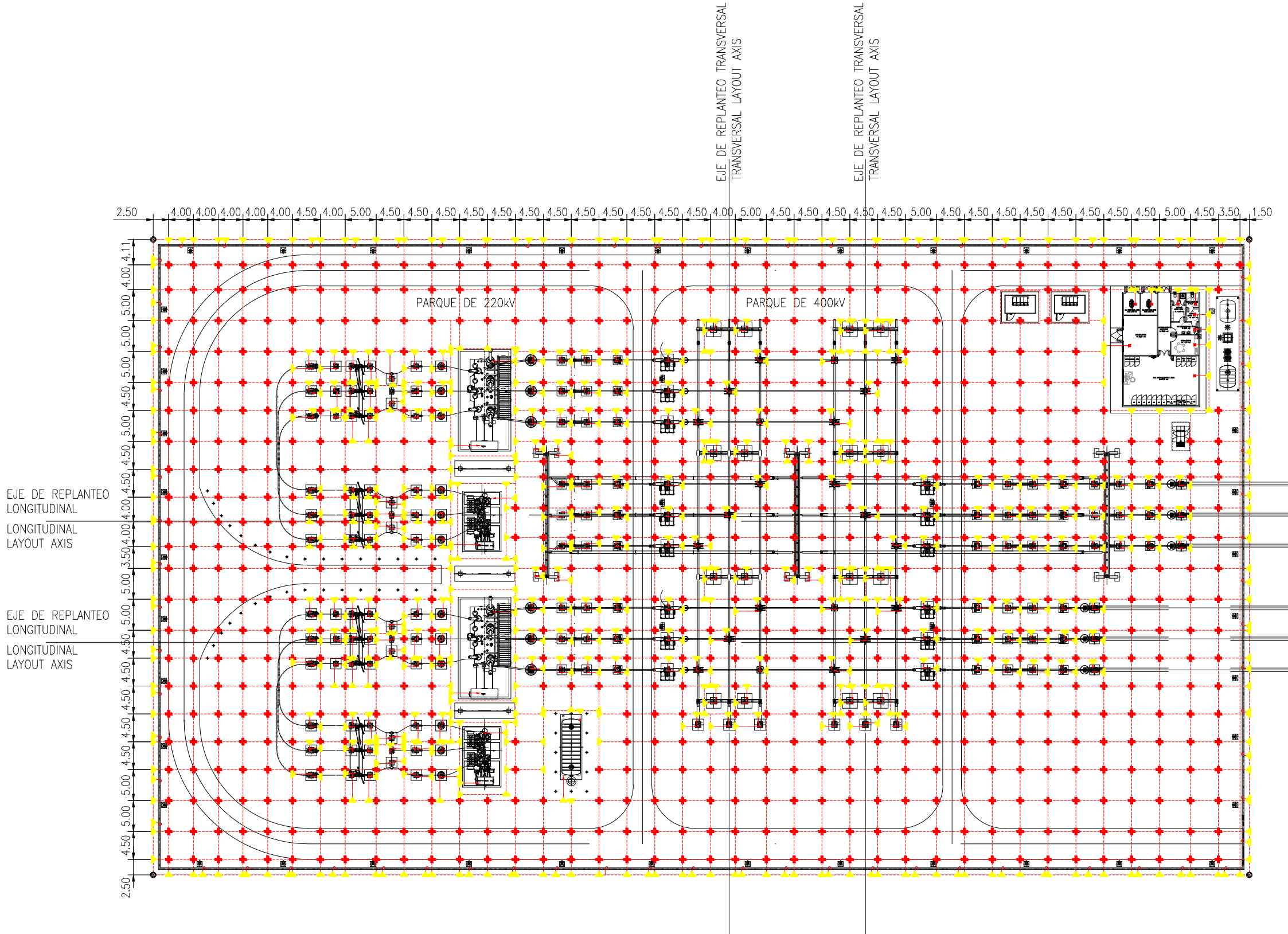
El Ingeniero Técnico Industrial  
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.  
D. Javier Sanz Osorio  
Nº Colegiado COGIAR: 6.134

00	09/2025	EMISIÓN INICIAL / <i>FIRST EDITION</i>
Rev	Fecha / <i>Date</i>	Descripción / <i>Description</i>

FTC/SSR	CLO/SSR	BDC/SSR	IRIDIUM
Drawn by	Reviewer	Verifier	Approved

P1SEE00-SN-ELDW-00-720008

Rev. n°: 00



LEYENDA/LEGEND		
SIMBOLO/SYMBOL	CANT./QTTY	DESCRIPCIÓN/DESCRIPTIPN
	443	LATIGUILLOS CONDUCTOR Cu 120 mm² DESNUDO/EARTHINGCu 120 mm² CONNECTION
	8307 m	CONDUCTOR Cu 120 mm² DESNUDO/BASE COOPER CABLE Cu 120 mm²
	792	UNIÓN T POR TERMOFUSIÓN/WELDING "CADWELD" FOR UNION IN T
	759	UNIÓN X POR TERMOFUSIÓN/WELDING "CADWELD" FOR UNION IN X
	4	PICAS DE TIERRA ø3/4", 3m DE PROFUNDIDAD/STEEL PIPE ø3/4", 3m DEPTH
	77	DERIVACIÓN PARA CERRAMIENTO/EARTHING CONECTION TO PERIMETER FENCE.
	9	CONEXIÓN RED DE TIERRAS A EDIFICIO/BUILDING HEARTHING CONNECTION

Proyecto / Project

Plan de Interés General de Aragón para la Implantación de Centro de Datos en la Puebla de Alfindén en Aragón.

General Interest Plan of Aragon for the Implementation of Data Centers in Puebla de Alfindén in Aragon.

TOMO II. Libro D.I.3. Proyecto Básico de Infraestructuras Eléctricas de nuevo Campus de Centros de Datos ACS DC LA PUEBLA, en la Puebla de Alfindén (Zaragoza).

VOLUME II. Book D.I.3. Basic Project for Electrical Infrastructures of the new Campus of ACS DC LA PUEBLA, in Puebla de Alfindén (Zaragoza).

Cliente / Client

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

Representado por / Represented by

Alfonso Sánchez Mier  
ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L. CIF B-72596547  
Avenida camino de Santiago, 50, 28050, Madrid  
Projectista / Designer

El Ingeniero Técnico Industrial  
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.  
D. Javier Sanz Osorio  
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134

00	09/2025	EMISIÓN INICIAL / FIRST EDITION
Rev	Fecha / Date	Descripción / Description

FTC/SSR	CLO/SSR	BDC/SSR	IRIDIUM
Drawn by	Reviewer	Verifier	Approved

Fase de Proyecto / Phase

DISEÑO BÁSICO / BASIC DESIGN

Título de Proyecto / Project Title

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS - SET REMOTA 400 kV  
ELECTRICAL INFRASTRUCTURES PROJECT SET REMOTA 400 kV

Título de plano / Drawing title

PLANTA GENERAL DE TIERRAS INFERIORES  
GROUNDING PLAN

Código PIGA / PIGA Code

ACS-T02-P0D130

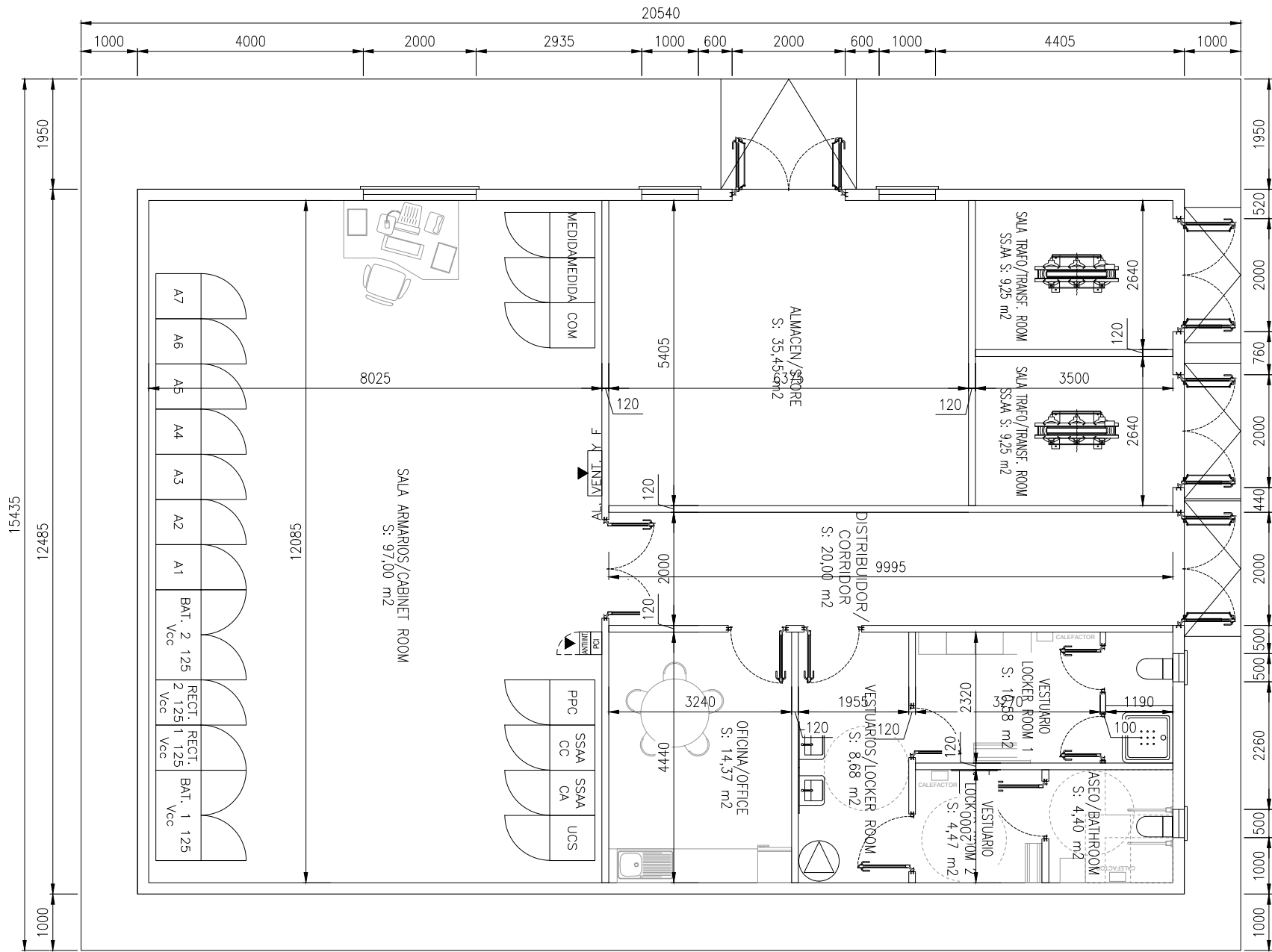
Código de Plano / Drawing Number

P1SEE00-SN-ELDW-00-720009

Escala / Scale: 1:700

Rev. nº: 00





NOTAS/NOTES:

1.- DIMENSIONES EN MILÍMETROS/DIMENSIONS IN MILLIMETERS

Proyecto / Project

Plan de Interés General de Aragón para la Implantación de Centro de Datos en la Puebla de Alfindén en Aragón.

General Interest Plan of Aragon for the Implementation of Data Centers in Puebla de Alfindén in Aragon.

TOMO II. Libro D.I.3. Proyecto Básico de Infraestructuras Eléctricas de nuevo Campus de Centros de Datos ACS DC LA PUEBLA, en la Puebla de Alfindén (Zaragoza).

VOLUME II. Book D.I.3. Basic Project for Electrical Infrastructures of the new Campus of ACS DC LA PUEBLA, in Puebla de Alfindén (Zaragoza).

Cliente / Client

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

Representado por / Represented by

Alfonso Sánchez Mier  
ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L. CIF B-72596547  
Avenida camino de Santiago, 50, 28050, Madrid  
Projectista / Designer



00	09/2025	EMISIÓN INICIAL / FIRST EDITION
Rev	Fecha / Date	Descripción / Description

FTC/SSR	CLO/SSR	BDC/SSR	IRIDIUM
Drawn by	Reviewer	Verifier	Approved

Fase de Proyecto / Phase

DISEÑO BÁSICO / BASIC DESIGN

Título de Proyecto / Project Title

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS - SET REMOTA 400 kV  
ELECTRICAL INFRASTRUCTURES PROJECT SET REMOTA 400 kV

Título de plano / Drawing title

EDIFICIO-DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS  
BUILDING-EQUIPMENTS DISTRIBUTION

Código PIGA / PIGA Code

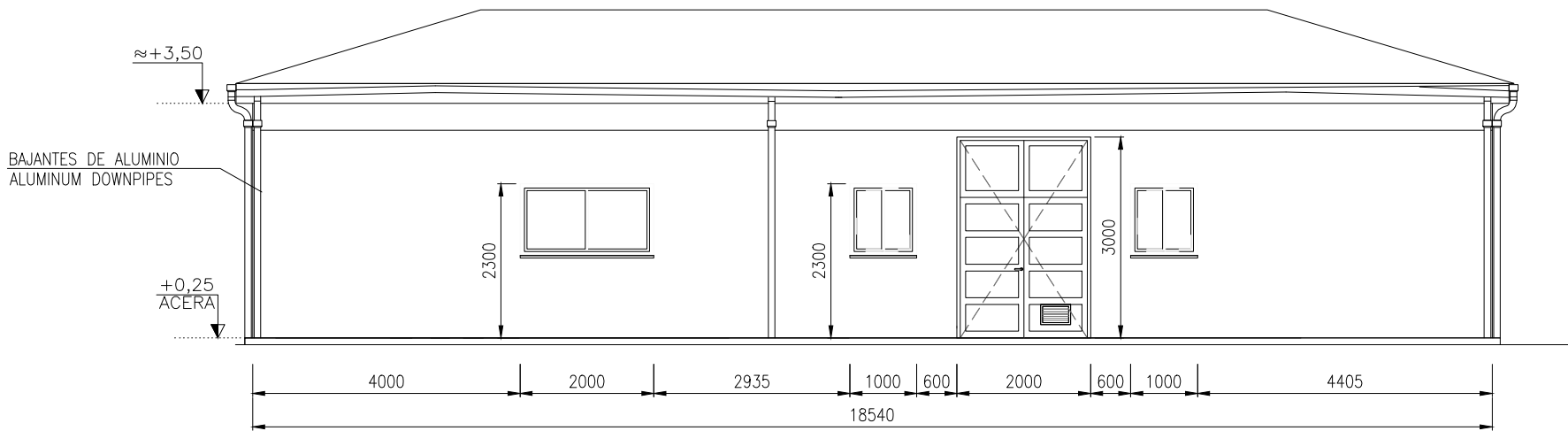
ACS-T02-P0D130

Código de Plano / Drawing Number

P1SEE00-SN-ELDW-00-720010

Escala / Scale: 1:100

Rev. nº: 00

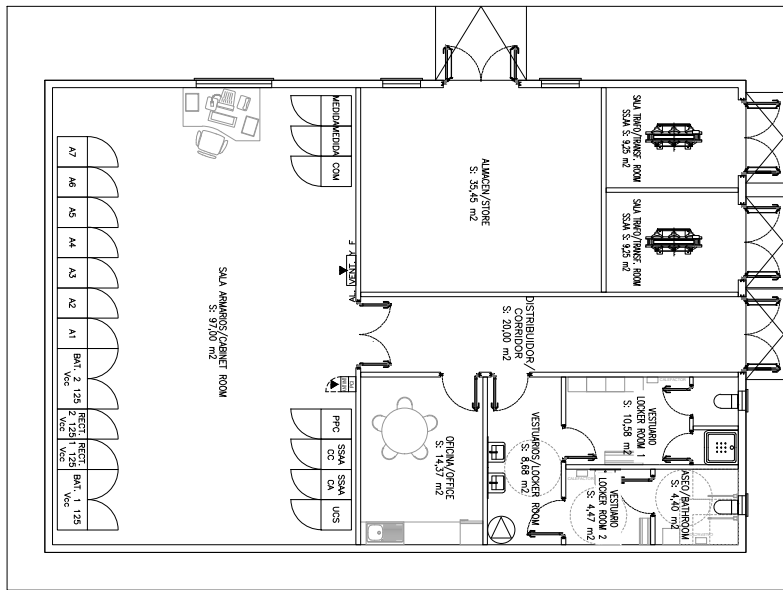


ALZADO/VIEW A



ALZADO/VIEW B

ALZADO/VIEW A



PLANTA/PLAN VIEW  
ESCALA/SCALE 1:200

ALZADO/VIEW B

NOTAS:

1.- DIMENSIONES EN MILIMETROS, ELEVACIONES EN METROS/DIMENSIONS IN MILLIMETERS, ELEVATIONS IN METERS.

Proyecto / Project

Plan de Interés General de Aragón para la Implantación de Centro de Datos en la Puebla de Alfindén en Aragón.

General Interest Plan of Aragon for the Implementation of Data Centers in Puebla de Alfindén in Aragon.

TOMO II. Libro D.I.3. Proyecto Básico de Infraestructuras Eléctricas de nuevo Campus de Centros de Datos ACS DC LA PUEBLA, en la Puebla de Alfindén (Zaragoza).

VOLUME II. Book D.I.3. Basic Project for Electrical Infrastructures of the new Campus of ACS DC LA PUEBLA, in Puebla de Alfindén (Zaragoza).

Cliente / Client

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

Representado por / Represented by

Alfonso Sánchez Mier  
ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L. CIF  
B-72596547  
Avenida camino de Santiago, 50, 28050, Madrid  
Projectista / Designer

El Ingeniero Técnico Industrial  
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.  
D. Javier Sanz Osorio  
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134



00	09/2025	EMISIÓN INICIAL / FIRST EDITION
Rev	Fecha / Date	Descripción / Description

FTC/SSR	CLO/SSR	BDC/SSR	IRIDIUM
Drawn by	Reviewer	Verifier	Approved

Fase de Proyecto / Phase

DISEÑO BÁSICO / BASIC DESIGN

Título de Proyecto / Project Title

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS  
ELÉCTRICAS - SET REMOTA 400 kV  
ELECTRICAL INFRASTRUCTURES PROJECT  
SET REMOTA 400 kV

Título de plano / Drawing title

EDIFICIO-ELEVACIONES Y SECCIONES  
BUILDING-ELEVATIONS AND SECTIONS

Código PIGA / PIGA Code

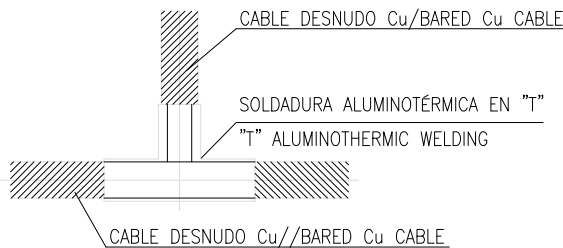
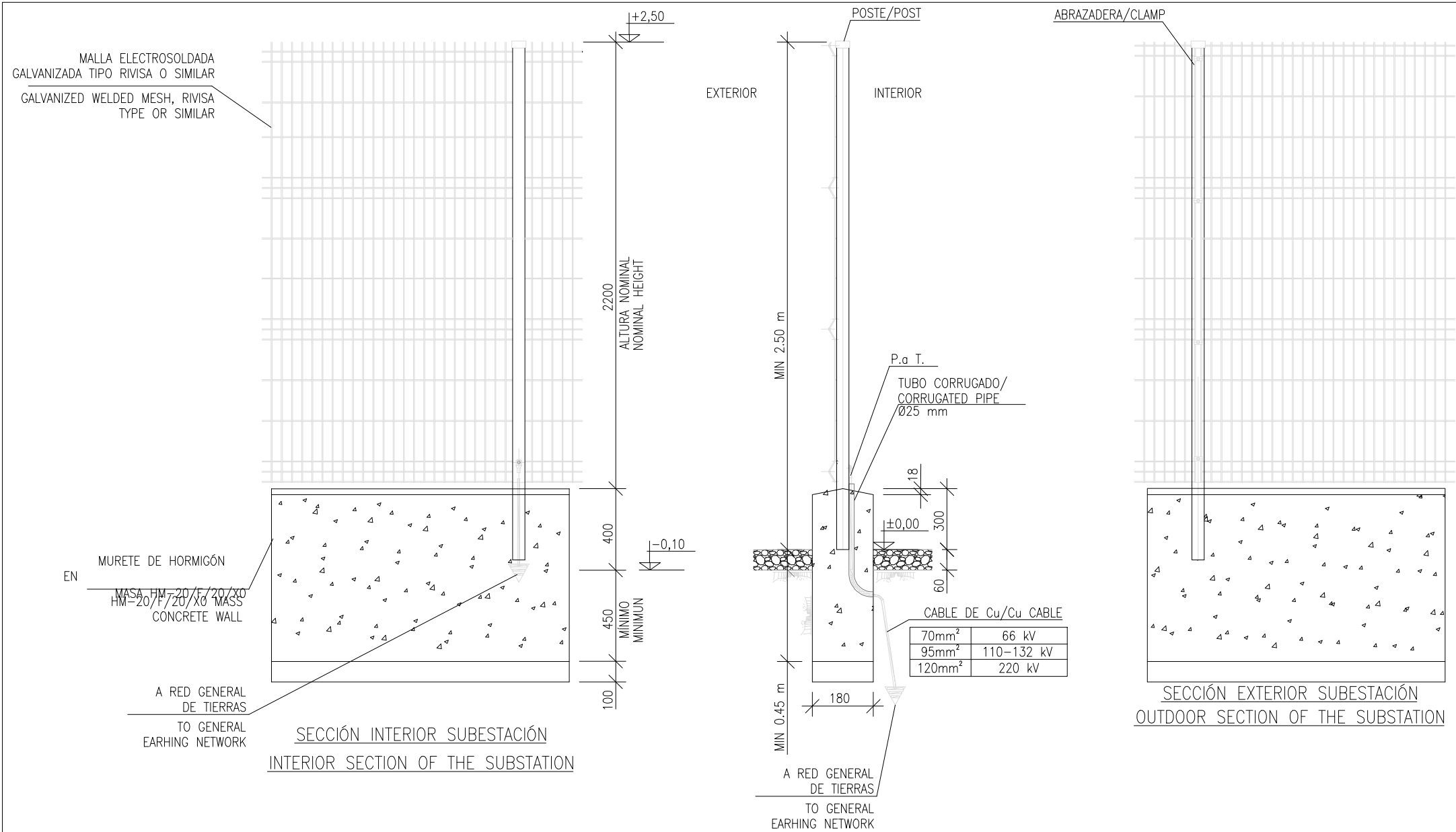
ACS-T02-P0D130

Código de Plano / Drawing Number

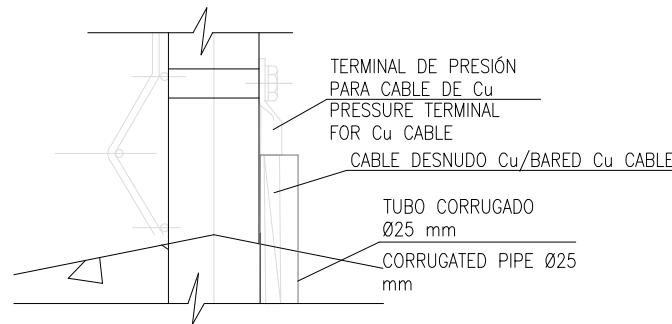
P1SEE00-SN-ELDW-00-720011

Escala / Scale: 1:100

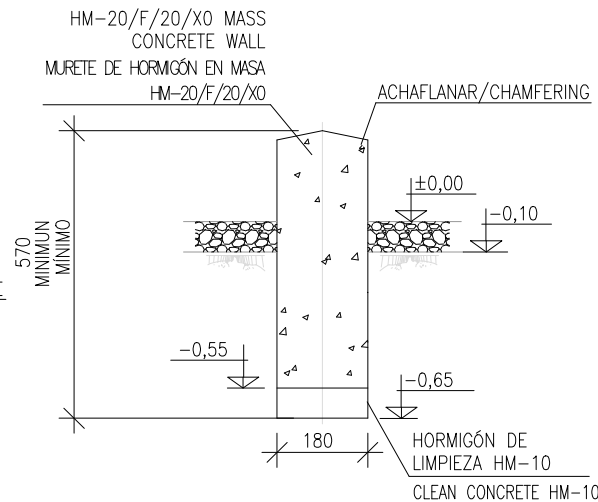
Rev. nº: 00



DETALLE DE SOLDADURA S/E  
WELDING DETAIL N/S



DETALLE P.º T. POSTE S/E  
DETAIL P.º T. POST N/S



DETAIL OF THE CONSTRUCTION OF THE LOW WALL  
DETALLE CONSTRUCCIÓN MURETE

NOTES:

1. GALVANIZED "FAX FENCE" TYPE GALVA SZ-275 WITH 80 mm POSTS AND A NOMINAL HEIGHT OF 2 m, RIVISA BRAND OR SIMILAR.
2. THE DISTANCE BETWEEN POST AXES IS 2.64 m MAXIMUM.
3. THE CHARACTERISTIC STRENGTH OF MASS CONCRETE FCK=20 N/mm<sup>2</sup>
4. THE FENCE POSTS WILL BE EMBEDDED, NOT SCREWED (INDICATED ON THE PLAN).
5. CONNECT ONE OF EVERY 2 POST DIRECTLY TO THE GENERAL EARTHING NETWORK (SEE DETAILS).
6. DIMENSIONS IN MILLIMETERS. ELEVATIONS IN METERS.

NOTAS:

- 1.- VALLADO GALVANIZADO TIPO "VERJA FAX" GALVA SZ-275 CON POSTES DE 80 mm Y ALTURA NOMINAL 2 m MARCA RIVISA O SIMILAR.
- 2.- LA DISTANCIA ENTRE EJES DE POSTE ES 2,64 m MAXIMO.
- 3.- LA RESISTENCIA CARACTERISTICA DEL HORMIGÓN EN MASA fck=20 N/mm<sup>2</sup>
- 4.- LOS POSTES DE LA VALLA IRÁN EMPOTRADOS, NO ATORNILLADOS (INDICADO EN PLANO).
- 5.- CONECTAR UN POSTE DE CADA 2 DIRECTAMENTE A LA RED GENERAL DE TIERRAS (VER DETALLE).
- 6.- DIMENSIONES EN MILIMETROS. ELEVACIONES EN METROS.

Proyecto / Project

Plan de Interés General de Aragón para la Implantación de Centro de Datos en la Puebla de Alfindén en Aragón.

General Interest Plan of Aragon for the Implementation of Data Centers in Puebla de Alfindén in Aragon.

TOMO II. Libro D.I.3. Proyecto Básico de Infraestructuras Eléctricas de nuevo Campus de Centros de Datos ACS DC LA PUEBLA, en la Puebla de Alfindén (Zaragoza).

VOLUME II. Book D.I.3. Basic Project for Electrical Infrastructures of the new Campus of ACS DC LA PUEBLA, in Puebla de Alfindén (Zaragoza).

Cliente / Client

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

Representado por / Represented by

Alfonso Sánchez Mier

ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L. CIF B-72596547

Avenida camino de Santiago, 50, 28050, Madrid

Projectista / Designer

El Ingeniero Técnico Industrial  
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.  
D. Javier Sanz Osorio  
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134



00	09/2025	EMISIÓN INICIAL / FIRST EDITION
Rev	Fecha / Date	Descripción / Description

FTC/SSR	CLO/SSR	BDC/SSR	IRIDIUM
Drawn by	Reviewer	Verifier	Approved

Fase de Proyecto / Phase

DISEÑO BÁSICO / BASIC DESIGN

Título de Proyecto / Project Title

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS - SET REMOTA 400 kV  
ELECTRICAL INFRASTRUCTURES PROJECT SET REMOTA 400 kV

Título de plano / Drawing title

DETALLES DE CERRAMIENTO  
ENCLOSURE DETAILS

Código PIGA / PIGA Code

ACS-T02-P0D130

Código de Plano / Drawing Number

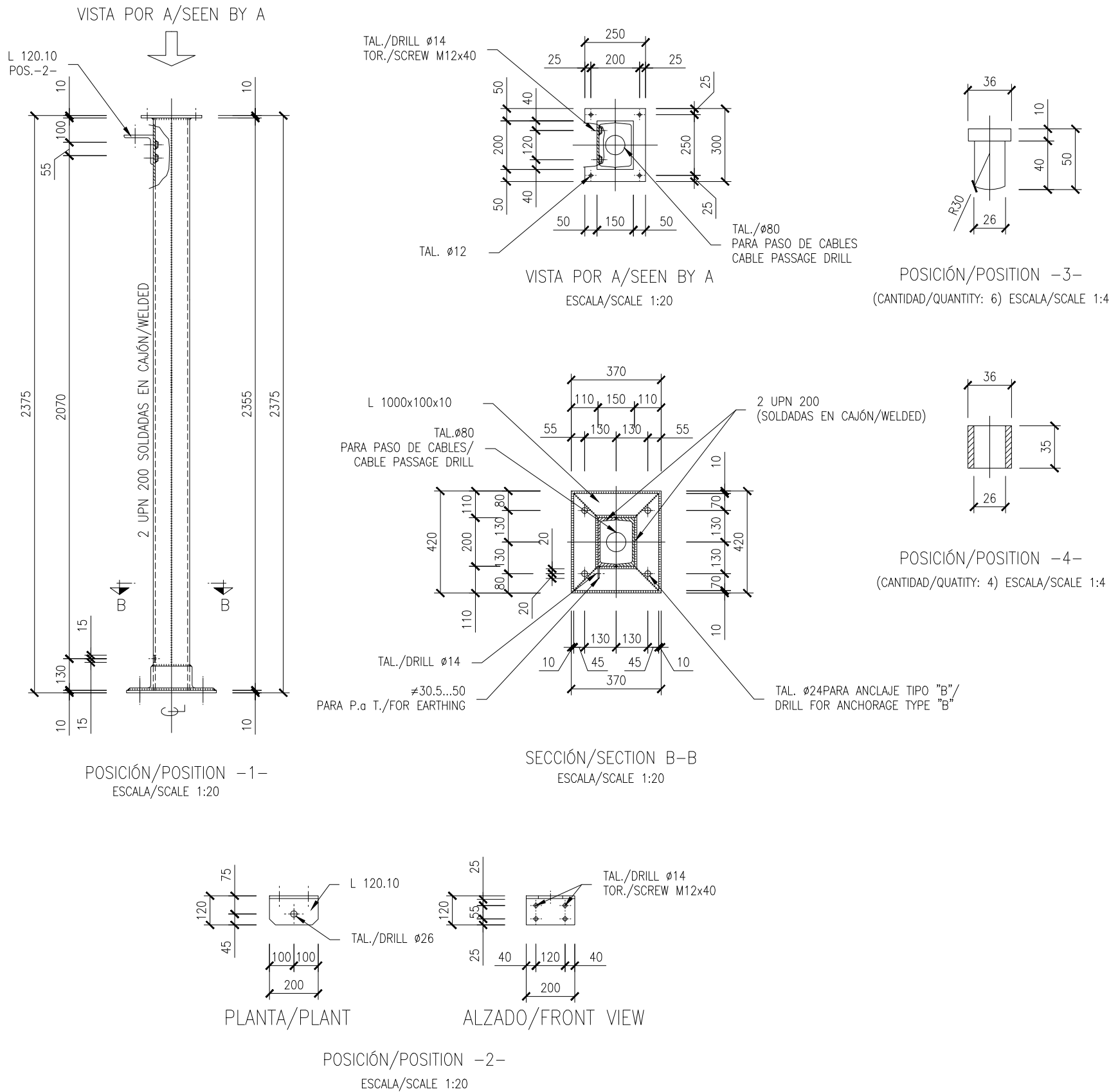
P1SEE00-SN-ELDW-00-720012

Escala / Scale: 1:25

Rev. nº: 00







**Proyecto / Project**  
Plan de Interés General de Aragón para la Implantación de Centro de Datos en la Puebla de Alfindén en Aragón.  
*General Interest Plan of Aragon for the Implementation of Data Centers in Puebla de Alfindén in Aragon.*  
TOMO II. Libro D.I.3. Proyecto Básico de Infraestructuras Eléctricas de nuevo Campus de Centros de Datos ACS DC LA PUEBLA, en la Puebla de Alfindén (Zaragoza).  
*VOLUME II. Book D.I.3. Basic Project for Electrical Infrastructures of the new Campus of ACS DC LA PUEBLA, in Puebla de Alfindén (Zaragoza).*

**Cliente / Client**  
ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.  
**Representado por / Represented by**  
Alfonso Sánchez Mier  
ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L. CIF B-72596547  
Avenida camino de Santiago, 50, 28050, Madrid  
**Projectista / Designer**

El Ingeniero Técnico Industrial  
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.  
D. Javier Sanz Osorio  
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134

00	09/2025	EMISIÓN INICIAL / FIRST EDITION	
Rev	Fecha / Date	Descripción / Description	
FTC/SSR	CLO/SSR	BDC/SSR	IRIDIUM
Drawn by	Reviewer	Verifier	Approved

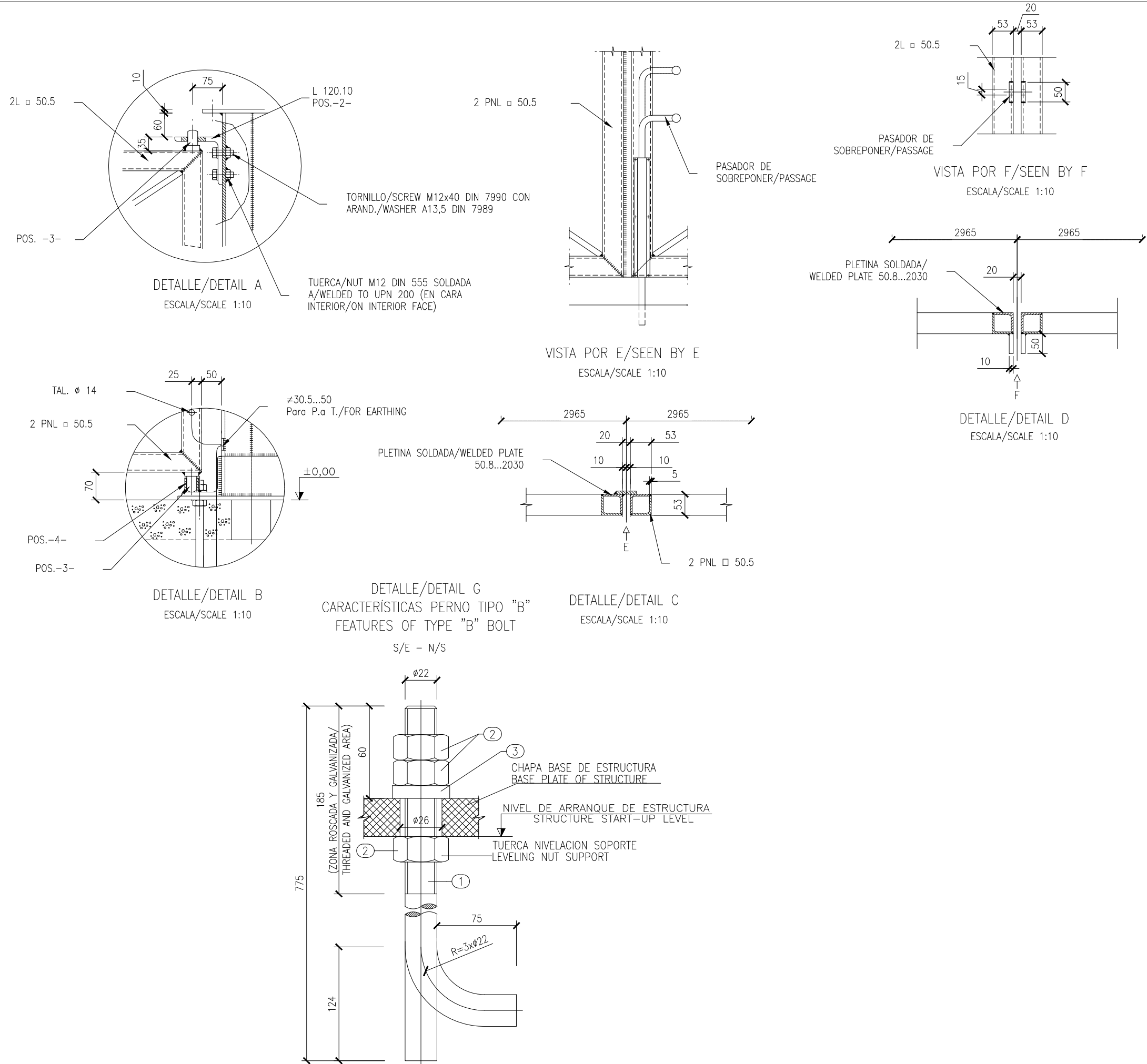
**Fase de Proyecto / Phase**  
DISEÑO BÁSICO / BASIC DESIGN  
**Título de Proyecto / Project Title**  
PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS - SET REMOTA 400 kV  
*ELECTRICAL INFRASTRUCTURES PROJECT SET REMOTA 400 kV*  
**Título de plano / Drawing title**

PUERTA DE ACCESO TIPO  
*ACCESS TYPE DOOR*

**Código PIGA / PIGA Code**  
ACS-T02-P0D130  
**Código de Plano / Drawing Number**  
P1SEE00-SN-ELDW-00-720013

Escala / Scale: 1:50 Rev. nº: 00



**Proyecto / Project**

Plan de Interés General de Aragón para la  
Implantación de Centro de Datos en la Puebla  
de Alfindén en Aragón.

*General Interest Plan of Aragon for the Implementation of Data Centers in Puebla de Alfindén in Aragon.*

TOMO II. Libro D.I.3. Proyecto Básico de Infraestructuras Eléctricas de nuevo Campus de Centros de Datos ACS DC LA PUEBLA, en la Puebla de Alfindén (Zaragoza).

**VOLUME II. Book D.I.3. Basic Project for Electrical Infrastructures of the new Campus of ACS DC LA PUEBLA, in Puebla de Alfindén (Zaragoza).**

**Cliente / Client**

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

Representado por / *Represented by*

Alfonso Sánchez Mier

ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L. CIF  
B-72596547

Avenida camino de Santiago, 50, 28050, Madrid

**Proyectista / Designer**

El Ingeniero Técnico Industrial  
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.  
D. Javier Sanz Osorio  
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134



00	09/2025	EMISIÓN INICIAL / <i>FIRST EDITION</i>
Rev	Fecha / <i>Date</i>	Descripción / <i>Description</i>

FTC/SSR	CLO/SSR	BDC/SSR	IRIDIUM
Drawn by	Reviewer	Verifier	Approved

## Fase de Proyecto / Phase

DISEÑO BÁSICO / *BASIC DESIGN*

**Título de Proyecto / *Project Title***

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS  
ELÉCTRICAS - SET REMOTA 400 kV  
*ELECTRICAL INFRASTRUCTURES PROJECT  
SET REMOTA 400 kV*

**Título de plano / *Drawing title***

PUERTA DE ACCESO TIPO  
*ACCESS TYPE DOOR*

**Código PIGA / PIGA Code**

ACS-T02-P0D130

**Código de Plano / *Drawing Number***

P1SEE00-SN-ELDW-00-720013

**Escala / Scale:** 1:50

Rev. n°: 00

# PLAN DE INTERÉS GENERAL DE ARAGÓN - PIGA

Proyecto:

## ACS DC LA PUEBLA

TOMO II.

Libro D. Proyectos de Infraestructuras Externas

- I. Proyecto de Infraestructuras Eléctricas
3. Pliego de condiciones técnicas

DOCUMENTO PARA APROBACIÓN INICIAL

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

P1SEE00-SN-ELME-00-730000

Septiembre 2025

## Índice de contenidos

1.	Objeto .....	1
2.	Abreviaturas y símbolos .....	2
3.	Disposiciones generales .....	3
3.1	Seguridad en el trabajo .....	3
3.2	Gestión medioambiental .....	3
3.3	Códigos y normas .....	3
3.4	Condiciones para la ejecución por contrata .....	5
4.	Condiciones de los materiales de la obra civil .....	6
4.1	Rellenos .....	6
4.2	Hormigones .....	6
4.3	Áridos para hormigones .....	7
4.4	Morteros .....	7
4.5	Cementos .....	7
4.6	Agua .....	8
4.7	Armaduras pasivas .....	9
4.8	Piezas de hormigón armado o pretensado .....	10
4.9	Materiales siderúrgicos: características y ensayos .....	10
4.10	Laminados de acero para estructuras .....	10
5.	Condiciones generales de ejecución de las obras .....	11
5.1	Manuales de métodos aplicables .....	11
5.2	Movimiento de tierras .....	11
5.2.1	Desbroce y limpieza del terreno .....	11
5.2.2	Demoliciones .....	12
5.2.3	Escarificación y compactación .....	12
5.2.4	Excavaciones, rellenos, terraplenes, sub. Bases granulares, red de drenajes .....	12
5.3	Hormigones .....	12
5.4	Pavimentos de hormigón .....	13
5.5	Armaduras .....	13
5.6	Laminados .....	13
5.7	Encofrados .....	13
5.8	Piezas prefabricadas de hormigón armado o pretensado .....	13
5.9	Estructura metálica .....	13
5.10	Embarrados y conexiones .....	13
5.11	Aparamenta .....	14
5.11.1	Interruptores .....	14
5.11.2	Seccionadores .....	14
5.11.3	Resto de aparamenta .....	14
5.12	Transformadores y reactancia de potencia .....	14
5.13	Batería de condensadores .....	15
5.14	Celdas blindadas de media tensión .....	15
5.15	Cables de potencia .....	16
5.16	Cables de fuerza y control .....	16
5.17	Puesta a tierra .....	16
6.	Gestión de Residuos .....	17
7.	Plan de control de calidad .....	18
8.	Recepción de las obras .....	20

## Índice de figuras

Figura 1. Apartado 43.2.1 del CE-21 .....	6
Figura 2. Apartado 43.2.1 del CE-21 .....	6
Figura 3. Tabla 28 de cementos del CE-21. ....	8
Figura 4. Tabla 29 de aguas del CE-21. ....	9
Figura 5. Apartado 34.2 del CE-21 .....	9
Figura 6. Apartado 35.2.1 del CE-21 .....	9
Figura 7. Apartado 35.2.2 del CE-21 .....	10

## Índice de tablas

Tabla 1. Tabla de abreviaturas .....	2
Tabla 2. Tolerancias admitidas de los conjuntos montados. ....	19

# 1. Objeto

El objeto del presente Pliego de Prescripciones Técnicas es establecer los requisitos a los que se debe ajustar la ejecución de las obras del proyecto, así como las condiciones técnicas y control de calidad que han de cumplir los materiales utilizados en el mismo.

Las condiciones técnicas y operaciones a realizar que se indican no tienen carácter limitativo, teniendo que efectuar además de las indicadas, todas las necesarias para la ejecución correcta del trabajo.

## 2. Abreviaturas y símbolos

CPC	Condiciones Particulares de Contratación
PGCT	Pliego General de Condiciones Técnicas de Obra Civil
IEC	International Electrotechnical Commission
UNE	Una Norma Española
MOPT	Ministerio de Obras Públicas y Transportes
NLT	Normas de ensayo del Laboratorio del Transporte y mecánica del suelo
MAT	Muy Alta Tensión
AT	Alta Tensión
MT	Media Tensión
BT	Baja Tensión
ET	Especificación/es Técnica/s
M-HS-XX M-HM-XX	Manuales de Métodos áreas civiles y montaje
BOE	Boletín Oficial del Estado
PG3	Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes

**Tabla 1. Tabla de abreviaturas**

## 3. Disposiciones generales

### 3.1 Seguridad en el trabajo

Conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción, al amparo de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales se incluye en el presente proyecto, el Estudio de Seguridad y Salud correspondiente para su ejecución, en base al cual cada Contratista elaborará un Plan que deberá ser aprobado por el Coordinador en materia de seguridad y salud nombrado al efecto por el Promotor, previo al inicio de las obras.

Además, se tendrá en cuenta la normativa:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Prescripciones de Seguridad para Trabajos y Maniobras en Instalaciones Eléctricas, edición 2ª revisada (AMYS), o en su caso la última edición o revisión de esta.
- Normas, Procedimientos y Requisitos de Seguridad aplicables a los trabajos en instalaciones de AT y MAT.
- RD 614/2001 “Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico”.
- RD 1627/1997 “Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción”.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/95, de Prevención de Riesgos Laborales en materia de Coordinación de actividades empresariales.

### 3.2 Gestión medioambiental

Todas las obras del proyecto se ejecutarán garantizando el cumplimiento de la legislación y reglamentación medioambiental aplicable.

### 3.3 Códigos y normas

Todas las obras del proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones se ejecutarán cumpliendo las normas y recomendaciones en su última edición o revisión que les sean de aplicación y estén vigentes en el momento del inicio de las mismas.

Entre ellas se tendrán en cuenta las siguientes:

- Real Decreto 470/2021, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Real Decreto 320/2024, por el que se modifica la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16), aprobada por el Real Decreto 256/2016, de 10 de junio.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC – RAT).
- Reglamento Electrotécnico para BT. (RD 842/2002, de 2 de agosto)
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el suministro de Energía.
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de AT.
- Normas “UNE”, “IEC” y aplicables:

- UNE-EN 60865-1: Corrientes de cortocircuito.
- UNE-EN 10025: Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general. Condiciones técnicas de suministro.
- UNE 20324: Grados de protección proporcionados por las envolventes (código IP).
- UNE-EN 50272-2: Requisitos de seguridad para las baterías e instalaciones de baterías.
- UNE-EN 60071: Coordinación de aislamientos.
- UNE-EN 60076: Transformadores de potencia.
- UNE-EN 60376: Especificaciones para hexafluoruro de azufre (SF6) de calidad técnica para uso en equipos eléctricos.
- UNE-EN-60909: Corriente de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna.
- UNE-EN 61936-1: Instalaciones eléctricas de tensión nominal superior a 1 kV en corriente alterna. Parte 1: Reglas comunes.
- UNE-EN 62271-1: Aparata de alta tensión. Parte 1: Especificaciones Comunes.
- UNE-EN 62271-100: Aparata de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.
- UNE-EN 62271-102: Aparata de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- UNE-EN 62271-200: Aparata de alta tensión. Parte 200: Aparata bajo envoltorio metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE-EN 62271-205: Aparata de alta tensión. Parte 205: Conjuntos compactos de aparata de tensiones asignadas superiores a 52 kV.
- UNE 207020: Procedimiento para garantizar la protección de la salud y la seguridad de las personas en instalaciones eléctricas de ensayo y de medida de alta tensión.
- UNE 211006: Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.
- IEC 60060 High-voltage test techniques.
- IEC/TS 60815: (Serie completa: partes 1, 2 y 3): Selección y dimensionamiento de los aisladores de A.T para uso en las condiciones de contaminación.
- IEC 61850: Communication networks and systems for power utility automation.
- IEEE Standard 80-2013 Guide for Safety in AC Substation Grounding.
- CTE aplicables.
  - Normativa sobre Edificación: Código Técnico de la Edificación.
- Instrucciones de carreteras (Secciones de firme 6.1 IC, 6.2 IC y secciones aplicables).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de carreteras y Puentes (PG-3), con sus correspondientes revisiones y actualizaciones, tanto en el BOE como en el propio documento.
- Instrucción para la recepción de cementos (RC-16) aprobada por el Real Decreto 256/2016, de 10 de junio.
- Instrucciones Técnicas del fabricante, aplicables a los equipos y componentes a instalar y correspondientes a almacenamiento, manipulación, montaje, ensayos y puesta en servicio.
- Norma DB-SE-A "Estructuras de acero laminado en edificación".



### **3.4 Condiciones para la ejecución por contrata**

La Contratista está obligada al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la 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.

## 4. Condiciones de los materiales de la obra civil

Los componentes fundamentales de la Subestación, Apoyos y Zanjas están definidos en la Memoria y en los planos incluidos en el presente Proyecto Técnico Administrativo-

La información se completa con la relación de materiales que figura en el documento “P1SEE00-SN-CSDW-00-710000 – SET Remota - Presupuesto”.

Respecto a la obra civil se indica a continuación la calidad y preparación de los materiales a utilizar.

### 4.1 Rellenos

El material de relleno será el apropiado según normativa y su ejecución se ajustará a las indicaciones de dicha normativa y del Manual de Métodos “M-HS-02 Explanaciones, Excavaciones y Rellenos Localizados”.

### 4.2 Hormigones

La composición del hormigón será la adecuada para obtener la resistencia de proyecto o resistencia característica especificada del hormigón a compresión a los veintiocho días, expresada en N/mm<sup>2</sup>, tal y como se especifica en el artículo 33 Hormigones de la CE-21.

Se dosificará el hormigón con arreglo a los métodos que se consideren oportunos respetando siempre las limitaciones siguientes:

- La cantidad mínima de cemento por metro cúbico de hormigón será la establecida en el apartado 43.2.1 del CE-21

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición																				
		XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	X32	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3
Contenido mínimo de cemento (kg/ m³).	Masa	200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	275	300	275	300	275	300	325	300	300	300
	Armado	250	275	275	300	300	300	325	350	325	325	325	300	325	300	325	325	350	350	325	325	325
	Pretensado	275	300	300	300	300	300	325	350	325	325	325	300	325	300	325	325	350	350	325	325	325

**Figura 1. Apartado 43.2.1 del CE-21.**

- La cantidad máxima de cemento por metro cúbico de hormigón será de 500 kg. Solo en casos excepcionales, previa justificación experimental y autorización expresa de la dirección facultativa, se podrá superar dicho límite.
- No se utilizará una relación agua/cemento mayor que la máxima establecida en el apartado 43.2.1. del CE-21

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición																				
		XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	X32	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3
Máxima relación agua/cemento.	Masa	0,60	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,55	0,50	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50
	Armado	0,60	0,60	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,55	0,50	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50
	Pretensado	0,60	0,60	0,60	0,55	0,55	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,45	0,50	0,50	0,50

**Figura 2. Apartado 43.2.1 del CE-21**

En la dosificación se tendrá en cuenta, no solo la resistencia mecánica y la consistencia que deba obtenerse, sino también la clase de exposición ambiental que va a estar sometido el hormigón, por los posibles riesgos de deterioro del este o de las armaduras a causa del ataque de agentes exteriores.

De acuerdo con el tipo de entorno donde esté localizada la estructura de hormigón, la designación de la clase de exposición relativa al hormigón estructural vendrá recogida en la Tabla 27.1.a del CE-21. El valor mínimo de la resistencia de proyecto  $f_{ck}$  (Valor adoptado en proyecto para la resistencia del hormigón a compresión, como base de cálculo) no será inferior a 20 N/mm<sup>2</sup> en hormigones en masa, ni a 25 N/mm<sup>2</sup> en hormigones armados o pretensados, según apartado 33.1 Valor mínimo de la resistencia del CE-21.

## 4.3 Áridos para hormigones

Las características de los áridos deberán permitir alcanzar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón que con ellos se fabrica, así como cualquier otra exigencia que se requiera a este en el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto.

Los áridos deben tener marcado CE según la norma UNE-EN 12620, y las propiedades definidas en la declaración de prestaciones (DdP) deberán cumplir lo establecido en el Artículo 30 Áridos del CE-21.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse áridos gruesos (gravas) y áridos finos (arenas), según UNE-EN 12620, rodados o procedentes de rocas machacadas, así como escorias de horno alto enfriadas por aire o áridos reciclados, todos ellos según UNE-EN 12620.

Los áridos no deben descomponerse por los agentes exteriores a que estarán sometidos en obra. Por tanto, no deben emplearse tales como los procedentes de rocas blandas, friables, porosas, etc., ni los que contengan nódulos de yeso, compuestos ferrosos, sulfuros oxidables, etc. en proporciones superiores a lo indicado en el Código Estructural (CE-21).

## 4.4 Morteros

Los morteros para fábricas pueden ser ordinarios, de junta delgada o ligeros. El mortero de junta delgada se puede emplear cuando las piezas sean rectifiquen o moldeen y permitan construir el muro con tendeles de espesor entre 1 y 3 mm.

Los morteros ordinarios pueden especificarse por:

- Resistencia: se designan por la letra M seguida de la resistencia a compresión en N/mm<sup>2</sup>.
- Dosificación en volumen: se designan por la proporción, en volumen, de los componentes fundamentales (por ejemplo 1:1:5 cemento, cal y arena). La elaboración incluirá las adiciones, aditivos y cantidad de agua, con los que se supone que se obtiene el valor de  $f_m$  supuesto.

El mortero ordinario para fábricas convencionales no será inferior a M1. El mortero ordinario para fábrica armada o pretensada, los morteros de junta delgada y los morteros ligeros, no serán inferiores a M5. En cualquier caso, para evitar roturas frágiles de los muros, la resistencia a la compresión del mortero no debe ser superior al 0,75 de la resistencia normalizada de las piezas.

## 4.5 Cementos

El cemento debe de ser capaz de proporcionar al hormigón las características que se exigen al mismo en el Artículo 33 del CE-21, y deberá adecuarse a las condiciones ambientales a las que va a estar expuesto.

Podrán utilizarse aquellos cementos que cumplan las siguientes condiciones:

- Conformidad con la reglamentación específica vigente
- Cementos de clase resistente 32,5 N/mm<sup>2</sup> o superior.
- Cumplimiento de las limitaciones de uso establecidas en la tabla del Artículo 28 Cementos del CE-21.

Tabla 28. Tipos de cemento utilizables

Tipo de hormigón	Tipo de cemento
Hormigón en masa.	Cementos comunes, excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T y CEM III/C.
	Cementos para usos especiales ESP VI-1.
Hormigón armado.	Cementos comunes, excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/C y CEM V/B.
Hormigón pretensado.	Cementos comunes de los tipos CEM I y CEM II/A-D, CEM II/A-V, CEM II/A-P y CEM II/A-M (V, P).

**Figura 3. Tabla 28 de cementos del CE-21.**

En la tabla 28, las condiciones de utilización permitida para cada tipo de hormigón se deben considerar extendidas a los cementos blancos (BL) y a los cementos con características adicionales de resistencia a sulfatos y al agua de mar (SRC y SR), de resistencia al agua de mar (MR, SR y SRC) y de bajo calor de hidratación (LH) correspondientes al mismo tipo y clase resistente que aquellos.

Está expresamente prohibido el almacenamiento en el mismo silo o la mezcla de cementos de diferentes tipos, clases de resistencia o fabricantes en la elaboración del hormigón, ya que se perdería la trazabilidad y las garantías del producto.

## 4.6 Agua

Cumplirá como mínimo las condiciones impuestas en el artículo 29 de la CE-21.

El agua utilizada, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no debe contener ningún ingrediente perjudicial en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras frente a la corrosión.

El agua potable de red de grandes núcleos urbanos, que cumpla el Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro, es apta para el amasado y curado del hormigón.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas, y salvo justificación especial de que no alteran perjudicialmente las propiedades exigibles al hormigón, deberán cumplir las condiciones indicadas en artículo 29 Aguas del CE-21, determinada conforme con los métodos de ensayo recogidos para cada característica en la norma UNE correspondiente.

Tabla 29. Especificaciones del agua de amasado

Característica del agua		Limitación	Norma
Exponente de hidrógeno, pH.		$\geq 5$	UNE 83952
Sulfatos (en general), expresado en $\text{SO}_4^{2-}$ .		$\leq 1 \text{ g/l}$	UNE 83956
Sulfatos (cementos SRC y SR), expresado en $\text{SO}_4^{2-}$ .		$\leq 5 \text{ g/l}$	
Ion cloruro.	a) hormigón pretensado.	$\leq 1 \text{ g/l}$	UNE 83958
	b) hormigón armado y hormigón en masa con armaduras para evitar fisuración.	$\leq 2 \text{ g/l}$	
Álcalis, expresado en $\text{Na}_2\text{O}_{\text{equiv}}$ (1) ( $\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{ K}_2\text{O}$ ).		$\leq 1,5 \text{ g/l}$	(2)
Sustancias disueltas.		$\leq 15 \text{ g/l}$	UNE 83957
Hidratos de carbono.		$= 0 \text{ g/l}$	UNE 83959
Sustancias orgánicas solubles en éter.		$\leq 15 \text{ g/l}$	UNE 83960

(1) Si se sobrepasa este límite, se podrá utilizar el agua solo en el caso de que se acredite haber medidas para evitar posibles reacciones álcali-árido.

(2) La determinación de álcalis se podrá realizar mediante la técnica de fotometría de llama o espectroscopia de masa con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS).

Figura 4. Tabla 29 de aguas del CE-21.

## 4.7 Armaduras pasivas

El acero con el que se conforman las armaduras pasivas del hormigón cumplirá lo indicado en el Artículo 34 *Aceros para armaduras pasivas* del CE-21. Los productos en los cuales se presentará el acero estarán constituidos por:

- Barras o rollos de acero soldable corrugado o grafilado, Cumplirán lo indicado en el apartado 34.2 del CE-21

Tipo de acero	Acero soldable		Acero soldable con características especiales de ductilidad	
Designación	B 400 S	B 500 S	B 400 SD	B 500 SD

Figura 5. Apartado 34.2 del CE-21.

- Alambre de acero soldable B 500 T, según apartado 34.3 del CE-21.
- Mallas electrosoldadas, según apartado 35.2.1. del CE-21.

Tabla 35.2.1.a Tipos de mallas electrosoldadas

Tipos de mallas electrosoldadas	ME 500 SD	ME 400 SD	ME 500 S	ME 400 S	ME 500 T
Tipo de acero	B 500 SD, según 34.2	B 400 SD, según 34.2	B 500 S, según 34.2	B 400 S, según 34.2	B 500 T, según 34.2

Figura 6. Apartado 35.2.1 del CE-21.

- Armaduras básicas electrosoldadas, según apartado 35.2.2 del CE-21

Tabla 35.2.2 Tipos de armaduras básicas electrosoldadas en celosía

Tipos de armaduras básicas electrosoldadas en celosía	AB 500 SD	AB 400 SD	AB 500 S	AB 400 S	AB 500 T
Tipo de acero de los cordones longitudinales	B500SD, según 34.2	B400SD, según 34.2	B500S, según 34.2	B400S, según 34.2	B500T, según 34.3

**Figura 7. Apartado 35.2.2 del CE-21.**

De manera general los productos de acero no presentarán defectos superficiales ni grietas.

Las armaduras formadas por estos productos de acero deberán de cumplir lo indicado en el Artículo 35 *Armaduras Pasivas* del CE-21.

Las secciones y las masas nominales serán las establecidas en la tabla 6 de la norma UNE-EN 10080. La sección equivalente no será inferior al 95,5 % de la sección nominal.

## 4.8 Piezas de hormigón armado o pretensado

La forma y dimensiones de las piezas prefabricadas se ajustarán perfectamente a los planos aprobados, así como a las indicaciones del proyecto, y al cuerpo de la obra a ensamblar, siendo recibidos todos aquellos cuerpos que requieran su unión.

## 4.9 Materiales siderúrgicos: características y ensayos

Los tornillos serán de la clase ordinaria y de una calidad del acero 5.6 y cumplirán, así como las tuercas y arandelas, las condiciones impuestas en la CTE.

## 4.10 Laminados de acero para estructuras

Los aceros laminados para estructuras serán de calidad S275JR de acuerdo con la norma UNE- EN 10025.

En aquellos casos en los que se suministren perfiles ya elaborados, incluirán 2 manos de pintura protectora antioxidante y su medición se realizará por su peso directo.

## 5. Condiciones generales de ejecución de las obras

### 5.1 Manuales de métodos aplicables

La ejecución de las obras cumplirá los siguientes manuales de métodos y especificaciones técnicas:

- M-HS-20305 Explanaciones, Excavaciones y Rellenos Localizados.
- M-HS-20306 Malla de Tierras.
- M-HS-20307 Fabricación y Puesta en Obra de Hormigón.
- M-HS-20308 Elaboración y Colocación de Armaduras.
- M-HS-20309 Colocación de Encofrados.
- M-HS-20310 Cimentaciones y Bancadas.
- M-HS-20311 Muros de Fábrica.
- M-HS-20312 Ejecución y Control de Morteros.
- M-HS-20313 Red de Drenajes.
- M-HS-20314 Canalizaciones de Cables.
- M-HS-20315 Viales y Acabados.
- M-HS-20316 Cerramiento Perimetral.
- M-HS-20405 Montaje de Estructuras y Soportes Metálicos.
- M-HS-20406 Montaje de Aparellaje MAT, AT y MT.
- M-HS-20408 Tendido y Conexión de cables de Potencia.
- M-HS-20409 Montaje de Embarrados y Derivaciones.
- M-HS-20410 Montaje de Conexión a Red de Tierras.
- M-HS-20411 Montaje del Transformador de Potencia.
- M-HS-20413 Montaje de Armarios, Equipos Eléctricos y Cuadros.
- M-HS-20414 Montaje de Celdas
- M-HS-20416 Montaje de equipos HIS
- M-HS-20302 Rev01 00 Especificación Técnica de Obra Civil.
- M-HS-20402 Rev00 00 Especificación Técnica de Montaje.

### 5.2 Movimiento de tierras

#### 5.2.1 Desbroce y limpieza del terreno

En función del tipo de terreno existente, la dirección de la obra determinará la cantidad de tierra vegetal, arbolado, tocones, maleza, etc., a retirar y extracciones a realizar. Así mismo decidirá si depositar la extracción en lugares predeterminados para su posterior aprovechamiento o por el contrario retirarla a escombreras autorizadas.

## 5.2.2 Demoliciones

Comprende el derribo o demolición, total o parcialmente, de todas las construcciones que obstaculicen la obra a realizar y la retirada de la obra del material que no se tenga que reutilizar.

## 5.2.3 Escarificación y compactación

Pueden presentarse 2 tipos diferentes de terrenos a escarificar:

- a) Terrenos sin firme existente.
- b) Terrenos con firme existente.

En ambos casos la operación consistirá en disgregar el terreno superficial con los medios mecánicos adecuados y previamente a su compactado.

La compactación se realizará hasta conseguir una densidad de al menos, un 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado, según norma UNE 103.501/94.

## 5.2.4 Excavaciones, rellenos, terraplenes, sub. Bases granulares, red de drenajes

La medición de la excavación y relleno con el propio material se realizará por diferencia teórica entre perfiles transversales del terreno tomados antes del inicio de las excavaciones y después de realizada la compactación. En el caso de utilizarse en el relleno material de préstamo, su medición se realizará por el mismo procedimiento.

Para la realización de las excavaciones se seguirán las normas establecidas a tenor de las características particulares de la cimentación del terreno, y sus dimensiones se ajustarán a las indicadas en los planos del proyecto.

Los materiales de relleno se ajustarán a las indicaciones del Manual de Métodos "M-HS-02 Explanaciones, Excavaciones y Rellenos Localizados".

La superficie superior del terraplén se realizará con material granular, y dispondrá de la pendiente suficiente que facilite la salida de aguas o bien dispondrá de un sistema de drenaje.

Los materiales de la capa granular, empleados entre la base del firme y la explanada, se ajustará a lo indicado en el artículo 510 del PG-3.

Las redes de drenaje definidas en los planos del proyecto se realizarán habitualmente mediante tubo de hormigón poroso, policloruro de vinilo, polietileno de alta densidad o cualquier otro material sancionado por la experiencia, siendo cubierto con material filtrante una vez colocados en la zanja, ajustándose al artículo 420 del PG-3.

## 5.3 Hormigones

Antes de verter hormigón sobre hormigón endurecido se limpiará la superficie de contacto mediante chorro de agua y aire a presión, y/o picado, eliminando seguidamente el agua que se haya depositado, así como se realizará el tratamiento adecuado con productos especiales de unión entre fraguados y frescos.

El hormigón se compactará por vibraciones hasta asegurar que se han llenado todos los huecos, se ha eliminado el aire de la masa y refluye la lechada en la superficie.

Durante el primer período de endurecimiento, no se someterá al hormigón a cargas estáticas o dinámicas que puedan provocar su fisuración y la superficie se mantendrá húmeda durante 7 días, como mínimo, protegiéndola de la acción directa de los rayos solares.

No se podrá colocar hormigón cuando la temperatura baje de 2°C, ni cuando siendo superior se prevea que puede bajar de 0°C durante las 48 horas siguientes, ni cuando la temperatura



ambiente alcance los 40°C. Se suspenderá el hormigonado cuando el agua de lluvia pueda producir deslavado del hormigón.

Se garantizarán las condiciones de ejecución de las obras de hormigón exigidas en el código estructural.

## 5.4 Pavimentos de hormigón

Cuando se realice la pavimentación mediante hormigonado en fresco, se podrán insertar directamente las juntas de dilatación de material plástico conforme a lo indicado en los planos de proyecto, o bien, una vez endurecido el hormigón mediante serrado con disco, siendo la profundidad mayor de seis centímetros.

## 5.5 Armaduras

La disposición de las armaduras una vez hormigonadas, será tal y como figura en los planos e instrucciones del proyecto, debiendo estar perfectamente sujetas para soportar el vertido, peso y vibrado del hormigón, respetándose especialmente los recubrimientos mínimos indicados en el código estructural.

## 5.6 Laminados

La disposición de los laminados y su medición se realizarán conforme a los valores teóricos de acuerdo con los planos e instrucciones del Proyecto, no considerándose los despuntes, solapes, ganchos, platillas, etc., que pudieran introducirse.

## 5.7 Encofrados

Los encofrados de madera o metálicos serán estancos y estarán de acuerdo con las dimensiones previstas en el proyecto, serán indeformables bajo la carga para la que están previstos y no presentarán irregularidades brutas superiores a 2 mm ni suaves superiores a 6 mm medidos sobre la regla patrón de 1 m de longitud. Su desplazamiento final, respecto a las líneas teóricas de replanteo, no podrá exceder de los 6 milímetros.

## 5.8 Piezas prefabricadas de hormigón armado o pretensado

Durante el proceso de carga, transporte y montaje o colocación, los elementos prefabricados deberán suspenderse y apoyarse en los puntos previstos, a fin de que no se produzcan sollicitaciones desfavorables.

## 5.9 Estructura metálica

La presentación de los anclajes se efectuará con las plantillas previstas para este fin.

Una vez clasificada la estructura y comprobado que las dimensiones (incluso taladros) corresponden a las medidas indicadas en el Proyecto, se procederá al izado de la misma mediante:

- Estrobo y elevación de las estructuras.
- Fijación de estas en sus anclajes mediante pernos u hormigón.
- Aplomado, nivelación y alineación de estas.

## 5.10 Embarrados y conexiones

**Embarrados de cable y derivaciones:**

- Los embarrados de cable se ejecutarán realizando un tramo de muestra de cada vano tipo, con arreglo a las tablas de tendido. Luego se montarán en el suelo todos los tramos izándolos y regulándolos posteriormente.

#### **Embarrados rígidos de tubo o pletina:**

- Los embarrados de tubo se prepararán y ejecutarán en el suelo, incluyendo el doblado con máquina, empalmes si son necesarios, y taladros. En el caso de los tubos de aluminio, se prevé un equipo de soldadura para la unión de las palas de conexión. Posteriormente se izarán y montarán los diferentes tramos.

#### **Conexiones:**

- Se prepararán, limpiarán, colocarán y apretarán las piezas de conexión según se indique.

## **5.11 Aparamenta**

### **5.11.1 Interruptores**

Se procederá a la fijación en sus bancadas y una vez nivelados se regularán y ajustarán según instrucciones del fabricante.

El llenado del fluido aislante se realizará a la presión indicada por el fabricante. Cuando se trate de aceite, se realizará un filtrado hasta alcanzar una rigidez dieléctrica mínima de 150 kV/cm.

En su recepción se comprobará la densidad del gas a través del densímetro, y la presión de gas para el caso de interruptores de SF<sub>6</sub>.

El fabricante del interruptor deberá revisar el montaje y dar su aprobación al mismo.

### **5.11.2 Seccionadores**

Se procederá al izado, fijación en sus soportes y una vez nivelados se regularán y ajustarán según instrucciones del fabricante.

Se comprobarán los ajustes, engrases finales, así como la penetración de las cuchillas, conforme a las indicaciones del fabricante.

### **5.11.3 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.

Para su montaje se seguirán las instrucciones del fabricante.

El montaje de los transformadores de medida, cuando se monte uno por fase, se realizará siguiendo el número de fabricación: el menor en la fase 0 y el mayor en la fase 8. Una vez montados se medirán aislamientos. En los transformadores de intensidad, además, se medirá la polaridad y relación de transformación.

En los pararrayos, cuando proceda, se montarán los contadores de descargas. Se comprobará y medirá el aislamiento entre la base donde lleve la puesta a tierra y el soporte metálico.

## **5.12 Transformadores y reactancia de potencia**

Actividades principales a desarrollar en el montaje:

- Descarga y traslado hasta su emplazamiento definitivo junto con sus accesorios.

- Montaje de accesorios y bornas.
- Tratamiento y llenado de aceite bajo vacío.
- Recepción final.

Concretamente, para el tratamiento y llenado de aceite se realizará lo siguiente:

- Se comprobará la existencia de una ligera sobrepresión de gas en la cuba del transformador.
- Se efectuará el vacío de la cuba, al mismo tiempo se realizará el filtrado del aceite en depósitos aparte.
- Una vez conseguidos los valores de rigidez dieléctrica y vacío indicados en la Especificación Técnica de Montaje de Transformadores de Potencia, se iniciará el llenado de la cuba por la parte inferior hasta alcanzar un nivel cercano a la tapa.
- Se procederá a la rotura de vacío.
- Una vez montados todos los elementos del transformador se procederá al llenado final de este.

El aceite antes del llenado debe tener un contenido de humedad de 10 ppm o menos y el contenido de gases no debe exceder del 1%.

Cuando la cuba no esté preparada para pleno vacío, se procederá solamente al tratamiento del aceite y al llenado del transformador.

En el caso de transformadores nuevos, el fabricante del transformador realizará el montaje y supervisará la puesta en servicio del mismo.

## 5.13 Batería de condensadores

### **Antiguas:**

Se efectuará el montaje de la estructura metálica, aisladores soporte, embarrados, derivaciones, transformadores de medida, condensadores con sus fusibles de protección correspondientes y regulación de estos.

Cada elemento condensador deberá descargarse previamente a tierra.

En la puesta en servicio de las baterías de condensadores antiguas, se medirá la tensión residual en el triángulo abierto, formado por los secundarios de los transformadores de tensión, que es la tensión a que queda sometida cada serie de condensadores.

### **Modernas:**

Se efectuará el montaje del soporte metálico, colocación y fijación de los módulos de la batería sobre el soporte.

Se efectuará el montaje de los embarrados y derivaciones.

Se realizarán mediciones de las series con todos sus elementos, y eliminando elementos hasta que la sobretensión a que queda sometida sea del 10%.

En la puesta en servicio de las baterías de condensadores modernas, se vigilará la corriente residual entre los neutros para detectar el desequilibrio.

## 5.14 Celdas blindadas de media tensión

Se realizarán las siguientes operaciones:

- Desembalaje, situación, ensamblado, nivelado y fijación de los diversos elementos que componen el conjunto, en su bancada correspondiente.
- Se realizará la unión de embarrados principales y derivaciones.
- Comprobación y colocación de los aislamientos de embarrados.
- Cableado de interconexiones entre celdas, hasta la caja de centralización, colocación y cableado de todos los aparatos.
- Puesta a tierra.
- Pruebas funcionales de maniobra y control.

## 5.15 Cables de potencia

El tendido se realizará formando ternas trifásicas (fases 0, 4, 8).

No se admitirán empalmes en el tendido inicial de los cables de potencia.

Se comprobará el cumplimiento de las instrucciones del tendido y montaje dadas por el fabricante del cable, así como los ensayos eléctricos previos a la puesta en servicio.

Los cables irán marcados identificando circuito y fase en las zonas visibles y arquetas de registro.

## 5.16 Cables de fuerza y control

Se incluyen en este apartado las siguientes actividades:

- Plan de tendido y conexionado.
- Tendido.
- Conexionado.
- Mediciones y comprobaciones.

Los cables se fijarán en los extremos mediante prensaestopas o grapas de presión.

Todos los cables estarán identificados y marcados. Cada hilo será igualmente identificado en sus dos extremos y marcado con la numeración que figure en los planos de cableado correspondiente.

## 5.17 Puesta a tierra

Cualquier elemento que no soporte tensión deberá estar conectado a la malla de tierra. El contacto de los conductores de tierra deberá hacerse de forma que quede completamente limpio y sin humedad.

La malla de tierra se tenderá a la profundidad indicada en el proyecto, siguiendo la disposición indicada en los planos del mismo.

Las conexiones se efectuarán con soldadura aluminotérmica y los cruzamientos se harán sin cortar el cable.

No se tapará ningún tramo de malla de tierra, ni soldadura alguna, sin la autorización previa de la dirección de obra.

## 6. Gestión de Residuos

Tal y como se describe en el Estudio de Gestión de Residuos, se cumplirán los requerimientos respecto a la Prevención, Clasificación, Valorización, Transporte y Eliminación de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD). En particular, se seguirán los siguientes criterios, en función del tipo de residuo generado:

1. Todo material, equipo o máquina, antes de ser considerado residuo, y siempre que sea posible, debe reutilizarse. Cuando el material, equipo o máquina no pueda reutilizarse, pasará a considerarse residuo y se gestionará a través de una empresa autorizada específica para el residuo, quién lo someterá, siempre que sea posible, a tratamientos de reciclaje apropiados.
2. Los acopios de estos materiales, sus transportes y gestión se acogerán a lo dispuesto en el Documento N° 6. Estudio Gestión de Residuos, y a la normativa específica vigente. Se dispondrá de toda la documentación resultante de la gestión de cada residuo que justifique su trazabilidad y asegure el sometimiento a estos procesos de valorización.
3. Los RCD serán segregados en obra de acuerdo con su naturaleza, requisitos legales que los regulan y las operaciones de reciclado y valorización establecidas para ellos.
4. Durante la obra se velará porque ningún residuo se elimine directamente si es viable su valorización previa, y la eliminación siempre será la última opción a considerar. La eliminación se realizará en vertedero autorizado específicamente diseñado para el tipo de residuo a entregar.
5. Todas las retiradas RCD serán registradas documentalmente y de inmediato en la obra. El registro de retiradas estará siempre actualizado y disponible en la obra. Se dispondrá de la documentación que lo justifique según la normativa, procedimiento y manuales aplicables. No quedará ningún RCD sin retirar tras la finalización de los trabajos.

Se incluye información detallada acerca de la Gestión de los residuos generados en la obra en el Documento N° 6. Estudio Gestión de Residuos.

## 7. Plan de control de calidad

El plan de control, tanto de la ejecución como de los materiales utilizados, se preparará en base a los criterios de buena práctica y conforme a las instrucciones, normas, pliegos, etc., de aplicación en cada caso, debiéndose cumplir como mínimo los requisitos expuestos en los siguientes apartados.

La Contratista de acuerdo con lo indicado en las Especificaciones Técnicas, o en su defecto en las Normas e Instrucciones de Organismos Oficiales, encargará la realización de ensayos y pruebas a laboratorios homologados.

Mensualmente la Contratista entregará los certificados de calidad de todos los materiales utilizados, indicando las unidades de obra a que afecta.

### Replanteos:

Los errores máximos permitidos serán:

Entre ejes de replanteo y ejes de cimentaciones.....	2 mm
Entre ejes de cimentaciones y testas de los pernos .....	1 mm
En nivelación de bases de cimentaciones .....	1 mm
En nivelación de carreteras y viales .....	5 mm
En nivelación de explanada .....	20 mm

### Movimientos de tierras:

Cuando se efectúen movimientos de tierras para explanación de carreteras, viales, etc. se deberán cumplir los valores de Límite de Atterberg, análisis granulométrico, equivalente de arena, Proctor normal/modificado, CBR de laboratorio, materia orgánica y densidad “in situ”, según especifica en cada caso las correspondientes normas NLT ó UNE.

El control de ejecución de los terraplenes se hará conforme al Manual de Métodos “M-HS-02 Explanaciones, Excavaciones y Rellenos Localizados”.

### Hormigón:

Para garantizar las condiciones de ejecución de las obras de hormigón exigidas en el código estructural, se realizará un control de ejecución a nivel normal conforme al Manual de Métodos “MHS- 04 Fabricación y Puesta en Obra de Hormigón”.

De acuerdo a la mencionada guía:

- La comprobación de la resistencia del hormigón se realizará en el laboratorio, mediante la rotura a compresión de probetas sacadas a pie de obra, a la edad de 7 y 28 días, según normas UNE-EN 12350-1, UNE-EN 12390-1, UNE-EN 12390-3.
- La comprobación de su consistencia se realizará a pie de obra, mediante el cono de Abrams, según norma UNE-EN 12350-2.

Por otra parte, la Contratista especificará al responsable de la planta de hormigonado, las características del hormigón a utilizar, principalmente en lo que respecta a resistencia y consistencia.

### Piezas prefabricadas de hormigón armado o pretensado:

El fabricante presentará un expediente en el que se recojan las características tales como:

- Calidad del Hormigón.
- Calidad del acero.
- Dimensiones y tolerancias.

- Solicitaciones.
- Precauciones durante su montaje.

#### Armaduras:

- Verificación de la sección equivalente.
- Ensayos y características según Norma UNE 36068:94.
- Comprobación de los valores característicos del material, límite elástico, rotura y alargamiento.
- Verificar que las características de las mallas electrosoldadas de acero para hormigón armado cumplen con la norma UNE 36092:96.

#### Montaje de Estructuras Metálicas y Soportes:

Las tolerancias dimensionales de los conjuntos montados serán indicadas en los planos. Las tolerancias admitidas se incluyen en el cuadro adjunto:

	Soportes	Estructuras	Dinteles
<b>Aplomado</b>	$\pm \text{altura}/1000 \leq 25 \text{ mm}$	$\pm 3\%$ de la altura	
<b>Nivelación</b>	$\pm 2,5 \text{ mm}$ (*) Con un máximo de 2,5 mm entre cada soporte de seccionadores	$\pm 2,5 \text{ mm}$	Horizontal: $\pm 3\%$ de la longitud
<b>Alineación</b>	$\pm 2,5 \text{ mm}$ (anclaje mediante hormigón) Holgura que permita el taladro, $< 2,5 \text{ mm}$ (anclaje mediante pernos)		
<b>Flecha</b>		$\pm \text{altura}/1000 \leq 15 \text{ mm}$ (F. de los pilares de la estructura respecto a su eje vertical)	$\pm \text{Longitud}/1000 \leq 10 \text{ mm}$ (F. entre ejes de apoyo)

**Tabla 2. Tolerancias admitidas de los conjuntos montados.**

#### Notas:

- Encarado de pilares para estructuras:  $\pm 3\%$  del eje de alineación.
- Longitud del dintel:  $\pm 5 \text{ mm}$  (En los casos que tenga junta de dilatación  $\pm 15 \text{ mm}$ ).

Para garantizar las condiciones, el control de la ejecución del resto de la obra se ajustará a las Normas, Pliegos e Instrucciones que les sean de aplicación en cada caso y en particular a las señaladas en el apartado 3.3 del presente documento.

## 8. Recepción de las obras

Al término de las obras comprendidas en el Proyecto, se hará una recepción de las mismas, levantándose el correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si éste es el caso, dándose la obra por terminada si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones.

En el caso de no hallarse la obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta, y se darán las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento.

Para la recepción y puesta en servicio de la instalación se realizarán las pruebas que se precisen para asegurar su correcto funcionamiento. Se pueden distinguir tres fases, en las cuales se exponen los ejemplos más significativos, teniendo que cumplimentar en cada fase los Planes de

### **Medición y comprobaciones:**

- Medida de resistencia de la malla de tierra y de las tensiones de paso y contacto.
- Medida de aislamiento de cables y de la aparamenta de AT.
- Medida de rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores y aislamiento de los bobinados.
- Polaridad de los transformadores de intensidad.
- Timbrado de cables de control.

### **Pruebas locales y P.E.S. de equipos de baja tensión:**

- Pruebas funcionales de seccionadores.
- Pruebas funcionales de interruptores.
- Pruebas funcionales de transformadores de potencia.
- Pruebas y puesta en servicio de rectificadores y baterías de acumuladores.
- Puesta en servicio de armarios de servicios auxiliares.

### **Pruebas de control, telecontrol y puesta en servicio de la aparamenta de AT:**

- Comprobación de los circuitos de mando, control, señalización y alarma de interruptores y seccionadores, de intensidades y tensiones de los transformadores de medida, de bloqueos y condicionantes de control.
- Pruebas de regulación de tensión de transformadores de potencia.
- Pruebas de protecciones, equipos de medida, de telecontrol, registradores cronológicos.
- Energización de todos los elementos de la Subestación y prueba de su funcionamiento a tensión normal.
- Puesta en servicio.

A la finalización de la obra, la Contratista entregará un expediente de Fin de Obra que comprenderá:

- Los protocolos de pruebas realizadas.
- Dos copias de planos "AS-BUILT", en rojo y amarillo.



Zaragoza, Septiembre de 2025  
EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO



Javier Sanz Osorio  
Colegiado 6.134 COGITIAR  
Al servicio de SISENER Ingenieros S.L.

•

# PLAN DE INTERÉS GENERAL DE ARAGÓN - PIGA

Proyecto:

## ACS DC LA PUEBLA

TOMO II.

Libro D. Proyectos de Infraestructuras Externas

- I. Proyecto de Infraestructuras Eléctricas
3. Estudio de seguridad y salud

DOCUMENTO PARA APROBACIÓN INICIAL

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

P1SEE00-SN-SSHS-00-740000

Septiembre 2025

## Índice de contenidos

1.	Estudio de seguridad y salud.....	1
1.1	Memoria .....	1
1.1.1	Objeto.....	1
1.1.2	Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras.....	1
1.1.3	Tipo de trabajo.....	1
1.1.4	Actividades principales .....	2
1.1.5	Plazo de ejecución .....	2
1.1.6	Número de operarios.....	2
1.1.7	Oficios .....	2
1.1.8	Maquinaria y medios auxiliares.....	3
1.1.9	Instalaciones provisionales de obra.....	4
1.1.10	Análisis de riesgos.....	4
1.1.11	Riesgos generales.....	4
1.1.12	Riesgos específicos.....	5
1.1.13	Maquinaria y medios auxiliares .....	7
1.1.14	Medidas preventivas.....	8
1.1.15	Protecciones colectivas .....	8
1.1.16	Protecciones personales .....	15
1.1.17	Revisiones técnicas de seguridad .....	15
1.2	Instalaciones eléctricas provisionales.....	15
1.2.1	Riesgos previsibles.....	15
1.2.2	Medidas preventivas.....	16
1.2.3	Medidas de protección contra incendios.....	17
1.2.4	Revisiones periódicas.....	17
1.2.5	Almacenamiento.....	17
1.2.6	Uso de botellas en los tajos.....	17
1.2.7	Formación del personal .....	18
1.2.8	Charla de seguridad y primeros auxilios para personal de ingreso en la obra .....	18
1.2.9	Charla sobre riesgos específicos.....	18
1.2.10	Reuniones de seguridad.....	19
1.2.11	Medicina asistencial .....	19
1.2.12	Control médico .....	19
1.2.13	Medios de actuación y primeros auxilios.....	19
1.2.14	Medicina asistencial en incapacidades laborales transitorias o permanentes .....	19
1.2.15	Vestuario y aseos .....	20
1.3	Presupuestos parciales .....	21
1.3.1	Protecciones individuales .....	21
1.3.2	Protecciones colectivas .....	22
1.3.3	Prevención y primeros auxilios .....	23
1.3.4	Instalaciones de higiene y bienestar.....	23
1.3.5	Formación y reuniones .....	24
1.4	Presupuesto general .....	24

## Índice de contenidos

Tabla 1. Protecciones individuales. ....	21
Tabla 2. Protecciones colectivas. ....	22
Tabla 3. Equipos de prevención y primeros auxilios. ....	23
Tabla 4. Instalaciones de higiene y bienestar. ....	23
Tabla 5. Conceptos de formación y reuniones.....	24

# 1. Estudio de seguridad y salud

## 1.1 Memoria

### 1.1.1 Objeto

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

El "Estudio de Seguridad y Salud" se redacta de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo en los proyectos de Construcción con una inversión superior a 450.759 €.

### 1.1.2 Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras

- El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:
  - a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450,759€
  - b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
  - c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
  - d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.
- En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

### 1.1.3 Tipo de trabajo

El trabajo a realizar por contratistas de distintas especialidades en la ejecución del presente proyecto, consiste básicamente en el desarrollo de las siguientes fases de construcción:

- Cimentaciones de las estructuras y bastidores metálicos.
- Bancada transformador de potencia y depósito de aceite
- Bancada reactancia.
- Canalizaciones para cables de potencia, de control y para conductores de tierra.

### 1.1.4 Actividades principales

Las actividades principales a ejecutar en el desarrollo de los trabajos son básicamente las siguientes:

- Conexión de la nueva aparamenta a la red de tierras.
- Medida de tensiones de paso y contacto.
- Maniobra de descarga mediante grúa hasta su bancada y montaje de transformador de potencia.
- Montaje de estructuras y aparamenta eléctrica de intemperie.
- Colocación de embarrados y piezas de conexión para unión de la aparamenta.
- Montaje de equipos de protección, medida, control y comunicaciones en el edificio, así como la instalación de la parte de servicios auxiliares.
- Tendido y conexionado de los cables de potencia y demás elementos auxiliares.
- Tendido y conexionado de los cables de control, fuerza y comunicaciones, y demás elementos auxiliares.
- Pruebas funcionales.
- Puesta en servicio de la instalación.

### 1.1.5 Plazo de ejecución

El periodo de tiempo estimado para la ejecución de las obras de la subestación y Proyecto es de doce (12) meses.

### 1.1.6 Número de operarios

Se considera una punta máxima de quince (15) trabajadores, con una media de seis (6) trabajadores en obra en la subestación eléctrica.

### 1.1.7 Oficios

La mano de obra directa prevista la compondrán trabajadores de los siguientes oficios:

- Jefes de Equipo, Mandos de Brigada
- Electricistas
- Encofradores
- Ferrallistas
- Albañiles
- Pintores
- Gruistas y maquinistas
- Especialistas de acabados diversos
- Ayudantes

La mano de obra indirecta estará compuesta por:

- Jefes de Obra

- Técnicos de ejecución/Control de Calidad/Seguridad
- Encargados
- Administrativos

### **1.1.8 Maquinaria y medios auxiliares**

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevé utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente Estudio, son los que se relacionan a continuación:

- Equipo de soldadura eléctrica.
- Equipo de soldadura oxiacetilénica-oxicorte.
- Máquina eléctrica de roscar.
- Camión de transporte.
- Grúa móvil.
- Camión grúa.
- Pistolas de fijación.
- Taladradoras de mano.
- Cortatubos.
- Curvadoras de tubos.
- Radiales y esmeriladoras.
- Trácteles, poleas, aparejos, eslingas, grilletes, etc.
- Máquina de excavación con martillo hidráulico.
- Máquina retroexcavadora mixta.
- Hormigoneras autopropulsadas.
- Camión volquete.
- Máquina niveladora.
- Minirretroexcavadora
- Compactadora.
- Compresor.
- Martillo rompedor y picador, etc.
- Plataforma de elevación

Entre los medios auxiliares cabe mencionar los siguientes:

- Andamios metálicos modulares.
- Escaleras de mano.
- Escaleras de tijera.
- Cuadros eléctricos auxiliares.
- Instalaciones eléctricas provisionales.



- Herramientas de mano.
- Bancos de trabajo.

### **1.1.9 Instalaciones provisionales de obra**

Para el suministro de energía a las máquinas y herramientas eléctricas propias de los trabajos objeto del presente Estudio, los contratistas instalarán cuadros de distribución con tomas de corriente alimentados desde las instalaciones de la propiedad o mediante grupos electrógenos.

Tanto los riesgos previsibles como las medidas preventivas a aplicar para los trabajos en instalaciones, elementos y máquinas eléctricas son analizados en los apartados siguientes.

### **1.1.10 Análisis de riesgos**

Analizamos a continuación los riesgos previsibles inherentes a las actividades de ejecución previstas, así como las derivadas del uso de maquinaria, medios auxiliares y manipulación de instalaciones, máquinas o herramientas eléctricas.

Con el fin de no repetir innecesariamente la relación de riesgos analizaremos primero los riesgos generales, que pueden darse en cualquiera de las actividades, y después seguiremos con el análisis de los específicos de cada actividad.

### **1.1.11 Riesgos generales**

Entendemos como riesgos generales aquéllos que pueden afectar a todos los trabajadores, independientemente de la actividad concreta que realicen. Se prevé que puedan darse los siguientes:

- Caídas de objetos o componentes sobre personas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Proyecciones de partículas a los ojos.
- Conjuntivitis por arco de soldadura u otros.
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales.
- Sobre esfuerzos.
- Golpes y cortes por manejo de herramientas.
- Golpes contra objetos.
- Atrapamientos entre objetos.
- Quemaduras por contactos térmicos.
- Exposición a descargas eléctricas.
- Incendios y explosiones.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas, vehículos o equipos.
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento.
- Lesiones por manipulación de productos químicos.

- Lesiones o enfermedades por factores atmosféricos que comprometan la seguridad o salud.
- Inhalación de productos tóxicos.

### 1.1.12 Riesgos específicos

Nos referimos aquí a los riesgos propios de actividades concretas que afectan sólo al personal que realiza trabajos en las mismas.

Este personal estará expuesto a los riesgos generales indicados en el punto 3.1, más los específicos de su actividad.

A tal fin analizamos a continuación las actividades más significativas.

#### 1.1.12.1 Excavaciones

Además de los generales, pueden ser inherentes a las excavaciones los siguientes riesgos:

- Desprendimiento o deslizamiento de tierras.
- Atropellos y/o golpes por máquinas o vehículos.
- Colisiones y vuelcos de maquinaria.
- Riesgos a terceros ajenos al propio trabajo.

#### 1.1.12.2 Voladuras

- Proyecciones de piedras
- Explosiones incontroladas por corrientes erráticas o manipulación incorrecta.
- Barrenos fallidos.
- Elevado nivel de ruido
- Riesgos a terceras personas.

#### 1.1.12.3 Trabajo con ferralla

Los riesgos más comunes relativos a la manipulación y montaje de ferralla son:

- Cortes y heridas en el manejo de las barras o alambres.
- Atrapamientos en las operaciones de carga y descarga de paquetes de barras o en la colocación de las mismas.
- Torceduras de pies, tropiezos y caídas al mismo nivel al caminar sobre las armaduras.
- Roturas eventuales de barras durante el doblado.

#### 1.1.12.4 Trabajo de encofrado y desencofrado

En esta actividad podemos destacar los siguientes:

- Desprendimiento de tableros.
- Pinchazos con objetos punzantes.
- Caída de materiales (tableros, tablones, puntales, etc.).
- Caída de elementos del encofrado durante las operaciones de desencofrado.

- Cortes y heridas en manos por manejo de herramientas (sierras, cepillos, etc.) y materiales.

### **1.1.12.5 Trabajos con hormigón**

La exposición y manipulación del hormigón implica los siguientes riesgos:

- Salpicaduras de hormigón a los ojos.
- Hundimiento, rotura o caída de encofrados.
- Torceduras de pies, pinchazos, tropiezos y caídas al mismo y a distinto nivel, al moverse sobre las estructuras.
- Dermatitis en la piel.
- Aplastamiento o atrapamiento por fallo de entibaciones.
- Lesiones musculares por el manejo de vibradores.
- Electrocutión por ambientes húmedos.

### **1.1.12.6 Manipulación de materiales**

Los riesgos propios de esta actividad están incluidos en la descripción de riesgos generales.

### **1.1.12.7 Transporte de materiales y equipos dentro de la obra**

En esta actividad, además de los riesgos enumerados en el punto 3.1., son previsibles los siguientes:

- Desprendimiento o caída de la carga, o parte de la misma, por ser excesiva o estar mal sujeta.
- Golpes contra partes salientes de la carga.
- Atropellos de personas.
- Vuelcos.
- Choques contra otros vehículos o máquinas.
- Golpes o enganches de la carga con objetos, instalaciones o tendidos de cables.

### **1.1.12.8 Prefabricación y montaje de estructuras, cerramientos y equipos**

De los específicos de este apartado cabe destacar:

- Caída de materiales por la mala ejecución de la maniobra de izado y acoplamiento de los mismos o fallo mecánico de equipos.
- Caída de personas desde altura por diversas causas.
- Atrapamiento de manos o pies en el manejo de los materiales o equipos.
- Caída de objetos o herramientas sueltas.
- Explosiones o incendios por el uso de gases o por proyecciones incandescentes.

### **1.1.12.9 Maniobra de izado, situación en obra y montaje de equipos y materiales**

Como riesgos específicos de estas maniobras podemos citar los siguientes:

- Caída de materiales, equipos o componentes de los mismos por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.
- Caída de pequeños objetos o materiales sueltos (cantoneras, herramientas, etc.) sobre personas.
- Caída de personas desde altura en operaciones de estrobo o desestrobo de las piezas.
- Atrapamientos de manos o pies.
- Aprisionamiento/aplastamiento de personas por movimientos incontrolados de la carga.
- Golpes de equipos, en su izado y transporte, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, etc.), caída o vuelco de los medios de elevación.

#### **1.1.12.10 Montaje de instalaciones, suelos y acabados**

Los riesgos inherentes a estas actividades podemos considerarlos incluidos dentro de los generales, al no ejecutarse a grandes alturas ni presentar aspectos relativamente peligrosos.

### **1.1.13 Maquinaria y medios auxiliares**

Analizamos en este apartado los riesgos que además de los generales, pueden presentarse en el uso de maquinaria y de medios auxiliares relacionados en el apartado 6.2.7.

Diferenciamos estos riesgos clasificándolos en los siguientes grupos:

#### **1.1.13.1 Maquinarias filas y herramientas eléctricas**

Los riesgos más significativos son:

- Las características de trabajos en elementos con tensión eléctrica en los que pueden producirse accidentes por contactos, tanto directos como indirectos.
- Caídas de personal al mismo, o distinto nivel por desorden de mangueras.
- Lesiones por uso inadecuado, o malas condiciones de máquinas giratorias o de corte.
- Proyecciones de partículas.

#### **1.1.13.2 Medios de elevación**

Consideramos como riesgos específicos de estos medios, los siguientes:

- Caída de la carga por deficiente estrobo o maniobra.
- Rotura de cable, gancho, estrobo, grillete o cualquier otro medio auxiliar de elevación.
- Golpes o aplastamientos por movimientos incontrolados de la carga.
- Exceso de carga con la consiguiente rotura, o vuelco, del medio correspondiente.
- Fallo de elementos mecánicos o eléctricos.
- Caída de personas a distinto nivel durante las operaciones de movimiento de cargas.

### 1.1.13.3 Andamios, plataformas y escaleras

Son previsible los siguientes riesgos:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída del andamio por vuelco.
- Vuelcos o deslizamientos de escaleras.
- Caída de materiales o herramientas desde el andamio.
- Los derivados de padecimiento de enfermedades no detectadas (epilepsia, vértigo, etc.).

### 1.1.13.4 Equipos de soldadura eléctrica y oxiacetilénica

Los riesgos previsible propios del uso de estos equipos son los siguientes:

- Incendios y quemaduras
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Explosión de botellas de gases.
- Proyecciones incandescentes, o de cuerpos extraños.
- Contacto con la energía eléctrica.

## 1.1.14 Medidas preventivas

Para disminuir en lo posible los riesgos previstos en el apartado anterior, ha de actuarse sobre los factores que, por separado o en conjunto, determinan las causas que producen los accidentes. Nos estamos refiriendo al factor humano y al factor técnico.

La actuación sobre el factor humano se basará fundamentalmente en la formación, mentalización e información de todo el personal que participe en los trabajos del presente Estudio, así como en aspectos ergonómicos y condiciones ambientales.

Con respecto a la actuación sobre el factor técnico, se actuará básicamente en los siguientes aspectos.

- Protecciones colectivas.
- Protecciones personales.
- Controles y revisiones técnicas de seguridad.

En base a los riesgos previsible enunciados en el punto anterior, analizamos a continuación las medidas previstas en cada uno de estos campos.

## 1.1.15 Protecciones colectivas

Siempre que sea posible se dará prioridad al uso de protecciones colectivas, ya que su efectividad es muy superior a la de las protecciones personales. Sin excluir el uso de estas últimas, las protecciones colectivas previstas, en función de los riesgos enunciados, son las siguientes:

### 1.1.15.1 Riesgos generales

Nos referimos aquí a las medidas de seguridad a adoptar para la protección de riesgos que consideramos comunes a todas las actividades, y que son las siguientes:

- Señalizaciones de acceso a obra y uso de elementos de protección personal.
- Acotamiento y señalización de zona donde exista riesgo de caída de objetos desde altura.
- Se montarán barandillas resistentes en los huecos por los que pudiera producirse caída de personas.
- En cada tajo de trabajo, se dispondrá de, al menos, un extintor portátil de polvo polivalente.
- Si algún puesto de trabajo generase riesgo de proyecciones (de partículas, o por arco de soldadura) a terceros se colocarán mamparas opacas de material ignífugo.
- Si se realizasen trabajos con proyecciones incandescentes en proximidad de materiales combustibles, se retirarán éstos o se protegerán con lona ignífuga.
- Se mantendrán ordenados los materiales, cables y mangueras para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.
- Los restos de materiales generados por el trabajo se retirarán periódicamente para mantener limpias las zonas de trabajo.
- Los productos tóxicos y peligrosos se manipularán según lo establecido en las condiciones de uso específicas de cada producto.
- Respetar la señalización y limitaciones de velocidad fijadas para circulación de vehículos y maquinaria en el interior de la obra.
- Aplicar las medidas preventivas contra riesgos eléctricos que desarrollaremos más adelante.
- Todos los vehículos llevarán los indicadores ópticos y acústicos que exija la legislación vigente.
- Proteger a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

### 1.1.15.2 Riesgos específicos

Las protecciones colectivas previstas para la prevención de estos riesgos, siguiendo el orden de los mismos establecido en el punto 3.2., son las siguientes:

#### En excavaciones

- Se entibarán o taludarán todas las excavaciones verticales de profundidad superior a 1,5 m
- Se señalizarán las excavaciones, como mínimo a 1 m de su borde.
- No se acopiarán tierras ni materiales a menos de 2 m del borde de la excavación.
- Las excavaciones de profundidad superior a 2 m, y en cuyas proximidades deban circular personas, se protegerán con barandillas resistentes de 90 cm de altura, las cuales se situarán, siempre que sea posible, a 2 m del borde de la excavación.
- Los accesos a las zanjas o trincheras se realizarán mediante escaleras sólidas que sobrepasan en 1 m el borde de éstas.

- Las máquinas excavadoras y camiones solo serán manejadas por personal capacitado, con el correspondiente permiso de conducir, que será responsable, así mismo, de la adecuada conservación de su máquina.

### **En voladuras**

Las voladuras serán realizadas por una empresa especializada que elaborará el correspondiente plan de voladuras. En su ejecución, además de cumplir la legislación vigente sobre explosivos (R.D. 2114/78 B.O.E. 07.09.78), se tomarán, como mínimo, las siguientes medidas de seguridad:

- Acordonar la zona de "carga" y "pega" a la que, bajo ningún concepto, deben acceder personas ajenas a las mismas.
- Anunciar, con un toque de sirena 15 minutos antes, la proximidad de la voladura, con dos toques la inmediatez de la detonación y con tres el final de la voladura, permitiéndose la reanudación de la actividad en la zona.
- En el perímetro de la zona acordonada se colocarán señales de "prohibido el paso - Voladuras".
- Antes de la "pega", una persona recorrerá la zona comprobando que no queda nadie, y se pondrán vigilantes en lugares estratégicos de acceso a la zona para impedir la entrada de personas o vehículos.
- El responsable de la voladura y los artilleros comprobarán, cuando se hayan disipado los gases, que la "pega" ha sido completa y comprobará que no quedan terrenos inestables, saneando éstos si fuera necesario antes de iniciar los trabajos.

### **En trabajos en altura**

Es evidente que el trabajo en altura se presenta dentro de muchas de las actividades que se realizan en la ejecución de este Proyecto y, como tal, las medidas preventivas relativas a las mismas deberán ser tratadas conjuntamente.

Sin embargo, dada la elevada gravedad de las consecuencias que, generalmente, se derivan de las caídas de altura, se considera oportuno y conveniente remarcar, en este apartado concreto, las medidas de prevención básicas y fundamentales que deben aplicarse para eliminar, en la medida de lo posible, los riesgos inherentes a los trabajos en altura.

Destacaremos, entre otras, las siguientes medidas:

#### **Para evitar la caída de objetos:**

- Coordinar los trabajos de forma que no se realicen trabajos superpuestos.
- Ante la necesidad de trabajos en la misma vertical, poner las oportunas protecciones (redes, marquesinas, etc.).
- Acotar y señalizar las zonas con riesgo de caída de objetos.
- Señalizar y controlar la zona donde se realicen maniobras con cargas suspendidas, hasta que éstas se encuentren totalmente apoyadas.
- Emplear cuerdas para el guiado de cargas suspendidas, que serán manejadas desde fuera de la zona de influencia de la carga, y acceder a esta zona sólo cuando la carga esté prácticamente arriada.



**Para evitar la caída de personas:**

- Se montarán barandillas resistentes en todo el perímetro o bordes de plataformas, forjados, etc. por los que pudieran producirse caídas de personas.
- Se protegerán con barandillas o tapas de suficiente resistencia los huecos existentes en forjados, así como en paramentos verticales si éstos son accesibles o están a menos de 1,5 m del suelo.
- Las barandillas que se quiten o huecos que se destapen para introducción de equipos, etc., se mantendrán perfectamente controlados y señalizados durante la maniobra, reponiéndose las correspondientes protecciones nada más finalizar éstas.
- Los andamios que se utilicen (modulares o tubulares) cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la O.G. S. H .T., destacando entre otras:
  - Superficie de apoyo horizontal y resistente.
  - Si son móviles, las ruedas estarán bloqueadas y no se trasladarán con personas sobre las mismas.
  - Arriostrarlos a partir de cierta altura.
  - A partir de 2 m de altura se protegerá todo su perímetro con rodapiés y quitamiedos colocados a 45 y 90 cm del piso, el cual tendrá, como mínimo, una anchura de 60 cm.
  - No sobrecargar las plataformas de trabajo y mantenerlas limpias y libres de obstáculos.
  - En altura (más de 2 m) es obligatorio utilizar arnés de seguridad, siempre que no existan protecciones (barandillas) que impidan la caída, el cual estará anclado a elementos, fijos, móviles, definitivos o provisionales, de suficiente resistencia.
  - Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar barandillas de protección, o bien sea necesario el desplazamiento de los operarios sobre estructuras o cubiertas. En este caso se utilizarán cinturones de caída, con arnés provistos de absorción de energía.
- Las escaleras de mano cumplirán, como mínimo, las siguientes condiciones:
  - No tendrán largueros o peldaños rotos ni astillados.
  - Dispondrán de zapatas antideslizantes.
  - Las superficies de apoyo inferior y superior serán planas y resistentes.
  - Fijación o amarre por su cabeza en casos especiales y usar el cinturón de seguridad anclado a un elemento ajeno a ésta.
  - Colocarla con la inclinación adecuada.
  - Con las escaleras de tijera, ponerle tope o cadena para que no se abran, no usarlas plegadas y no ponerse a caballo en ellas.

**En trabajos con ferralla**

- Los paquetes de redondos se acopiarán en posición horizontal, separando las capas con durmientes de madera y evitando alturas de pilas superiores a 1,50 m.
- No se permitirá trepar por las armaduras.
- Se colocarán tableros para circular por las armaduras de ferralla.
- No se emplearán elementos o medios auxiliares (escaleras, ganchos, etc.) hechos con trozos de ferralla soldada.
- Diariamente se limpiará la zona de trabajo, recogiendo y retirando los recortes y alambres sobrantes del armado.

### **En trabajos de encofrado y desencofrado**

- El ascenso y descenso a los encofrados se hará con escaleras de mano reglamentarias.
- No permanecerán operarios en la zona de influencia de las cargas durante las operaciones de izado y traslado de tableros, puntales, etc.
- Se sacarán o remacharán todos los clavos o puntas existentes en la madera usada.
- El desencofrado se realizará siempre desde el lado en que no puedan desprenderse los tableros y arrastrar al operario.
- Se acotará, mediante cinta de señalización, la zona en la que puedan caer elementos procedentes de las operaciones de encofrado o desencofrado.

### **En trabajos de hormigón**

#### Vertidos mediante canaleta:

- Instalar topes de final de recorrido de los camiones hormigonera para evitar vuelcos.
- No situarse ningún operario detrás de los camiones hormigonera en las maniobras de retroceso.

#### Vertido mediante cubo con grúa:

- Señalizar con pintura el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible de la grúa.
- No permanecer ningún operario bajo la zona de influencia del cubo durante las operaciones de izado y transporte de éste con la grúa.
- La apertura del cubo para vertido se hará exclusivamente accionando la palanca prevista para ello. Para realizar tal operación se usarán, obligatoriamente, guantes, gafas y, cuando exista riesgo de caída, cinturón de seguridad.
- El guiado del cubo hasta su posición de vertido se hará siempre a través de cuerdas guía.

### **Para la manipulación de materiales**

- Informar a los trabajadores acerca de los riesgos más característicos de esta actividad, accidentes más habituales y forma de prevenirlos haciendo especialmente hincapié sobre los siguientes aspectos:
  - Manejo manual de materiales.
  - Acopio de materiales, según sus características.
  - Manejo/acopio de materiales tóxico/peligrosos.

### **Para el transporte de materiales y equipos dentro de la obra**

- Se cumplirán las normas de tráfico y límites de velocidad establecidas para circular por los viales de obra, las cuales estarán señalizadas y difundidas a los conductores.
- Se prohibirá que las plataformas y/o camiones transporten una carga superior a la identificada como máxima admisible.
- La carga se transportará amarrada con cables de acero, cuerdas o estrobos de suficiente resistencia.
- Se señalizarán con banderolas o luces rojas las partes salientes de la carga y, de producirse estos salientes, no excederán de 1,50 m.
- En las maniobras con riesgo de vuelco del vehículo, se colocarán topes y se ayudarán con un señalista.
- Cuando se tenga que circular o realizar maniobras en proximidad de líneas eléctricas, se instalarán gálibos o topes que eviten aproximarse a la zona de influencia de las líneas.
- No se permitirá el transporte de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- No se transportarán, en ningún caso, cargas suspendidas por la pluma con grúas móviles.
- Se revisará periódicamente el estado de los vehículos de transporte y medios auxiliares correspondientes.

### **Para la prefabricación, izado y montaje de estructuras, cerramientos y equipos**

- Se señalizarán y acotarán las zonas en que haya riesgo de caída de materiales por manipulación, elevación y transporte de los mismos.
- No se permitirá, bajo ningún concepto, el acceso de cualquier persona a la zona señalizada y acotada en la que se realicen maniobras con cargas suspendidas.
- El guiado de cargas/equipos para su ubicación definitiva, se hará siempre mediante cuerdas guía manejadas desde lugares fuera de la zona de influencia de su posible caída, y no se accederá a dicha zona hasta el momento justo de efectuar su acople o posicionamiento.
- Se taparán o protegerán con barandillas resistentes o, según los casos, se señalizarán adecuadamente los huecos que se generen en el proceso de montaje.

- Se ensamblarán a nivel de suelo, en la medida que lo permita la zona de montaje y capacidad de las grúas, los módulos de estructuras con el fin de reducir en lo posible el número de horas de trabajo en altura y sus riesgos.
- Los puestos de trabajo de soldadura estarán suficientemente separados o se aislarán con pantallas divisorias.
- La zona de trabajo sea de taller o de campo, se mantendrá siempre limpia y ordenada.
- Los equipos/estructuras permanecerán arriostradas, durante toda la fase de montajes hasta que no se efectúe la sujeción definitiva, para garantizar su estabilidad en las peores condiciones previsibles.
- Los andamios que se utilicen cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la O.G.S.H.T.
- Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar plataformas de trabajo con barandilla, o sea necesario el desplazamiento de operarios sobre la estructura. En estos casos se utilizarán cinturones de caída, con arnés provistos de absorción de energía.

De cualquier forma, dado que estas operaciones y maniobras están muy condicionadas por el estado real de la obra en el momento de ejecutarlas, en el caso de detectarse una complejidad especial se elaborará un estudio de seguridad específico al efecto.

### **Para maniobras de izado y ubicación en obra de materiales y equipos**

Las medidas de prevención a aplicar en relación con los riesgos inherentes a este tipo de trabajos, que ya se relacionaron, están contempladas y definidas en el punto anterior, destacando especialmente las correspondientes a:

- Señalizar y acotar las zonas de trabajo con cargas suspendidas.
- No permanecer persona alguna en la zona de influencia de la carga.
- Hacer el guiado de las cargas mediante cuerdas.
- Entrar en la zona de riesgo en el momento del acoplamiento.

### **En instalaciones de distribución de energía**

- Deberán verificarse y mantenerse con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén sometidas a factores externos.
- Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.
- Cuando existan líneas de tendidos eléctricos aéreos que pueda afectar a la seguridad en la obra será necesario desviarlas fuera del recinto de la obra o dejarlas sin tensión. Si esto no fuera posible, se colocarán barreras o avisos para que los vehículos y las instalaciones se mantengan alejados de las mismas. En

caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo el tendido se utilizará una señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura.

### **1.1.16 Protecciones personales**

Como complemento de las protecciones colectivas será obligatorio el uso de las protecciones personales. Los mandos intermedios y el personal de seguridad vigilarán y controlarán la correcta utilización de estas prendas de protección.

Dado que la mayoría de los riesgos que obligan al uso de las protecciones personales son comunes a las actividades a realizar, relacionamos las prendas de protección previstas para el conjunto de los trabajos.

Se prevé el uso, en mayor o menor grado, de las siguientes protecciones personales:

- Casco.
- Pantalla facial transparente.
- Pantalla de soldador con visor abatible y cristal inactivo.
- Mascarillas faciales según necesidades.
- Mascarillas desechables de papel.
- Guantes de varios tipos (montador, soldador, aislante, goma, etc.)
- Cinturón de seguridad.
- Absorbedores de energía.
- Chaqueta, peto, manguitos y polainas de cuero.
- Gafas de varios tipos (contraimpactos, sopletero, etc.).
- Calzado de seguridad, adecuado a cada uno de los trabajos.
- Protecciones auditivas (cascos o tapones).
- Ropa de trabajo.

Todas las protecciones personales cumplirán la Normativa Europea (CE) relativa a Equipos de Protección Individual (EPI).

### **1.1.17 Revisiones técnicas de seguridad**

Su finalidad es comprobar la correcta aplicación del Plan de Seguridad. Para ello, el Contratista velará por la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en dicho Plan.

Sin perjuicio de lo anterior, podrán realizarse visitas de inspección por técnicos asesores especialistas en seguridad.

## **1.2 Instalaciones eléctricas provisionales**

La acometida eléctrica general alimentará una serie de cuadros de distribución de los distintos contratistas, los cuales se colocarán estratégicamente para el suministro de corriente a sus correspondientes instalaciones, equipos y herramientas propias de los trabajos.

### **1.2.1 Riesgos previsibles**

Los riesgos implícitos a estas instalaciones son los característicos de los trabajos y manipulación de elementos (cuadros, conductores, etc.) y herramientas eléctricas, que pueden producir accidentes por contactos tanto directos como indirectos.

## 1.2.2 Medidas preventivas

Las principales medidas preventivas a aplicar en instalaciones, elementos y equipos eléctricos serán las siguientes:

### 1.2.2.1 Cuadros de distribución

Serán estancos, permanecerán todas las partes bajo tensión inaccesibles al personal y estarán dotados de las siguientes protecciones:

- Interruptor general.
- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Diferencial de 300 mA.
- Toma de tierra de resistencia máxima 20 ohmios.
- Diferencial de 30 mA para las tomas monofásicas que alimentan herramientas o útiles portátiles.
- Tendrán señalizaciones de peligro eléctrico.
- Solamente podrá manipular en ellos el electricista.
- Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para instalaciones serán de 1.000 voltios de tensión nominal como mínimo.

### 1.2.2.2 Prolongadores, clavijas, conexiones y cables

- Los prolongadores, clavijas y conexiones serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente hembras y de características tales que aseguren el aislamiento, incluso en el momento de conectar y desconectar.
- Los cables eléctricos serán del tipo intemperie sin presentar fisuras y de suficiente resistencia a esfuerzos mecánicos.
- Los empalmes y aislamientos en cables se harán con manguitos y cintas aislantes vulcanizadas.
- Las zonas de paso se protegerán contra daños mecánicos.

### 1.2.2.3 Herramientas y útiles eléctricos portátiles

- Las lámparas eléctricas portátiles tendrán el mango aislante y un dispositivo protector de la lámpara de suficiente resistencia. En estructuras metálicas y otras zonas de alta conductividad eléctrica se utilizarán transformadores para tensiones de 24 V.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles serán de doble aislamiento.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles eléctricos portátiles, estarán protegidos por diferenciales de alta sensibilidad (30 mA).

### 1.2.2.4 Máquinas y equipos eléctricos

Además de estar protegidos por diferenciales de media sensibilidad (300 mA), irán conectados a una toma de tierra de 20 ohmios de resistencia máxima y llevarán incorporado a la manguera de alimentación el cable de tierra conectado al cuadro de distribución.

### 1.2.2.5 Normas de carácter general

- Bajo ningún concepto se dejarán elementos de tensión, como puntas de cables terminales, etc., sin aislar.
- Las operaciones que afecten a la instalación eléctrica serán realizadas únicamente por el electricista.
- Cuando se realicen operaciones en cables, cuadros e instalaciones eléctricas, se harán sin tensión.

### 1.2.2.6 Revisión y mantenimiento de las instalaciones

Se realizará un adecuado mantenimiento y revisiones periódicas de las distintas instalaciones, equipos y herramientas eléctricas, para analizar y adoptar las medidas necesarias en función de los resultados de dichas revisiones

## 1.2.3 Medidas de protección contra incendios

Cada contratista dispondrá en obra de extintores de Polvo o Gas en número suficiente para cubrir las necesidades de los riesgos de incendio que generen los trabajos que realiza, así como para la protección de sus instalaciones, oficinas, almacenes, vehículos, etc.

## 1.2.4 Revisiones periódicas

La persona designada al efecto por los distintos contratistas comprobará periódicamente el estado de los extintores y sustituirá los descargados o bajos de presión.

## 1.2.5 Almacenamiento

Las botellas de gases se almacenarán en un recinto acotado y exclusivo para ellas que cumplirá las siguientes condiciones:

- Se separará cada tipo de gas en compartimentos diferentes y, en cada caso, estará señalizado el contenido de las botellas.
- Se separarán las botellas llenas de las vacías.
- El recinto estará perfectamente ventilado, cubierto de los rayos del sol y en el acceso habrá algún extintor.

## 1.2.6 Uso de botellas en los tajos

El personal que maneje las botellas de gases o equipos de oxicorte estará adiestrado para estos trabajos y como mínimo cumplirá las siguientes normas básicas de Seguridad:

- La presión de trabajo del acetileno no será superior a dos atmósferas.
- Antes de encender el soplete por primera vez cada día, las mangueras se purgarán individualmente, así como al finalizar el trabajo.
- Verificar periódicamente el estado de las mangueras, juntas, etc., para detectar posibles fugas. Para ello se utilizará agua jabonosa, pero nunca llama.
- Se pondrán válvulas antirretroceso en las salidas de los manómetros y en las entradas del soplete.



- Durante el transporte o desplazamiento, las botellas incluso si están vacías, deben tener la válvula cerrada y la caperuza puesta.
- Está prohibido el arrastre, deslizamiento o rodadura de la botella en posición horizontal.
- No se colocarán, ni puntualmente, cerca de sustancias o líquidos fácilmente inflamables tales como aceite, gasolina, etc.
- Las botellas se mantendrán alejadas del punto de trabajo, lo suficiente para que no les lleguen las chispas o escorias, o bien se protegerán con mantas ignífugas.
- No se emplearán nunca los gases comprimidos para limpiar residuos, vestuarios, ni para ventilar personas.
- Las botellas estarán siempre, en obra o acopio, en posición vertical y colocada en carros portabotellas o amarrada a puntos fijos para evitar su caída.

### **1.2.7 Formación del personal**

Su objetivo es informar a los trabajadores de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, darles a conocer las técnicas preventivas y mantener el espíritu de seguridad de todo el personal.

Para la enseñanza de las Técnicas de Prevención, además de los sistemas de divulgación escrita, como Folletos, normas, etc., ocuparán un lugar primordial las charlas específicas de riesgos y actividades concretas.

### **1.2.8 Charla de seguridad y primeros auxilios para personal de ingreso en la obra**

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, asistirá a una charla en la que se le informará de los riesgos generales de la obra, de las medidas previstas para evitarlos, de las Normas de Seguridad de obligado cumplimiento y de aspectos generales de Primeros Auxilios.

Al inicio de la semana los encargados de cada uno de los grupos de trabajo impartirán unas charlas de seguridad sobre los trabajos a realizar en este periodo y las normas de seguridad a seguir.

### **1.2.9 Charla sobre riesgos específicos**

Dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos en función de las actividades que desarrollen. Serán impartidas por los Mandos directos de los trabajos, o bien por Técnicos de Seguridad de cada una de las empresas que participan en la ejecución de la obra.

Si, sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas profesiones o fases de trabajo, se programarían Charlas Específicas, impartidas por el Técnico de Seguridad encaminadas a divulgar las medidas de protección necesarias en las actividades a que se refieran.

Entre los temas más importantes a desarrollar en estas charlas estarán los siguientes:

- Riesgos eléctricos.
- Trabajos en altura.

- Riesgos de soldadura eléctrica y oxicorte.
- Uso de máquinas, manejo de herramientas.
- Manejo de cargas de forma manual y con medios mecánicos.
- Empleo de andamios, plataformas, escaleras y líneas de vida.

### **1.2.10 Reuniones de seguridad**

Para que la política de sensibilización, motivación y responsabilización de los mandos de obra en el campo de la prevención de accidentes sea realmente efectiva, son muy importantes las Reuniones de Seguridad en las que la Dirección de Obra, los Mandos responsables de la ejecución de los trabajos, los trabajadores y el personal de Seguridad analicen conjuntamente aspectos relacionados exclusivamente con la prevención de accidentes.

### **1.2.11 Medicina asistencial**

Partiendo de la imposibilidad humana de conseguir el nivel de riesgo cero, es necesario prever las medidas que disminuyan las consecuencias de los accidentes que, inevitablemente puedan producirse. Esto se llevará a cabo a través de tres situaciones:

- Control médico de los empleados.
- La organización de medios de actuación rápida y primeros auxilios a accidentados.
- La medicina asistencial en caso de accidente o enfermedad profesional.

### **1.2.12 Control médico**

Tal como establece la legislación Vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Estudio, pasarán los reconocimientos médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

### **1.2.13 Medios de actuación y primeros auxilios**

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada por los Servicios Médicos de la Mutua Laboral concertada por cada contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera por los Servicios de Urgencia de los Hospitales Públicos o Privados más próximos.

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, de un medio de comunicación (teléfono) y de un Botiquín y, además, habrá personal con unos conocimientos básicos de Primeros Auxilios, con el fin de actuar en casos de urgente necesidad.

Así mismo se dispondrá, igualmente, en obra de una "nota" escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, que contendrá una relación con las direcciones y teléfonos de los Hospitales, ambulancias más cercanas, así como los médicos locales.

### **1.2.14 Medicina asistencial en incapacidades laborales transitorias o permanentes**

El contratista acreditará que este servicio queda cubierto por la organización de la Mutua Laboral con la que debe tener contratada póliza de cobertura de incapacidad transitoria, permanente o muerte por accidente o enfermedad profesional.

### **1.2.15 Vestuario y aseos**

En la zona destinada a instalaciones de contratistas, éstos montarán casetas prefabricadas para aseos y vestuarios de su personal cumpliendo, en función del número de trabajadores que los utilicen en cada momento, las condiciones mínimas establecidas en el Capítulo III de la O.G.S.H.T., o bien usar, en su defecto y bajo las mismas condiciones las instalaciones definitivas. En cualquier caso, estas instalaciones se deberán mantener en unas adecuadas condiciones de limpieza e higiene.

## 1.3 Presupuestos parciales

### 1.3.1 Protecciones individuales

Se especifican a continuación las protecciones individuales necesarias para la planta.

CAPÍTULO 1: PROTECCIONES INDIVIDUALES				
Ud.	Denominación	Ud.	€/ Ud.	Total (€)
Ud.	Casco de seguridad homologado	15	3,61	54,15
Ud.	Gafa antipolvo y anti-impactos	7,5	5,41	40,58
Ud.	Mascarilla antipolvo	7,5	10,09	75,68
Ud.	Filtro para mascarilla antipolvo	7,5	0,43	3,23
Ud.	Protector auditivo	7,5	12,26	91,95
Ud.	Cinturón de seguridad	3	19,84	59,52
Ud.	Cinturón antivibratorio	3	17,3	51,90
Ud.	Mono o buzo de trabajo	15	13,7	205,50
Ud.	Impermeable	15	12,98	194,70
Ud.	Guantes dieléctricos	3	25,25	75,75
Ud.	Guantes de goma finos	5	1,8	9,00
Ud.	Guantes de cuero	15	2,52	37,80
Ud.	Botas impermeables al agua y a la humedad	7,5	9,37	70,28
Ud.	Botas de seguridad de lona	5	20,2	101,00
Ud.	Botas de seguridad de cuero	15	23,08	346,20
Ud.	Botas dieléctricas	5	28,85	144,25
Ud.	Chaleco reflectante	15	18,04	270,60
Ud.	Muñequera	3	2,88	8,64
Ud.	Casco para AT homologado	15	2,82	42,30
Ud.	Pértiga para AT	1	86,3	86,30
Ud.	Banqueta aislante de maniobra exterior AT	1	103,62	103,62
Ud.	Cinturón de seguridad para caídas homol.	3	135	405,00
Ud.	Aparato de freno de paracaídas, homolog.	3	73,78	221,34
Ud.	Cubierta de poliamida para freno de parac.	3	6,3	18,90
Ud.	Amarre regulable (1.10-1.80m), argolla revestida de P.V.C., homologado	3	17,92	53,76
Ud.	Dispositivo anticaída	3	96,4	289,20
TOTAL PROTECCIONES INDIVIDUALES				3.061,13 €

**Tabla 1. Protecciones individuales.**

### 1.3.2 Protecciones colectivas

Se especifican a continuación las protecciones colectivas necesarias para la planta.

CAPÍTULO 2: PROTECCIONES COLECTIVAS				
Ud.	Denominación	Ud.	€ / Ud.	Total (€)
Ud.	Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico, incluida la colocación	1	21,74	21,74
m	Cordón de balizamiento reflectante, incluidos soportes, colocación y desmontaje	38	0,47	17,86
m	Cinta plástica de balizamiento en colores blanco y rojo	38	0,47	17,86
Ud.	Valla autónoma metálica de contención peatones	2	9,52	19,04
Ud.	Jalón de señalización, incluida la colocación	4	1,08	4,32
h	Camión de riego, incluido el conductor	2	17,66	35,32
h	Mano de obra de señalización	3	7,81	23,43
h	Mano de obra de brigada de seguridad empleada en mantenimiento y reposición de protecciones	2	14,42	28,84
Ud.	Teléfono móvil disponible en obra, incluida conexión y utilización	1	676,14	676,14
Ud.	Extintor de polvo polivalente, incluido el soporte	2	56,38	112,76
Ud.	Aparato de doble comunicación para organizar el tráfico	1	299,39	299,39
Ud.	Instalación de puesta a tierra, compuesta por cable de cobre, electrodo conectado a tierra en masas metálicas, etc.	1	130,8	130,80
Ud.	Interruptor diferencial de media sensibilidad (300mA)	2	19,09	38,18
Ud.	Interruptor diferencial de alta sensibilidad (30mA)	2	22,8	45,60
TOTAL PROTECCIONES COLECTIVAS				1.471,28 €

**Tabla 2. Protecciones colectivas.**

### 1.3.3 Prevención y primeros auxilios

Se especifican a continuación los equipos de prevención y primeros auxilios necesarios para la planta.

CAPÍTULO 3: PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS				
Ud.	Denominación	Ud.	€/ Ud.	Total (€)
Ud.	Botiquín de obra instalado	2	25,66	51,32
Ud.	Reposición de material de botiquín de obra	4	30,47	121,88
Ud.	Reconocimiento médico obligatorio	15	51,78	776,70
TOTAL PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS				949,90 €

**Tabla 3. Equipos de prevención y primeros auxilios.**

### 1.3.4 Instalaciones de higiene y bienestar

Se especifican a continuación las instalaciones de higiene y bienestar necesarias para la planta.

CAPÍTULO 4: INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR				
Ud.	Denominación	Ud.	€/ Ud.	Total (€)
Ud.	Mes de alquiler de caseta prefabricada para usos varios de obra de 6x2.35m, incluida instalación de fuerza y alumbrado	10	108	1.080,00
Ud.	Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra de 6x2.35m, incluida instalación de fuerza y alumbrado	10	108	1.080,00
Ud.	Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor de obra de 3.25x1.90m, incluida instalación de fuerza y alumbrado, material sanitario y termo agua caliente	10	108	1.080,00
Ud.	Acometida provisional de electricidad a casetas de obra	2	30,41	60,82
Ud.	Acometida provisional de fontanería a casetas de obra	1	36,25	36,25
Ud.	Acometida provisional de saneamiento a casetas de obra	1	42,58	42,58
Ud.	Pileta corrida construida en obra y dotada de tres grifos	1	30,47	30,47
Ud.	Mesa metálica para comedor, capacidad 10 personas, colocada	2	24,23	48,46
Ud.	Banco de polipropileno para cinco personas con soportes metálicos	3	22,42	67,26
Ud.	Calienta comidas para 50 servicios	2	47,46	94,92
Ud.	Depósito de basuras de 800l	2	6,66	13,32
Ud.	Equipo de limpieza y conservación de las instalaciones	30	25,38	761,40
Ud.	Taquilla metálica individual con llave	30	9,92	297,60
TOTAL INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR				4.693,08 €

**Tabla 4. Instalaciones de higiene y bienestar.**

### 1.3.5 Formación y reuniones

Se especifican a continuación los conceptos de formación y reuniones para la planta.

CAPÍTULO 5: FORMACIÓN Y REUNIONES				
Ud.	Denominación	Ud	€ / Ud	Total (€)
h	Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana realizado por un encargo	15	4,07	61,05
h	Comité de seguridad	2,5	27,91	69,78
h	Horas reuniones de Seguridad	10	15,93	159,30
h	Meses de control y asesoramiento de Seguridad (Visitas Téc. Seguridad)	10	318,54	3.185,40
TOTAL FORMACIÓN Y REUNIONES				3.475,53 €

**Tabla 5. Conceptos de formación y reuniones.**

## 1.4 Presupuesto general

CAPITULO 1: PROTECCIONES INDIVIDUALES	3.061,13 €
CAPITULO 2: PROTECCIONES COLECTIVAS	1.471,28 €
CAPÍTULO 3: PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS	949,90 €
CAPITULO 4: INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	4.693,08 €
CAPÍTULO 5: FORMACIÓN Y REUNIONES	3.475,53 €
<b>TOTAL SEGURIDAD Y SALUD PROYECTO</b>	<b>13.650,92 €</b>

Asciende el presente presupuesto a la cantidad de: **TRECE MIL SEISCIENTOS CINCUENTA EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS (13.650,92 €).**

Zaragoza, Septiembre de 2025  
EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO



Javier Sanz Osorio  
Colegiado 6.134 COGITIAR  
Al servicio de SISENER Ingenieros S.L.



# PLAN DE INTERÉS GENERAL DE ARAGÓN - PIGA

Proyecto:

## ACS DC LA PUEBLA

TOMO II.

Libro D. Proyectos de Infraestructuras Externas

- I. Proyecto de Infraestructuras Eléctricas
3. **Gestión de residuos**

DOCUMENTO PARA APROBACIÓN INICIAL

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

P1SEE00-SN-GREA-00-750000

Septiembre 2025

## Índice de contenidos

1.	Objeto .....	1
2.	Alcance.....	2
3.	Estimación de residuos generados .....	3
4.	Operaciones de reutilización, valorización o eliminación de residuos .....	7
5.	Medidas para la separación de residuos .....	8
6.	Medidas para la separación de residuos .....	9
6.1	Presupuestos parciales .....	9
6.1.1	Tierras y pétreos procedentes de excavación.....	9
6.1.2	RCD de naturaleza pétreo .....	10
6.1.3	RCD de naturaleza no pétreo .....	10
6.1.4	Residuos peligrosos .....	10
6.2	Presupuesto general .....	11

## Índice de tablas

Tabla 1- Lista Europea de residuos. ....	6
Tabla 2. Operaciones de reutilización, valorización o eliminación.....	7
Tabla 3. Presupuesto de gestión de los residuos. ....	9
Tabla 4. Presupuesto de tierras y pétreos de excavación en la subestación. ....	9
Tabla 5. Presupuesto de RCD de naturaleza pétrea.....	10
Tabla 6. Presupuesto de RCD de naturaleza no pétrea.....	10
Tabla 7. Presupuesto de los residuos peligrosos.....	10
Tabla 8. Presupuesto general para la gestión de residuos. ....	11

# 1. Objeto

El presente Estudio de Gestión de Residuos tiene como objeto establecer las directrices generales para la gestión de los residuos de construcción y demolición generados en la obra a la que se refiere.

Este Estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición.

## 2. Alcance

Las medidas contempladas en este Estudio alcanzan a todos los trabajos a realizar en el presente Proyecto, y aplica la obligación de su cumplimiento a todas las personas de las distintas organizaciones que intervengan en la ejecución de estos.

### 3. Estimación de residuos generados

Analizamos a continuación los residuos que se prevé generar durante las actividades de ejecución previstas.

Se muestran los residuos incluidos en la Lista Europea de Residuos (según Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, y sus modificaciones), con su codificación correspondiente. Los residuos generados serán los marcados en la lista.

<b>17</b>	<b>RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (INCLUIDA LA TIERRA EXCAVADA DE ZONAS CONTAMINADAS)</b>	
17 01	Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	
17 01 01	Hormigón	X
17 01 02	Ladrillos	
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	X
17 01 06*	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas.	
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas de las especificadas en el código 17 01 06 ( 3 ) Para el ámbito de esta lista, son metales de transición: escandio, vanadio, manganeso, cobalto, cobre, itrio, niobio, hafnio, tungsteno, titanio, cromo, hierro, níquel, zinc, circonio, molibdeno y tántalo. Estos metales o sus compuestos son peligrosos si aparecen clasificados como sustancias peligrosas.	
17 02	Madera, vidrio y plástico	
17 02 01	Madera	X

<b>17</b>	<b>RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (INCLUIDA LA TIERRA EXCAVADA DE ZONAS CONTAMINADAS)</b>	
17 02 02	Vidrio	
17 02 03	Plástico	X
17 02 04	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	
17 03	Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados	
17 03 01*	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla	
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01	
17 03 03*	Alquitrán de hulla y productos alquitranados	
17 04	Metales (incluidas sus aleaciones)	
17 04 01	Cobre, bronce, latón	
17 04 02	Aluminio	
17 04 03	Plomo	
17 04 04	Zinc	
17 04 05	Hierro y acero	
17 04 06	Estaño	
17 04 07	Metales mezclados	X



<b>17</b>	<b>RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (INCLUIDA LA TIERRA EXCAVADA DE ZONAS CONTAMINADAS)</b>	
17 04 09*	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas	
17 04 10*	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	X
17 05	Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje)	
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	X
17 05 05*	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas	
17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05	
17 05 07*	Balasto de vías férreas que contiene sustancias peligrosas	
17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del espec. en el código 17 05 07	
17 06	Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto	
17 06 01*	Materiales de aislamiento que contienen amianto	
17 06 03*	Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas	
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03	
17 06 05	Materiales de construcción que contienen amianto	

<b>17</b>	<b>RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (INCLUIDA LA TIERRA EXCAVADA DE ZONAS CONTAMINADAS)</b>	
17 08	Materiales de construcción a base de yeso	
17 08 01*	Materiales de construcción a base de yeso contaminados con sustancias peligrosas	
17 08 02	Materiales de construcción a base de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01	X
17 09	Otros residuos de construcción y demolición	
17 09 01*	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio	
17 09 02*	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB (por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a base de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB)	
17 09 03*	Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas	
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03	X

**Tabla 1- Lista Europea de residuos.**

La estimación de la cantidad de cada tipo de residuo que se generará en la obra, en toneladas y metros cúbicos se realizará en función de las categorías de la tabla anterior.

Se calculan las siguientes cantidades de residuos generados:

- Hormigón: (54,65 T).
- Cerámicos: (10,99 T).
- Cables (recortes y sobrantes): 1 m3 (3,71 T)
- Papeles, cartones: < 1 m3 (<0,90 T)
- Plásticos: < 1 m3 (<0,90 T)

## 4. Operaciones de reutilización, valorización o eliminación de residuos

Se procurará, en los casos en los que sea posible, la reutilización de las tierras procedentes de la excavación.

En cuanto al resto de materiales de la obra, se prevén las siguientes operaciones de reutilización, valorización o eliminación:

X	No se prevé la reutilización en la obra. Transporte a vertedero autorizado
	Utilización como combustible y generación de energía
	Recuperación de disolventes
	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas, sin disolventes
	Reciclado o recuperación de metales
	Reciclado o recuperación de otras materias orgánicas
	Acumulación de residuos para su tratamiento según normativa
	Otros

**Tabla 2. Operaciones de reutilización, valorización o eliminación.**

## 5. Medidas para la separación de residuos

Según lo indicado por el R.D. 105/2008 en su artículo 5, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: (54,65 T).
- Cerámicos: (10,99 T).
- Cables (recortes y sobrantes): 1 m<sup>3</sup> (3,71 T)
- Papeles, cartones: < 1 m<sup>3</sup> (<0,90 T)
- Plásticos: < 1 m<sup>3</sup> (<0,90 T)

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan.

Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, con esta obligación.

## 6. Medidas para la separación de residuos

A continuación, se muestra el presupuesto de gestión de los residuos para una subestación eléctrica, para ello se ha calculado un coste unitario de:

Tipos de almacenamiento de residuos incluyendo alquiler, transporte, tasas y gestión	Precio (€)	Precio/ Vol
1 saca de 1 m <sup>3</sup>	50	50 €/m <sup>3</sup>
1 bidón de 1 m <sup>3</sup>	100	100 €/m <sup>3</sup>
1 bidón de 1000 l de residuos peligrosos	270	270 €/m <sup>3</sup>
1 contenedor de media capacidad (5 – 10 m <sup>3</sup> ), normalmente de 7 m <sup>3</sup>	200	30 €/m <sup>3</sup>
1 contenedor de alta capacidad (más de 12 m <sup>3</sup> )	300	25 €/m <sup>3</sup>
1 carga de camión de transporte de hasta 10 t	100	11 €/m <sup>3</sup>
1 carga de camión de transporte de hasta 25 t	100	5 €/m <sup>3</sup>
1 bidón de hasta 200 l para residuos peligrosos	100	500 m <sup>3</sup>

**Tabla 3. Presupuesto de gestión de los residuos.**

### 6.1 Presupuestos parciales

#### 6.1.1 Tierras y pétreos procedentes de excavación

Teniendo en cuenta la subestación eléctrica:

Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Tierras limpias y materiales pétreos	700 t	100 € (28 camiones de 25 t)	2.800
<b>Total</b>			<b>2.800 €</b>

**Tabla 4. Presupuesto de tierras y pétreos de excavación en la subestación.**

### 6.1.2 RCD de naturaleza pétrea

Teniendo en cuenta una subestación eléctrica:

Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Hormigón	15 t	100 € (1 camión de hasta 25t)	100
<b>Total</b>			<b>100 €</b>

**Tabla 5. Presupuesto de RCD de naturaleza pétrea.**

### 6.1.3 RCD de naturaleza no pétrea

Teniendo en cuenta una subestación eléctrica:

Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Plásticos	0,14 m <sup>3</sup>	100 € (1 bidón de 1 m <sup>3</sup> )	100
<b>Total</b>			<b>100 €</b>

**Tabla 6. Presupuesto de RCD de naturaleza no pétrea.**

### 6.1.4 Residuos peligrosos

Teniendo en cuenta una subestación eléctrica:

Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	SUPO Precio total (€)
Trapos contaminados, envases contaminados, aerosoles	0 bidones de 200 l	100 € (1 bidón)	0
<b>Total</b>			<b>0 €</b>

**Tabla 7. Presupuesto de los residuos peligrosos.**

## 6.2 Presupuesto general

Según los presupuestos desarrollados en los presupuestos parciales, el presupuesto general de una subestación eléctrica se resume en:

Descripción	Precio total una SET (€)
Tierras de excavación	2.800
Hormigón	100
Plásticos	100
Residuos peligrosos	0
<b>Total SET</b>	<b>3.000,00 €</b>

**Tabla 8. Presupuesto general para la gestión de residuos.**

El presupuesto para la gestión de residuos del proyecto de SET REMOTA 400/220 kV, asciende a la cantidad de **TRES MIL euros (3.000,00 €)**.

Zaragoza, Septiembre de 2025  
EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO



Javier Sanz Osorio  
Colegiado 6.134 COGITIAR  
Al servicio de SISENER Ingenieros S.L.



# PLAN DE INTERÉS GENERAL DE ARAGÓN - PIGA

Proyecto:

## ACS DC LA PUEBLA

TOMO II.

Libro D. Proyectos de Infraestructuras Externas

- I. Proyecto de Infraestructuras Eléctricas
3. Estudio de campos magnéticos

DOCUMENTO PARA APROBACIÓN INICIAL

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

P1SEE00-SN-ELST-00-760000

Septiembre 2025

## Índice de contenidos

1.	Objeto y alcance del estudio .....	1
2.	Normativa vigente.....	2
3.	Criterios de aplicación .....	3
4.	Características de la instalación .....	4
5.	Análisis .....	5
5.1	Procedimiento de cálculo.....	5
5.2	Criterios y consideraciones.....	5
6.	Resultados obtenidos .....	7
6.1	Líneas subterráneas 400 kV .....	7
6.2	Líneas subterráneas 220 kV .....	8
6.3	Distribución de campos magnéticos .....	9
7.	Conclusiones .....	10

## Índice de figuras

Figura 1. Campo magnético bajo las líneas de 400 kV.....	7
Figura 2. Campo magnético bajo las líneas de 220 kV.....	8
Figura 3. Representación de las líneas de campo magnético. ....	9

# 1. Objeto y alcance del estudio

El objeto de este Documento es el análisis de las emisiones magnéticas en el entorno exterior inmediato de la Subestación Eléctrica “SET REMOTA” 400/220 kV, para dar cumplimiento al RD 337/2014 (Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión), donde se indica que se deberán realizar cálculos para comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001.

Con posterioridad surgen dos disposiciones principales, el Real Decreto 299/2016 de 22 de julio y el Real Decreto 123/2017 de 24 de febrero. Dado que límites marcados en éstos últimos decretos son menos estrictos se mantendrá inicialmente como referencia los valores publicados en el Real Decreto 1066/2001 observando si existe algún problema.

El alcance comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que puedan alcanzarse en dicho entorno haciendo una evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente, para asegurar las condiciones de protección a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria establecidas en dicha normativa.

## 2. Normativa vigente

- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.
- Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo, por el que se aprueba 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.
- Real Decreto 299/2016 de 22 de julio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos.
- Real Decreto 123/2017, de 24 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre el uso del dominio público radioeléctrico.
- Directiva 2013/35/UE del Parlamento Europea y del Consejo de 26 de junio de 2013.

### 3. Criterios de aplicación

De acuerdo con el Real Decreto 1066/2001, en el punto 3.1 Niveles de Campo, se establecen los límites de referencia para campos magnéticos y eléctricos, en función de la frecuencia de los mismos.

Para el caso que nos ocupa y considerando que la frecuencia de red es de 0,05 kHz, los límites máximos de referencia según este Real Decreto son los siguientes:

Intensidad de campo E = 5.000 V/m

Intensidad de campo H = 80 A/m

Campo Magnético B = 100  $\mu$ T

En el caso del RD 299/2016 los niveles de acción aparecen en el Anexo II, sección B3, Tabla 6 y para una frecuencia de red de 50 Hz define los siguientes límites:

Límite efectos sensoriales = 1000  $\mu$ T

Límite efectos para la salud = 6000  $\mu$ T

Como ya se ha indicado en el punto 1 a lo largo de éste estudios se tomará como referencia los niveles definidos en el RD 1066/2001 por ser más estrictos.

El método general de medida de campo magnético definido por UNESA define entre sus pautas generales:

Se tomarán las medidas a una altura de 1 metro del suelo, a excepción de las medidas específicas y puntuales a aparatos, electrodomésticos o instalaciones eléctricas concretas.

## 4. Características de la instalación

La Subestación Eléctrica “SET REMOTA” es una Subestación Eléctrica reductora 400/220 kV en la que:

- El sistema de 400 kV está instalado en intemperie.
- Los transformadores de potencia están instalados en intemperie.
- El sistema de 220 kV está instalado en intemperie.

De acuerdo con el Real Decreto 1066/2001 en el que se aconseja tomar medidas que limitan las radiaciones de campo eléctrico y magnético, describimos aquellos criterios que se han tomado para minimizar la emisión de campos electromagnéticos y poder así cumplir los límites establecidos en el mismo.

- Los cables subterráneos que poseen una pantalla metálica atenúan el campo eléctrico. Además, si son distribuidos en ternas, de tal forma que se compensa el campo magnético que genera cada cable, lo que supone un eficaz método de reducir las emisiones magnéticas.
- Equipos eléctricos como las celdas son equipos blindados por carcasas metálicas que anulan el campo eléctrico y disminuyen el campo magnético, además se encuentran alejados del cerramiento y protegidos en el interior de un edificio.
- Los transformadores de potencia se encuentran en intemperie separados una distancia prudencial del cerramiento minimizando de esta forma las emisiones al exterior.
- Zanjas y atarjeas de cables se diseñan retranqueadas del cerramiento para minimizar las emisiones de campo magnéticos de las mismas.
- Las acometidas de cables de AT/MT se encuentran distribuidas en diferentes puntos como medida de limitar el valor máximo de campo magnético.

## 5. Análisis

### 5.1 Procedimiento de cálculo

Se ha realizado un análisis y estudio de la emisión magnética producida por cada uno de los equipos eléctricos que constituyen la Subestación Eléctrica “SET REMOTA” a través del programa simulación de campos magnéticos SISEMFIELD V0.0.

El procedimiento para la simulación, cálculo y obtención del campo vectorial comprende los siguientes puntos:

Realización de la modelización 3D de los conductores objeto de estudio.

- Discretización de cada conductor en segmentos rectilíneos ( $\vec{r}$ ) y cálculo del campo magnético generado ( $\vec{B}$ ) por estos, para la intensidad máxima considerada ( $i$ ).

$$\vec{B} = \mu_0 \frac{i}{2\pi\vec{r}}$$

- Composición vectorial del valor de campo magnético generado por estos segmentos rectilíneos, obteniéndose el campo magnético vectorial en la instalación y sus inmediaciones.
- Cálculo del módulo del campo magnético vectorial en cada punto.
- Verificación de los valores del campo magnético en cada punto de una sección transversal a 1 metro del suelo, por debajo de los límites máximos admisibles.

Los resultados obtenidos a través de la simulación informática son corroborados por las mediciones y muestras de campo magnético realizadas en otras instalaciones de características similares o en funcionamiento por todo el territorio nacional.

### 5.2 Criterios y consideraciones

Para la obtención de los resultados se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- El estudio se realiza para la zona interior y exterior de la subestación y a una altura de 1 m sobre el suelo.
- Se consideran como fuentes principales de campo magnético los equipos y cables eléctricos existentes dentro del cerramiento de la SET, no considerándose los equipos eléctricos o instalaciones ajenas o exteriores al recinto de la SET, salvo las correspondientes a la propia instalación.
- Se considera un grado de carga del 110% de la instalación en el nivel de 400 y 220 kV, de forma que se analice el caso más desfavorable de emisión de campos, aun cuando esta situación no está prevista que se dé durante la explotación habitual de la instalación, ni físicamente posible por el balance de las cargas consideradas en la actualidad.
- Se aplica el principio de superposición, para conocer el campo magnético generado por dos o más elementos, es decir para obtener el campo magnético en un punto, se sumará vectorialmente la aportación de cada uno de los elementos calculados individualmente.



La subestación consiste en una serie de equipos en intemperie de nivel de tensión 400 y 220 kV, las cuales están constituidas por aparamenta convencional y una combinación de embarrados rígidos y flexibles.

Para considerar el caso más desfavorable, se desprecian las pérdidas en los equipos y líneas y a la potencia nominal, aun cuando no se prevea su funcionamiento en este régimen.

Para los transformadores de potencia, al igual que pasa en las posiciones blindadas, el campo magnético que emite al exterior un transformador de potencia no es muy intenso debido a su propia construcción y se amortigua muy rápidamente con la distancia. Por otra parte, la principal fuente de generación de campo magnético son las líneas de alimentación de entrada y salida, por lo que se modelan éstas en detrimento del propio transformador y cuya aportación se desprecia comparada con ellas.

Basándonos en la potencia de los transformadores de 400/220 kV de 300 MVA, y considerando una sobrecarga del 10 %, las corrientes consideradas han sido las siguientes:

- Nivel 400 kV
  - Posición TRP1 300 MVA: 476,31 A
  - Posición TRP2 300 MVA: 476,31 A
- Nivel 220 kV
  - Posición de TRP1 300 MVA y LSAT: 866,03 A
  - Posición de TRP2 300 MVA y LSAT: 866,03 A

El número de ternas se ha simplificado en el modelado como una única terna que puede llevar toda la potencia por circuito, las diferencias con respecto al cálculo con el detalle del número y sección concreta de ternas a emplear es poco significativo.

## 6. Resultados obtenidos

En los apartados posteriores se reflejan los resultados de los campos magnéticos obtenidos en la subestación transformadora y en el exterior de la misma.

Los cálculos realizados muestran que el valor del campo magnético en el contorno de la subestación está por debajo de los 100  $\mu\text{T}$ .

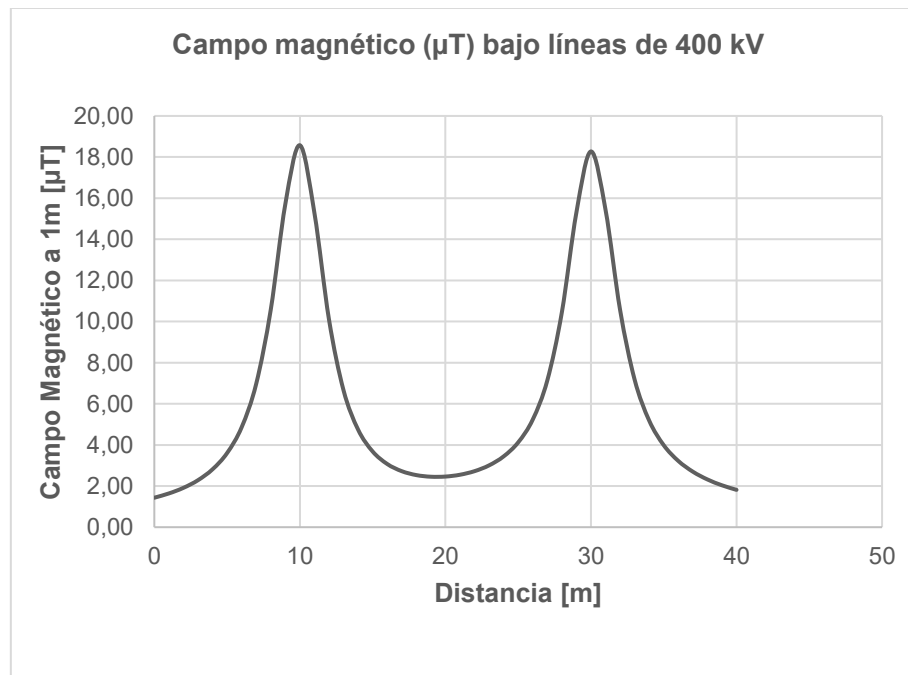
Estos niveles de campo disminuyen a medida que nos alejamos de la instalación y de los ejes de las líneas.

En la imagen incluida en el apartado 6.3 pueden observarse los niveles de campo magnético originados en el exterior de las instalaciones estudiadas, representados mediante curvas de nivel.

### 6.1 Líneas subterráneas 400 kV

Las líneas subterráneas de 400 kV se consideran enterradas a 1 metro de profundidad.

En la figura siguiente se aprecia el campo magnético máximo generado que aparece en un plano transversal a los circuitos, calculadas a un nivel del suelo de 1 metro.



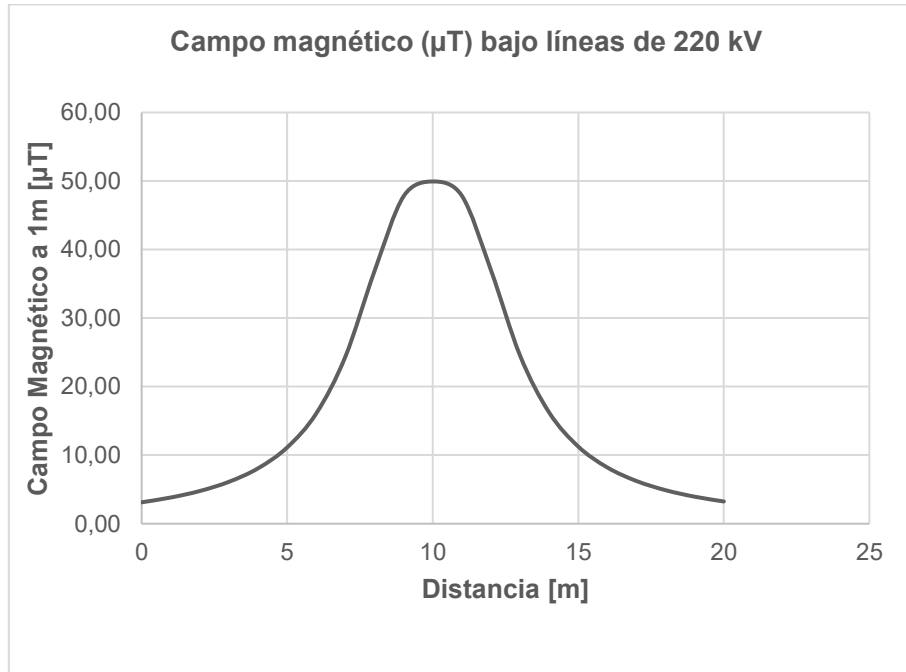
**Figura 1. Campo magnético bajo las líneas de 400 kV.**

El campo magnético generado por la línea a 1 m del suelo tiene un valor máximo que alcanza los **18.58 $\mu\text{T}$** .

## 6.2 Líneas subterráneas 220 kV

Las líneas subterráneas de 220 kV se consideran enterradas a 1 metro de profundidad.

En la figura siguiente se aprecia el campo magnético máximo generado que aparece en un plano transversal a los circuitos, calculadas a un nivel del suelo de 1 metro.



**Figura 2. Campo magnético bajo las líneas de 220 kV.**

El campo magnético generado por la línea a 1 m del suelo tiene un valor máximo que alcanza los **49,93 $\mu T$** .

## 6.3 Distribución de campos magnéticos

A continuación, se incluye un plano con la representación de las líneas de campo magnético originadas en la subestación a la altura de 1 metro

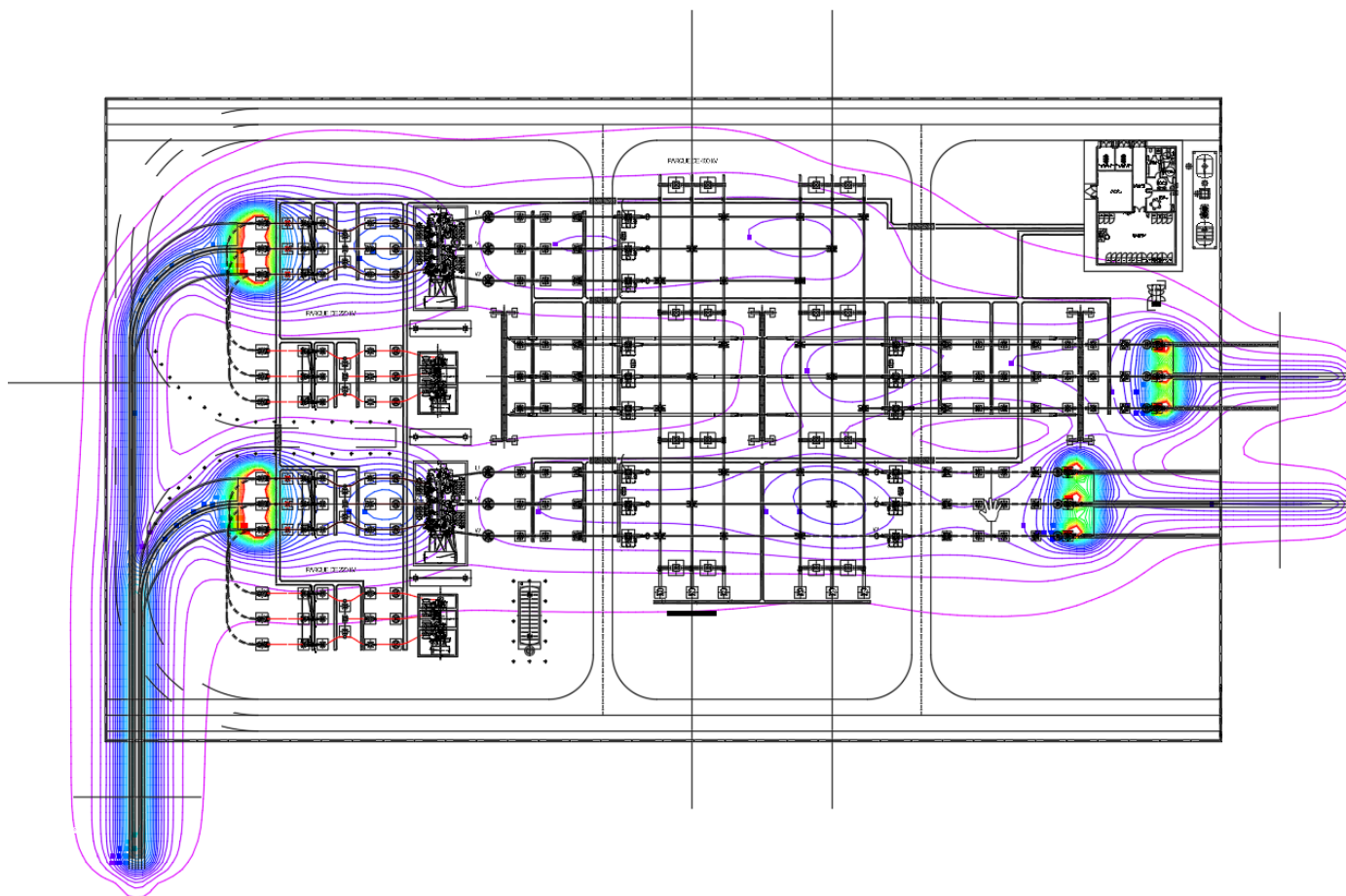


Figura 3. Representación de las líneas de campo magnético.

## 7. Conclusiones

Como conclusión sobre los análisis realizados en cuanto a la actividad de la Subestación Eléctrica “SET REMOTA” 400/220 kV en las condiciones más desfavorables de funcionamiento, los límites de radiación emitidos están por debajo de los límites técnicos establecidos en la normativa vigente, documentación enumerada en el apartado 2. “Normativa Vigente”.

Por consecuencia, se puede decir que las medidas correctoras tomadas en el diseño de la instalación y enumeradas en el apartado 4 “Características de la instalación” son suficientes para cumplir la normativa nacional e internacional de emisiones magnéticas.

Con lo expuesto en la memoria, los planos y documentos adjuntos, consideramos suficientemente descritas las instalaciones objeto de este proyecto con objeto de obtener la Autorización Administrativa Previa.

Zaragoza, septiembre de 2025

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO



Javier Sanz Osorio

Colegiado 6.134 COGITIAR

Al servicio de SISENER Ingenieros S.L.

# PLAN DE INTERÉS GENERAL DE ARAGÓN - PIGA

Proyecto:

**ACS DC LA PUEBLA**

TOMO II.

Libro D. Proyectos de Infraestructuras Externas

- I. Proyecto de Infraestructuras Eléctricas
3. **Relación de Bienes y Derechos Afectados**

DOCUMENTO PARA APROBACIÓN INICIAL

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

P1SEE00-SN-URME-00-770000

Septiembre 2025

Nº ORDEN	REFERENCIA CATASTRAL	MUNICIPIO	POLÍGONO	PARCELA	SUBPARCELA	SUPERFICIE CATASTRAL (m²)	OCUPACIÓN TOTAL (m²)	TIPO DE AFECCIÓN
1	50306A03000133	Villamayor de Gállego	30	133	AE	6.095,00	1.652,40	Parcial
2	50306A03000133	Villamayor de Gállego	30	133	AF	6.108,00	973,20	Parcial
3	50306A03000133	Villamayor de Gállego	30	133	AG	9.413,00	55,13	Parcial
4	50306A03000133	Villamayor de Gállego	30	133	AH	15.112,00	95,41	Parcial
5	50306A03000133	Villamayor de Gállego	30	133	AJ	57.639,00	15.467,70	Parcial
6	50306A03000133	Villamayor de Gállego	30	133	AV	13.753,00	1,91	Parcial
7	50306A03000133	Villamayor de Gállego	30	133	AW	3.551,00	1.290,10	Parcial
8	50306A03000133	Villamayor de Gállego	30	133	BA	9.230,00	6116,20	Parcial

# PLAN DE INTERÉS GENERAL DE ARAGÓN - PIGA

Proyecto:

## ACS DC LA PUEBLA

TOMO II.

Libro D. Proyectos de Infraestructuras Externas

- I. Proyecto de Infraestructuras Eléctricas
3. **Separata Ayuntamiento Villamayor de Gállego**

DOCUMENTO PARA APROBACIÓN INICIAL

ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.

P1SE00-SN-URME-00-780000

Septiembre 2025



## Índice de contenidos

1.	Antecedentes.....	1
2.	Objeto.....	2
3.	Promotor y titular .....	3
4.	Emplazamiento.....	4
4.1	Acceso .....	4
5.	Descripción de la subestación proyectada .....	5
5.1	Nivel de 400 kV (Intemperie) .....	5
5.2	Nivel de 220 kV (Intemperie) .....	6
5.3	Nivel de 30 kV (CIMT) .....	6
6.	Datos básicos de diseño .....	7
7.	Obra civil .....	8
7.1	Parque intemperie .....	8
7.1.1	Acopios de materiales .....	8
7.1.2	Desbroce.....	8
7.1.3	Explanación y nivelación del terreno .....	8
7.1.4	Relleno con aportaciones .....	8
7.1.5	Red de tierras.....	8
7.1.6	Movimientos de tierras .....	9
7.1.7	Canalizaciones eléctricas .....	9
7.1.8	Accesos y cerramientos .....	9
7.1.9	Alumbrado exterior y viales .....	10
7.1.10	Terminación superficial .....	10
7.1.11	Cimentaciones aparatos.....	10
7.1.12	Bancada de transformadores y depósito de aceite .....	11
7.2	Edificio de control .....	11
7.2.1	Cimentación del edificio principal.....	12
7.2.2	Estructura.....	12
7.2.3	Cubierta.....	12
7.2.4	Cerramiento.....	12
7.2.5	Revestimientos interiores .....	12
7.2.6	Pavimentos .....	12
7.2.7	Evacuación de aguas pluviales.....	12
7.2.8	Instalaciones interiores.....	13
8.	Descripción de la afección.....	14
8.1	Parcela 133 del polígono 30 de Villamayor de Gállego.....	14
9.	Plazo de ejecución .....	15
10.	Presupuesto Total.....	16
11.	Conclusiones.....	17

## Índice de figuras

Figura 1. Cronograma.....	15
---------------------------	----

## Índice de tablas

Tabla 1. Parcelas Catastrales Subestación.....	4
Tabla 2. Vértices del vallado de la Subestación “REMOTA” 400/220kV.....	4
Tabla 3. Niveles de tensión.....	7
Tabla 4. Movimiento de tierras .....	9

# 1. Antecedentes

Mediante Acuerdo del Gobierno de Aragón, en sesión celebrada el día 27 de junio de 2025 y publicado en Boletín Oficial de Aragón ("BOA") por Orden PEJ/865/2025, de 10 de julio, numero 140, el 23 de julio de 2025, se declaró como inversión de interés autonómico con interés general de Aragón el proyecto de instalación de un Centro de Datos en el término municipal de La Puebla de Alfindén (Zaragoza), promovido por la entidad **ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L.**

Posteriormente, mediante Acuerdo del Gobierno de Aragón de fecha 23 de julio de 225, se determinó la relación individualizada de bienes y derechos afectados por el proyecto declarado como inversión de interés autonómico, con interés general de Aragón, de instalación de un Centro de Datos en el término municipal de La Puebla de Alfindén (Zaragoza), promovido por **ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.**, y se declaró la urgente ocupación de tales bienes y derechos, en los términos previstos en el apartado 5 del artículo 7 bis del Decreto Ley 1/2008, de 30 de octubre, del Gobierno de Aragón, de medidas administrativas urgentes para facilitar la actividad económica en Aragón.

La declaración como inversión de interés general autonómico con interés general de Aragón, tal y como se establece en el artículo 35 del Decreto Legislativo 2/2015, de 17 de noviembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Ordenación del Territorio de Aragón (TRLOTA), es imprescindible para la posterior aprobación de un Proyecto de Interés General de Aragón (PIGA).

El presente Proyecto de Infraestructuras Eléctrica, como documento integrante del PIGA Centro de Datos La Puebla de Alfindén, tiene por objeto describir las subestaciones eléctricas y las líneas de alta tensión para alimentar un nuevo campus de centro de procesamiento de datos ubicado en el término municipal La Puebla de Alfindén.

## 2. Objeto

El objeto de este documento es presentar y describir el Proyecto Técnico Administrativo de la subestación eléctrica denominada “SET Remota 400/220 kV” desarrollado por BENBROS DC SL como empresa promotora, ante la Administración competente con objeto de obtener la autorización administrativa previa.

La entidad mercantil ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L., pretende desarrollar la implantación de un centro de datos de 150 MW de consumo eléctrico (100 MW potencia IT), ampliable a 300 MW en una fase posterior, en el término municipal de Villamayor de Gállego (Zaragoza), diseñado para satisfacer la demanda del mercado de salas de colocación y data hall privado.

El punto de suministro desde la red de transporte para abastecer el consumo eléctrico del Centro de Datos se realizará en la subestación (SE) de Peñaflor 400/220 kV propiedad de Red Eléctrica de España (REE), ubicada en el término municipal de Villamayor de Gállego (Zaragoza)

Considerando la potencia nominal requerida para el Centro de Datos, la “SET Remota 400/220 kV” contará con dos transformadores de potencia de 300 MVA cada uno. Ambas posiciones de transformador corresponderán a la salida de la línea soterrada hacia la SET CD Campus 220/30 kV.

Además, la subestación contará con una posición de línea que corresponde a la entrada de la línea soterrada de alta tensión (400 kV) que llega desde la SE de Peñaflor 400/220 kV.

### 3. Promotor y titular

La promotora del proyecto es la entidad mercantil **ACS DC INFRA LA PUEBLA, S.L.**, con domicilio en Madrid, Avenida Camino de Santiago número 50, y provista de Código de Identificación Fiscal número B-72596547.

El capital social de la entidad mercantil “**ACS DC INFRA LA PUEBLA S.L.**” es 75% de titularidad de **ACS DIGITAL INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT, S.L.**, compañía perteneciente al Grupo ACS, y 21,25% de titularidad de la sociedad **BENBROS ENERGY, S.L.**, 2,5% **LAZARUS CAPITAL, S.L.U.**, y 1,25% **IBERIAN FIELDS INVERSIONES, S.L.U.**

## 4. Emplazamiento

La subestación “Remota” se encuentra ubicada en el término municipal de Villamayor de Gállego (Zaragoza), en las siguientes parcelas:

REF. CATASTRAL	POLÍGONO	PARCELA	SUBPARCELA
50306A03000133	30	133	AH
50306A03000133	30	133	AJ
50306A03000133	30	133	AV
50306A03000133	30	133	AW
50306A03000133	30	133	BA

**Tabla 1. Parcelas Catastrales Subestación.**

Las coordenadas de los vértices del vallado de la Subestación “REMOTA” son las que se muestran en la tabla siguiente, dadas en sistema UTM ETR89 (Huso 30):

PUNTO	COORDENADA XUTM	COORDENADA YUTM
S1	687.645,58	4.621.573,47
S2	687.598,46	4.621.637,47
S3	687.635,25	4.621.543,83
S4	687.472,37	4.621.479,83

**Tabla 2. Vértices del vallado de la Subestación “REMOTA” 400/220kV**

La subestación ocupará aproximadamente 17.606,75 m<sup>2</sup>.

### 4.1 Acceso

El acceso a la subestación se realizará mediante un camino de nueva construcción con origen en el final de un camino existente de referencia catastral 50306A03009004 (Villamayor de Gállego), discurriendo a través de la parcela de referencia catastral 50306A03000133, en el término municipal de Villamayor de Gállego.

La localización queda reflejada en el documento “P1SEE00-SN-ELDW-00-720002 - Emplazamiento”.

## 5. Descripción de la subestación proyectada

La nueva Subestación “REMOTA”, consta de un parque de intemperie de 220 kV formado por dos (2) posiciones de línea subterránea y dos (2) posiciones de transformador en configuración de doble barra y un parque de intemperie de 400 kV formado por dos (2) posiciones de línea subterránea, ocupando una superficie rectangular de dimensiones máx. 170×100,605 m.

Los sistemas de control y protección y servicios auxiliares se encuentran localizados en el interior del edificio de control.

### 5.1 Nivel de 400 kV (Intemperie)

#### Posición de línea subterránea SET PEÑAFLORES 400 kV Línea 1

Una posición de línea, con los siguientes elementos:

- Un juego de tres pararrayos de línea con botella terminal.
- Un juego de tres transformadores de tensión para protección y medida.
- Un seccionador de línea trifásico, con cuchilla de puesta a tierra.
- Tres juegos de tres transformadores de intensidad para protección y medida.
- Seis interruptores automáticos unipolares.
- Dos juegos de tres seccionadores pantógrafos sin cuchillas de puesta a tierra.
- Dos seccionadores de línea trifásico, sin cuchilla de puesta a tierra

#### Posición de línea subterránea SET PEÑAFLORES 400 kV Línea 2

Una posición de línea, con los siguientes elementos:

- Un juego de tres pararrayos de línea con botella terminal.
- Un juego de tres transformadores de tensión para protección y medida.
- Un seccionador de línea trifásico, con cuchilla de puesta a tierra.
- Un juego de tres transformadores de intensidad para protección y medida.
- Tres interruptores automáticos unipolares.
- Dos juegos de tres seccionadores pantógrafos sin cuchillas de puesta a tierra.

#### Posiciones de transformador de potencia

Dos posiciones de transformador, cada posición contará con los siguientes elementos:

- Un juego de tres pararrayos.
- Un seccionador de trifásico, sin cuchilla de puesta a tierra.
- Un juego de tres transformadores de intensidad para protección y medida.
- Tres interruptores automáticos unipolares.
- Dos juegos de tres seccionadores pantógrafos sin cuchillas de puesta a tierra.

### Posición barras 400 kV

Una posición de doble barra, con los siguientes elementos:

- Embarrado trifásico tendido, con conductor LA-280.
- Embarrado trifásico con tubo de 120mm.
- Dos juegos de tres transformadores de tensión para protección y medida.

## **5.2 Nivel de 220 kV (Intemperie)**

### Posición de transformador-línea lado 220kV

Dos posiciones de transformador, cada posición contará con los siguientes elementos:

- Un juego de tres pararrayos con botella terminal.
- Un juego de tres pararrayos.
- Un juego de tres transformadores de intensidad para protección y medida.
- Un juego de tres transformadores de tensión para protección y medida.
- Un interruptor automático tripolar.
- Un seccionador trifásico, con cuchilla de puesta a tierra.

### Posición de reactancia

Dos posiciones de reactancia, cada posición contará con los siguientes elementos:

- Un juego de tres pararrayos con botella terminal.
- Un juego de tres pararrayos
- Un juego de tres transformadores de intensidad para protección y medida.
- Un interruptor automático tripolar.

## **5.3 Nivel de 30 kV (CIMT)**

Un embarrado de media tensión, formado por los siguientes elementos:

- Una (1) celda de compensador síncrono.
- Una (1) celda de remonte.
- Una (1) celda de medida para SS.AA.
- Una (1) celda de alimentación de TSA de SS.AA de ca.



## 6. Datos básicos de diseño

La aparamenta a instalar cumplirá con los siguientes valores mínimos para los niveles de tensión aplicables en la instalación.

Nivel de tensión	400 kV	220 kV
Tensión nominal (kV ef.)	400	220
Tensión más elevada para el material (kV ef.)	420	245
Frecuencia nominal (Hz)	50	50
Tensión soportada impulso tipo rayo (kV cresta)	1575	1050
Tensión soportada 1 min. 50 Hz (kV)	1425	460
Intensidad de cortocircuito, 1 segundo (kA)	50	40

**Tabla 3. Niveles de tensión.**

## 7. Obra civil

La obra civil de las subestaciones comprende todos aquellos trabajos y ejecución de obras que sean precisos para la recepción y posterior montaje de toda la aparamenta y equipos que componen la subestación, así como de todos los sistemas complementarios que se integran en la misma.

### 7.1 Parque intemperie

El acondicionamiento del terreno y demás actuaciones necesarias sobre el parque intemperie se describen en los apartados siguientes.

#### 7.1.1 Acopios de materiales

Se acondicionará una zona en el interior de la subestación como zona de acopio de materiales, zona de vertido y parte de maquinaria.

#### 7.1.2 Desbroce

Se llevará a cabo en primer lugar el desbroce de la capa vegetal y retirada a vertedero de la capa superficial del terreno, hasta alcanzar una profundidad aproximada de 30 cm en toda la superficie.

#### 7.1.3 Explanación y nivelación del terreno

Se procederá a la explanación, relleno y nivelación del terreno, a la cota definitiva de explanación. Se terminará la explanada con una capa superficial de 60 cm de suelo adecuado o seleccionado procedente de préstamo, hasta alcanzar el nivel teórico de explanación (NTE).

El extendido y compactación se podrá realizar en varias tongadas, siempre de espesor inferior a 30 cm. Antes de realizar la coronación se tenderá la red inferior de tierras de la subestación.

Se realizarán ensayos para determinar la capacidad portante de la plataforma resultante. Las tierras sobrantes procedentes de la excavación serán retiradas y trasladadas a un vertedero autorizado.

Sobre la explanada, una vez nivelada, se procederá a realizar los trabajos de excavación y movimiento de tierras necesarios para ejecutar las cimentaciones, las canalizaciones de drenaje y eléctricas, los viales interiores, etc.

#### 7.1.4 Relleno con aportaciones

Si fuese necesario, se aportará un relleno de préstamo, de zahorra compactada en capas de 30 cm hasta alcanzar la cota definitiva.

#### 7.1.5 Red de tierras

La red de tierras estará formada por cable desnudo de Cu de sección 120 mm<sup>2</sup> para la red general dispuesta en retículas de 4 m aproximadamente y de sección 120 mm<sup>2</sup> para las derivaciones.

Los conductores del electrodo se enterrarán entre tierra vegetal para facilitar la disipación de corriente.

Los cruces de los conductores de tierra y las derivaciones de las tomas de tierra con la malla de tierras se realizan mediante soldaduras aluminotérmicas.

Para evitar la aparición de tensiones de contacto peligrosas desde el exterior, el electrodo principal sobresaldrá 1 m alrededor del vallado perimetral de la instalación.

Se preverán tomas de tierra para todos los bastidores y demás elementos metálicos de la subestación, para el neutro del transformador, para las tomas de tierra de unión con el mallazo del edificio de control, así como la conexión eléctrica de la valla perimetral al electrodo de puesta a tierra.

### 7.1.6 Movimientos de tierras

En la subestación SET Remota 400/220 kV se construirá una superficie aproximada será de 17.606,75 m<sup>2</sup>.

Teniendo en cuenta la subestación con el acceso a la misma, y los movimientos de tierras necesarios para su ejecución, se va a emplear una superficie total aproximada de 23.673,00 m<sup>2</sup>.

Los movimientos de tierras totales a efectuar en la subestación son los siguientes:

Partida	Descripción	UNIDADES
1.1	Limpieza del terreno y movimiento de tierra para preparación de superficie (m <sup>2</sup> )	23.673,00
1.2	Relleno de tierras (m <sup>3</sup> )	14.203,80

**Tabla 4. Movimiento de tierras**

### 7.1.7 Canalizaciones eléctricas

Se construirán todas las canalizaciones eléctricas necesarias para el tendido de los correspondientes cables de potencia y control. Estas canalizaciones estarán formadas por galerías, canales, arquetas y tubos, enlazando los distintos elementos de la instalación para su correcto control y funcionamiento.

Las canalizaciones para conducción de cables a instalar son de dos tipos:

- Canalizaciones principales, constituidas por un canal prefabricado o realizado in situ con tapas de hormigón o chapa accesibles desde la superficie, ejecutadas según plano, dotando al trazado de la canalización de un sistema inferior de drenajes para la evacuación de aguas procedentes de lluvias. Esta canalización está comunicada con el edificio de control.
- Tubos, o canalizaciones secundarias, realizadas con tubo de PVC y sección variable según necesidades, para la recogida de cables de los equipos y conexión con las canalizaciones principales

El empleo de canalización bajo tubo hormigonada será prioritario en los siguientes casos:

- Cruces o tendidos a lo largo de vías.
- Cruzamientos, paralelismos y casos especiales, cuando la normativa lo exija.

### 7.1.8 Accesos y cerramientos

Se construirá acceso desde el camino/vial de servicio que da acceso a la parcela donde se ubicarán las instalaciones.

Así mismo, se ha previsto un cerramiento perimetral con vallado galvanizado tipo “verja fax” galva SZ-275 con postes de 80 mm y altura nominal 2,2 metros y una altura total mínima sobre el nivel de suelo de 2,5 m, y con una distancia entre ejes de poste de 2,64 metros máximo. La verja irá sustentada sobre un murete de hormigón de 30 cm de altura sobre el nivel del suelo, y embebido en este dando una altura total mínima de 570 mm. Uno de cada dos postes irá conectado directamente a la red de tierras.

El conjunto vallado-cimentación perimetral deberá ajustarse en todo momento a la orografía sobre la que se asienten las instalaciones.

El cerramiento contará con un acceso principal, formado por una puerta motorizada corredera de 6,0 metros de luz libre y 2,5 metros de altura, o similar, con cerradura y elementos de seguridad, apertura y cierre automáticos, anclajes, pernos y embebidos, topes, todo ello en acero galvanizado.

## 7.1.9 Alumbrado exterior y viales

Alumbrado con luminarias equipadas con lámpara tipo LED, montados sobre báculos de 3 m de altura, para un nivel de iluminación de 5 / 10 lux.

Se dispondrá, asimismo, de alumbrado de emergencia constituido por grupos autónomos colocados en las columnas de alumbrado, en el caso de viales perimetrales y sobre la misma estructura que el alumbrado normal o tomas de corriente en el parque de intemperie.

El sistema de emergencia será telemandado desde el edificio de control y los equipos tendrán una autonomía de una hora. Se dispondrá de fotocélula para el encendido del alumbrado exterior.

El alumbrado exterior, en general, estará constituido por:

- Alumbrado de trabajo, estará formado por proyectores, distribuidos estratégicamente.
- Alumbrado perimetral SET.
- Alumbrado fachada edificio de control y protección, estará formado por proyectores tipo LED.

## 7.1.10 Terminación superficial

Las zonas de rodadura se realizarán con hormigón armado, sobre base convenientemente preparada. El ancho de viales será variable en función de su uso y las curvas estarán diseñadas con un radio que permita el giro de las góndolas y camiones.

Las vías de rodadura tendrán desniveles para evitar la acumulación de agua en cualquier punto de la misma y estarán enmarcados por bordillos de hormigón de alta resistencia al objeto de delimitar los usos.

El piso terminado de la zona de intemperie será una capa de grava de espesor de 10 cm., exceptuando las zonas de tránsito habitual, que será una losa de hormigón armado.

## 7.1.11 Cimentaciones aparatos

Se realizarán las cimentaciones necesarias para la sustentación de los pórticos y las estructuras soporte de los diferentes equipos.

Se ejecutarán con hormigón en masa vertido directamente sobre el terreno o armado, vertido directamente sobre hormigón de limpieza. Se embeberán en dicha cimentación los pernos de anclaje de la estructura soporte en el caso del pórtico, o se realizarán sobre ellas los anclajes químicos del resto de equipos.

Los materiales utilizados en las cimentaciones correspondientes son:

- Hormigón: HM-20
- Acero: B 500 S (para los cercos de atado de los pernos)

En caso de que las condiciones geotécnicas así lo recomienden, podrá haber cimentaciones que se realicen con hormigón armado, en este caso los materiales a utilizar serán los siguientes:

- Hormigón: HA-25
- Acero: B 500 S (armaduras y cercos de atado de pernos)

### **7.1.12 Bancada de transformadores y depósito de aceite**

El transformador de potencia se dispondrá sobre una bancada de hormigón armado. Esta bancada abarcará la totalidad de la superficie del transformador y se diseñará para soportar el peso de la máquina y recoger el aceite de posibles fugas.

Las bancadas estarán recubiertas por una capa de cantos rodados, con la que se obtendrá una función de apagafuegos ante la posible pérdida de aceite en combustión.

Se construirá anejo a las bancadas un depósito de aceite que recoja las posibles fugas y las confine hasta su retirada por un gestor de residuos autorizado.

## **7.2 Edificio de control**

El edificio tendrá la altura adecuada para la correcta instalación de los equipos respetando las recomendaciones del fabricante.

Todas las juntas de paneles irán perfectamente selladas contra la entrada de humedad. Asimismo, se impermeabilizará correctamente la cubierta del edificio que será plana, con ligera pendiente hacia los sumideros y del tipo invertida.

Se trata de una planta rectangular con cerramiento de paneles prefabricados de hormigón y cubierta a dos aguas con teja cerámica curva roja con canalones y bajantes de PVC. El acabado del edificio será con aquel material que mejor se integre con el entorno, para minimizar, en la medida de lo posible, el impacto visual. El edificio irá bordeado por una acera de 1,4 m de anchura y acabado igual que la fachada del edificio.

Las puertas de acceso al interior del edificio serán metálicas y abatibles hacia el exterior mediante doble hoja de las dimensiones adecuadas a los equipos a instalar, y dotadas de sistema anti-intrusismo. Estas puertas irán pintadas con pintura anticorrosiva y con una banda fotoluminiscente epoxi de 10 cm en la parte interior.

La carpintería será metálica y sus dimensiones y diseño tanto de puertas como ventanas, rejillas de aireación, etc., se ajustarán a las necesidades funcionales de cada dependencia, así como al cuidado estético del conjunto. La altura de las dependencias se ajusta a las necesidades específicas de los equipos a montar en cada una de ellas.

Todas las salas del edificio se encuentran elevadas respecto al suelo lo que posibilita la ejecución de las conexiones de los cables de potencia y control presentes en la subestación. Se realizará una solera de hormigón armado a distintos niveles en función de la dependencia en que se encuentre, colocada sobre una capa de enchado de grava. Dicha solera se rematará superficialmente mediante un revestimiento de resina epoxi en dos capas de 1 mm de espesor. Se dispondrá suelo técnico en las salas de control y explotación.

En la parte inferior del muro se habilitarán huecos para el paso de cables entre el edificio y el parque intemperie, que deberán sellarse a la conclusión de los trabajos.

La terminación de los techos se realizará con la técnica de falso techo en todas las salas.

Las particiones interiores del edificio como paredes, sellado de paso de cables y puertas tendrán una resistencia al fuego de 2 horas (RF-120).

El edificio de explotación y control de la subestación dispondrá de varias dependencias al objeto de cubrir las diferentes actividades que se van a desarrollar.

El edificio estará compuesto por:

- Dos salas de transformador de servicios auxiliares.
- Almacén.
- Distribuidor.

- Tres vestuarios.
- Oficina.
- Sala de armarios.

La superficie construida es de 231,47 m<sup>2</sup>

### **7.2.1 Cimentación del edificio principal**

La cimentación del edificio se efectuará mediante zapata corrida, sobre la que apoyará un muro corrido, y con pasamuros previstos para el paso de cables e instalaciones al edificio.

### **7.2.2 Estructura**

El cerramiento se ejecutará mediante muros autoportantes, evitando de este modo la necesidad de columnas y vigas.

El cálculo de estos, se realizará de acuerdo con las normas del Código Estructural que sean de aplicación en las acciones de la edificación.

### **7.2.3 Cubierta**

La cubierta estará formada por un panel tipo sándwich, con inclinación a un agua, equipado con canalones para el drenaje de agua de lluvias, y con capacidad impermeabilizante para evitar humedades. La cubierta estará fijada a las vigas superiores.

### **7.2.4 Cerramiento**

El cerramiento vertical se ejecutará mediante muros autoportantes, enfoscado de cemento tanto interior como exteriormente y terminado con pintura a elegir por la propiedad.

Las paredes divisorias interiores serán de bloque de hormigón de cemento, enfoscado por ambas partes con mortero de cemento.

### **7.2.5 Revestimientos interiores**

Los revestimientos para los interiores serán enyesados para la sala de control, sala de servicios auxiliares y sala de celdas.

### **7.2.6 Pavimentos**

Los pavimentos serán de solera de hormigón de 15 cm. de grueso con mallazo equipotencial de 30x30 cm. formado por redondos de diámetro 6 mm.

El acabado del pavimento será de suelo técnico en las salas de celdas y sala de control, de hormigón acabado en pintura de resina epoxi en el almacén, y de terrazo de 30x30 cm en el resto de estancias.

En los espacios exteriores (recinto de entrada) se dejará una solera de hormigón visto para las rampas de acceso y una acera perimetral rematada con baldosa hidráulica.

### **7.2.7 Evacuación de aguas pluviales**

Las aguas pluviales se recogerán en las cubiertas mediante canalones para proteger al edificio del retorno contra el cerramiento por el efecto del viento. Todos los albañales serán de hormigón centrifugado y debidamente anillado, con las correspondientes arquetas de empalme y sifónica previa a la fosa séptica que deberá enterrarse en la zona del forjado sanitario, con bajantes en PVC.

## 7.2.8 Instalaciones interiores

El edificio de control se completará con las siguientes instalaciones:

- Instalación de alumbrado interior normal y emergencia.
- Instalación de tomas de corriente.
- Sistema de detección de incendios
- Sistema de detección de intrusos
- Ventilación y climatización.

Las canalizaciones que se emplearán en el interior del edificio para dar suministro a los distintos receptores serán de distinto tipo:

- Bandeja metálica o de material plástico, con conductores con nivel de aislamiento 0,6/1 kV.
- Tubo rígido o canal protectora de montaje superficial, con conductores de nivel de aislamiento 750 V ó 0,6/1 kV.
- Tubo corrugado empotrado en la construcción, con conductores de nivel de aislamiento 750 V ó 0,6/1 kV.

Todos los conductores serán de tipo no propagadores de la llama según UNE-EN 50265-2-1.

## 8. Descripción de la afección

En lo que respecta a la construcción de la “SER Remota 400/220 kV” sobre el municipio Villamayor de Gállego, la afección consistirá en la implantación de las instalaciones de la subestación y el vial de acceso.

La subestación ocupará una superficie aproximada de 17.606,75 m<sup>2</sup> de terreno. Considerando los accesos y las necesidades de movimiento de tierras, será requerida la utilización de aproximadamente 23.673,00 m<sup>2</sup> de terreno.

El total de la superficie de la subestación y el vial de acceso se encuentra situado en una parcela del T.M. de Villamayor de Gállego. Dicha parcela se describe a continuación:

### 8.1 Parcela 133 del polígono 30 de Villamayor de Gállego

Se corresponde con referencia catastral 50306A03000133, constituye el emplazamiento parcial de la “SET Remota 400/220 kV”, según se identifica en el plano de emplazamiento (

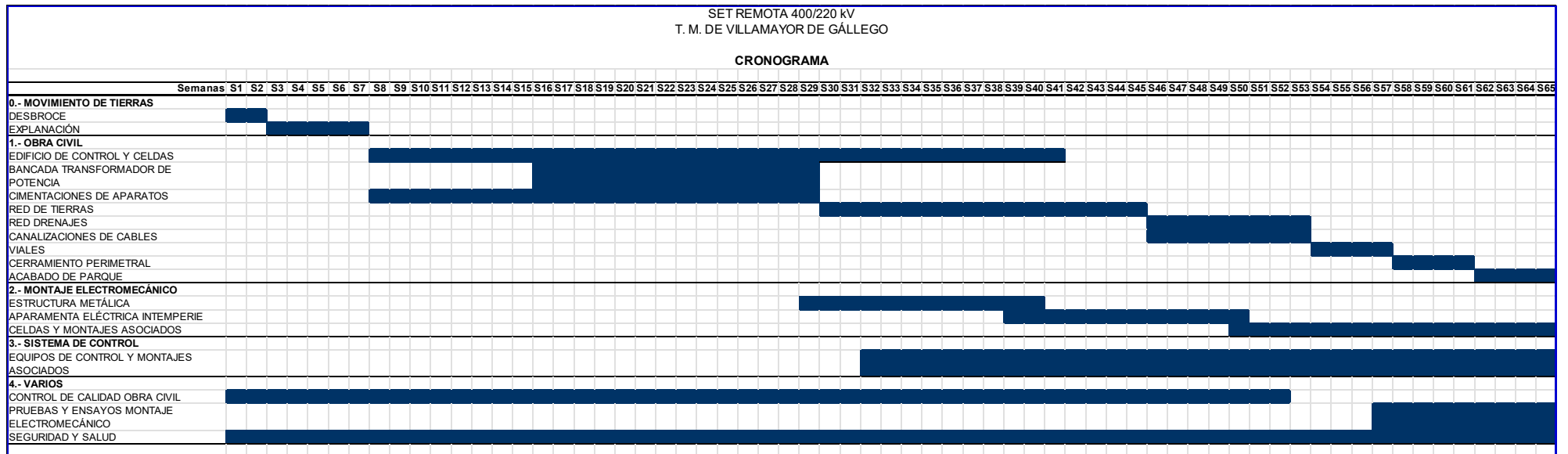
Resulta necesaria la ocupación permanente de 22.037,00 m<sup>2</sup> de la misma. (subestación)

Resulta necesaria la ocupación permanente de 1636,20 m<sup>2</sup> de la misma (vial de acceso)



## 9. Plazo de ejecución

La ejecución de este proyecto se ha estimado en sesenta y cinco (65) semanas, incluyendo todas las tareas y suministros necesarios.



### Figura 1. Cronograma.

## 10. Presupuesto Total

Según los presupuestos desarrollados en los presupuestos parciales, el presupuesto general de ejecución para la subestación SET Remota 400/220 kV queda resumido a continuación:

### PRESUPUESTO TOTAL

CAP.	Descripción	EUROS
1	OBRA CIVIL	2.333.197,95
2	EQUIPOS PRINCIPALES Y MONTAJE ELECTROMECAÁNICO	10.090.100,40
3	SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCIÓN	419.805,34
4	GESTIÓN	789.995,92
<b>Total PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>13.633.099,61</b>
GASTOS GENERALES (13% PEM)		1.772.302,95
BENEFICIO INDUSTRIAL (6% PEM)		817.958,98
<b>Total PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>		<b>16.223.388,53</b>

De acuerdo con lo mostrado anteriormente, asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la cantidad de **DIECISÉIS MILLONES DOSCIENTOS VEINTITRÉS MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS** (16.223.388,53 €).

# 11. Conclusiones

Considerando expuestas en esta memoria de la subestación REMOTA 400/220 kV, todas las razones que justifican la construcción de la misma, se espera sea concedida la debida autorización.

Zaragoza, Septiembre de 2025  
EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO



Javier Sanz Osorio  
Colegiado 6.134 COGITIAR  
Al servicio de SISENER Ingenieros S.L.