





# PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA SUBESTACIÓN "ABEDULES" 220/30 kV



# PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA SUBESTACIÓN "ABEDULES" 220/30 kV

Situación: Alfajarín (Zaragoza)

Peticionario: ABEDUL NEW ENERGY, S.L.

Fecha: Marzo 2023









# **ÍNDICE DE CONTENIDO**

**DOCUMENTO I: MEMORIA** 

**DOCUMENTO II: ANEXOS** 

**ANEXO I: CÁLCULOS** 

ANEXO II: COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO

ANEXO III: RED DE PUESTA A TIERRA

ANEXO IV: DESMANTELAMIENTO

ANEJO V: ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS

DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO IV: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO V: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO VI: PRESUPUESTO

**DOCUMENTO VII: PLANOS** 









**DOCUMENTO I: MEMORIA** 





# **ÍNDICE DE CONTENIDO**

DOCUI	CUMENTO I: MEMORIA1		
1. G	GENERALIDADES		
1.1.	Antecedentes	5	
1.2.	Objeto	6	
1.3.	Empresa peticionaria	7	
2. N	ORMATIVA	8	
2.1.	General	8	
2.2.	Electricidad	8	
2.3.	Obra civil y estructuras	30	
2.4.	Seguridad y salud	31	
2.5.	Impacto ambiental y contaminación atmosférica	33	
2.6.	Otras	33	
3. EI	MPLAZAMIENTO	33	
4. D	ESCRIPCIÓN DE LA SUBESTACIÓN	34	
4.1.	Nivel de 220 kV (intemperie)	35	
4.2.	Nivel de 30 kV (intemperie)	36	
4.3.	Nivel de 30 kV (interior)	36	
4.4.	Datos básicos de diseño	37	
4.5.	Sistema de 220 kV	38	
4.5.1.	Autoválvulas	38	
4.5.2.	Seccionador de línea	40	
4.5.1.	Aislador de apoyo	42	
4.5.2.	Interruptor automático	42	
4.5.3.	Transformadores de intensidad	44	
4.5.4.	Transformadores de tensión	46	
4.5.5.	Transformadores de potencia	48	
4.5.6.	Conexión entre aparatos	50	
4.6.	Sistema media tensión	51	
4.6.1.	Cabinas de 30 kV	51	
4.6.2.	Transformador de servicios auxiliares	56	
4.6.3.	Grupo electrógeno	57	





1.6.4.	Reactancia de puesta a tierra	57
4.6.5.	Aparellaje 30 kV intemperie	58
1.6.6.	Embarrado de salida transformador 30 kV	59
1.6.7.	Cables aislados de interconexión entre celdas SF6 y transformador de potencia	60
1.6.8.	Cables aislados de interconexión celda con transformador de servicios auxiliares	60
4.7. Si	stemas auxiliares	60
4.7.1.	Clasificación de la instalación	60
1.7.2.	Corriente alterna	61
1.7.3.	Corriente continua	62
1.7.4.	Cuadros de servicios auxiliares	62
1.7.5.	Canalizaciones eléctricas empleadas	62
1.7.6.	Instalación de alumbrado interior	63
1.7.7.	Alumbrado exterior	63
1.7.8.	Alumbrado de emergencia	63
1.7.9.	Tomas de corriente	64
4.7.10.	Fuerza	64
4.7.11.	Ventilación y aire acondicionado	64
4.7.12.	Sistemas de protección (incendios e intrusos)	64
4.8. C	ontrol y protección	65
4.8.1.	Funciones de protección	66
1.8.2.	Medida de energía	68
1.8.3.	Telecontrol	70
1.8.4.	Equipos comunicaciones	70
1.9. R	ed de tierras	71
4.9.1.	Inferiores	71
1.9.2.	Superiores	71
1.9.3.	Puesta a tierra de AT	72
4.10.	Obra civil	72
4.10.1.	Parque intemperie	72
4.10.2.	Acopio de materiales	72
4.10.3.	Desbroce	72
4.10.4.	Explanación y nivelación del terreno	72
4.10.5.	Relleno con aportaciones	72
4.10.6.	Red de <i>t</i> ierras	73





4.10.7.	4.10.7. Cimentaciones de aparatos		
4.10.8.	Band	cada de transformadores y depósito de aceite7	3
4.10.9.	Cana	alizaciones eléctricas	4
4.10.10.	Te	erminación superficial	4
4.10.11.	Ce	erramiento perimetral7	4
4.10.12.	Ec	dificio	5
4.10.12.1		Cimentación del edificio	6
4.10.12.2	·	Estructura	6
4.10.12.2	.1.	Cubierta	7
4.10.12.2	.2.	Cerramiento	7
4.10.12.2	.3.	Revestimientos	7
4.10.12.2	.4.	Pavimentos	7
4.10.12.2	.5.	Evacuación	7
4.10.12.2	.6.	Canalizaciones de cables	8
4.10.12.2	.7.	Instalaciones interiores	8
4.10.12.2	.8.	Cimentaciones	8
4.10.12.2	.9.	Red de drenaje	9
4.11.	Estr	uctura metálica	0
4.12.	Norr	mativa prevención de incendios8	0
4.12.1.	Parc	jue intemperie8	0
4.12.2.	Edifi	cio8	1
5. RESU	JMEI	N DE PRESUPUESTO8	1
6. PLAZ	ZO DE	E EJECUCIÓN8	1







# 1. GENERALIDADES

# 1.1. Antecedentes

En el entorno del término municipal de Alfajarín (Zaragoza), se van a desarrollar y construir cuatro plantas fotovoltaicas:

- ABEDUL II NEW ENERGY, de 53 MW cuyo titular es ENEBRO NEW ENERGY, S.L.
- ABEDUL VI NEW ENERGY, de 50 MW cuyo titular es ENEBRO NEW ENERGY, S.L.
- ABEDUL IV NEW ENERGY, de 25 MW cuyo titular es ABEDUL NEW ENERGY, S.L.
- ABEDUL V NEW ENERGY, de 50 WW cuyo titular es ABEDUL NEW ENERGY, S.L.

Siendo necesaria la construcción de nuevas infraestructuras de conexión con la infraestructura de evacuación para poder evacuar la energía producida por las plantas fotovoltaicas anteriormente mencionadas.

Las infraestructuras de conexión estarán formadas por:

- Una nueva subestación elevadora 220/30 kV con tres transformadores, donde se conectarán las líneas procedentes de cada planta fotovoltaica y se eleva su nivel de tensión acorde con la infraestructura de evacuación. Se dejará una cuarta calle de reserva para la futura ampliación a un cuarto transformador, encargado de elevar la tensión procedente de Abedul II New Energy.
- Una línea de 220 kV que conecta la subestación elevadora, objeto del presente proyecto SET ABEDUL 220/30 kV con la subestación colectora SET ALFAJARÍN 220 KV, dicha subestación colectora permitirá recoger la energía generada de varias plantas solares/eólicas además de las mencionadas anteriormente. Desde esta subestación colectora se evacuará la energía mediante una línea de 220 kV en SET PEÑAFLOR 220 KV, propiedad de REE.



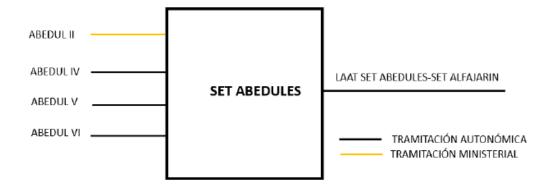




# 1.2. Objeto

Se redacta el presente **PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA SUBESTACIÓN** "ABEDULES" 220/30 kV (en adelante la nueva subestación), con el propósito de describir justificadamente las características técnicas esenciales del conjunto de equipos e instalaciones que componen esta nueva subestación elevadora, para informar a los Organismos Oficiales con vistas a solicitar y obtener los permisos necesarios para poder realizar la construcción.

El objeto de este proyecto será únicamente describir las infraestructuras necesarias para la evacuación de las Plantas Fotovoltaicas "Abedul IV New Energy", "Abedul V New Energy" y "Abedul VI New Energy". A continuación, se presenta un esquema resumido:



Cabe destacar que la tramitación de la posición de transformación de ABEDUL II NEW ENERGY en la SET ABEDULES se encuentra dentro del expediente ministerial de la PSF ABEDUL II NEW ENERGY (PFOT 247) promovido por ENEBRO NEW ENERGY, S.L.".







# 1.3. Empresa peticionaria

El promotor del proyecto es:

Nombre de la sociedad: ABEDUL NEW ENERGY, S.L

CIF **B88300595** 

Dirección: Paseo del Club Deportivo 1, Edificio 06 A, 1ª

Planta

Parque empresarial La Finca

Somosaguas, Pozuelo de Alarcón (Madrid)

Persona de contacto: Marco Antonio Macías Rodríguez

Teléfono de contacto: (+34) 619 054 889

E-mail de contacto: mamacias@progressum.es

P.9-245







# 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 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 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, publicado en BOE número 188 de 7 de agosto de 1997.

# 2.2. <u>Electricidad</u>

 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



P.10-245





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 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.







Prescripciones técnicas impuestas por el propio reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, especialmente por las normas de la ITC-LAT 02.

#### **GENERALES:**

UNE 20324:1993 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

UNE 20324/1 M:2000 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). UNE 20324:2004 ERRATUM Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

UNE 21308-1:1994 Ensayos en alta tensión. Parte 1: definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.

UNE-EN 50102:1996 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

UNE-EN 50102 CORR:2002 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

UNE-EN 50102/A1:1999 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

UNE-EN 50102/A1 CORR:2002 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

UNE-EN 60060- 2:1997 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.

UNE-EN 60060- 2/A11:1999 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.

UNE-EN 60060- 3:2006 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.

UNE-EN 60060-3 CORR.:2007 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.

UNE-EN 60071- 1:2006 Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.



P.13-245







UNE-EN 60071- 2:1999 Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.

UNE-EN 60270:2002 Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.

UNE-EN 60865- 1:1997 Corrientes de cortocircuito. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.

UNE-EN 60909- 0:2002 Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes.

UNE-EN 60909- 3:2004 Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofónicos a tierra simultáneos y separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra

#### **CABLES Y CONDUCTORES:**

UNE 21144-1- 1:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.

UNE 21144-1- 1/2M:2002 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.

UNE 21144-1- 2:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas.

UNE 21144-1- 3:2003 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes.

UNE 21144-2- 1:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.

UNE 21144-2- 1/1M:2002 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica. UNE 21144-2-

P.14-245





1/2M:2007 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.

UNE 21144-2- 2:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.

UNE 21144-3- 1:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 1: Condiciones de funcionamiento de referencia y selección del tipo de cable.

UNE 21144-3- 2:2000 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.

UNE 21144-3- 3:2007 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 3: Cables que cruzan fuentes de calor externas.

UNE 21192:1992 Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.

UNE 207015:2005 Conductores de cobre desnudos cableados para líneas eléctricas aéreas

UNE 211003- 1:2001 Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1 kV (Um = 1,2 kV) a 3 kV (Um = 3,6 kV).

UNE 211003- 2:2001 Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV (Um = 7,2 kV) a 30 kV (Um = 36 kV).

UNE 211003- 3:2001 Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV (Um = 36 kV).

UNE 211004:2003 Cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV (Um = 170 kV) hasta 500 kV (Um = 550 kV). Requisitos y métodos de ensayo.

UNE 211004/1M:2007 Cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV (Um = 170 kV) hasta 500 kV (Um = 550 kV).



P.15-245





Requisitos y métodos de ensayo. UNE 211435:2007 Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución.

UNE-EN 50182:2002 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.

UNE-EN 50182 CORR.:2005 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.

UNE-EN 50183:2000 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres en aleación de aluminio-magnesio silicio.

UNE-EN 50189:2000 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres de acero galvanizado.

UNE-EN 50397- 1:2007 Conductores recubiertos para líneas aéreas y sus accesorios para tensiones nominales a partir de 1 kV c.a. hasta 36 kV c.a. Parte 1: Conductores recubiertos.

UNE-EN 60228:2005 Conductores de cables aislados.

UNE-EN 60228 CORR.:2005 Conductores de cables aislados.

UNE-EN 60794- 4:2006 Cables de fibra óptica. Parte 4: Especificación intermedia. Cables ópticos aéreos a lo largo de líneas eléctricas de potencia

UNE-EN 61232:1996 Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.

UNE-EN 61232/A11:2001 Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.

UNE-HD 620-5-E1:2007 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 5: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de XLPE. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 5E-1, 5E-4 y 5E-5). UNE-HD 620-5-E2:1996 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 5: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de XLPE. Sección E-2: Cables reunidos en haz con fiador de acero para distribución aérea y servicio MT (tipo 5E-3).

UNE-HD 620-7-E1:2007 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 7: Cables unipolares







y unipolares reunidos, con aislamiento de EPR. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 7E-1, 7E-4 y 7E-5).

UNE-HD 620-7-E2:1996 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 7: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de EPR. Sección E-2: Cables reunidos en haz con fiador de acero para distribución aérea y servicio MT (tipo 7E-2).

UNE-HD 620-9- E:2007 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 9: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de HEPR. Sección E: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 9E-1, 9E-4 y 9E-5).

UNE-HD 632- 3A:1999 Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um = 170 kV). Parte 3: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de XLPE y pantalla metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de XLPE y pantalla metálica y sus accesorios (lista de ensayos 3A).

UNE-HD 632- 5A:1999 Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um = 170 kV). Parte 5: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de XLPE y cubierta metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de XLPE y cubierta metálica y sus accesorios (lista de ensayos 5A).

UNE-HD 632- 6A:1999 Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um = 170 kV). Parte 6: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de EPR y pantalla metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de EPR y pantalla metálica y sus accesorios (lista de ensayos 6A).

UNE-HD 632- 8A:1999 Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um = 170 kV). Parte 8: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de EPR y cubierta metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de EPR y cubierta metálica y sus accesorios (lista de ensayos 8A).









PNE 211632-4A Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um = 170 kV). Parte 4: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 1, 2 y 3).

PNE 211632-6A Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um = 170 kV). Parte 6: Cables con aislamiento de XLPE y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 1, 2 y 3).

#### **ACCESORIOS PARA CABLES:**

UNE 21021:1983 Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.

UNE-EN 61442:2005 Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV (Um = 7,2 kV) a 36 kV (Um = 42 kV)

UNE-EN 61854:1999 Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para separadores.

UNE-EN 61897:2000 Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para amortiguadores de vibraciones eólicas tipo Stockbridge

UNE-EN 61238- 1:2006 Conectores mecánicos y de compresión para cables de energía de tensiones asignadas hasta 36 kV (Um = 42 kV). Parte 1: Métodos de ensayo y requisitos.

UNE-HD 629- 1:1998 Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada de 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.

UNE-HD 629- 1/A1:2002 Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.

#### **APOYOS Y HERRAJES:**

UNE 21004:1953 Crucetas de madera para líneas eléctricas.

UNE 21092:1973 Ensayo de flexión estática de postes de madera.

UNE 21094:1983 Impregnación con creosota a presión de los postes de madera de pino. Sistema Rüping.

UNE 21097:1972 Preservación de los postes de madera. Condiciones de la creosota.

P.17-245

P.18-245





UNE 21151:1986 Preservación de postes de madera. Condiciones de las sales preservantes más usuales.

UNE 21152:1986 Impregnación con sales a presión de los postes de madera de pino. Sistema por vacío y presión.

UNE 37507:1988 Recubrimientos galvanizados en caliente de tornillería y otros elementos de fijación.

UNE 207009:2002 Herrajes y elementos de fijación y empalme para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

UNE 207016:2007 Postes de hormigón tipo HV y HVH para líneas eléctricas aéreas.

UNE 207017:2005 Apoyos metálicos de celosía para líneas eléctricas aéreas de distribución.

UNE 207018:2006 Apoyos de chapa metálica para líneas eléctricas aéreas de distribución.

UNE-EN 12465:2002 Postes de madera para líneas aéreas. Requisitos de durabilidad.

UNE-EN 60652:2004 Ensayos mecánicos de estructuras para líneas eléctricas aéreas.

UNE-EN 61284:1999 Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para herrajes.

UNE-EN ISO 1461:1999 Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.

#### APARAMENTA:

UNE 21120-2:1998 Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión.

UNE-EN 60265-1:1999 Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

UNE-EN 60265-1 CORR:2005 Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

UNE-EN 60265-2:1994 Interruptores de alta tensión. Parte 2: interruptores de alta tensión para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV

UNE-EN 60265- 2/A1:1997 Interruptores de alta tensión. Parte 2: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.









UNE-EN 60265- 2/A2:1999 Interruptores de alta tensión. Parte 2: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.

UNE-EN 60282-1:2007 Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente

UNE-EN 62271- 100:2003 Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.

UNE-EN 62271- 100/A1:2004 Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.

UNE-EN 62271- 100/A2:2007 Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.

UNE-EN 62271- 102:2005 Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

#### **AISLADORES:**

UNE 21009:1989 Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento de rotula de los elementos de cadenas de aisladores

UNE 21128:1980 Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores.

UNE 21128/1 M:2000 Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores.

UNE 21909:1995 Aisladores compuestos destinados a las líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1.000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

UNE 21909/1 M:1998 Aisladores compuestos destinados a las líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1.000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

UNE 207002:1999 IN Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Ensayos de arco de potencia en corriente alterna de cadenas de aisladores equipadas.

UNE-EN 60305:1998 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Elementos de las cadenas de aisladores de material cerámico o de vidrio para sistemas



P.19-245







de corriente alterna. Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago.

UNE-EN 60372:2004 Dispositivos de enclavamiento para las uniones entre los elementos de las cadenas de aisladores mediante rótula y alojamiento de rótula. Dimensiones y ensayos.

UNE-EN 60383- 1:1997 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna.

Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

UNE-EN 60383- 1/A11:2000 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

UNE-EN 60383- 2:1997 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Parte 2: Cadenas de aisladores y cadenas de aisladores equipadas para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

UNE-EN 60433:1999 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superiora 1 kV. Aisladores de cerámica para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de cadenas de aisladores de tipo bastón

UNE-EN 61211:2005 Aisladores de material cerámico o vidrio para líneas aéreas con tensión nominal superior a 1000V. Ensayos de perforación con impulsos en aire.

UNE-EN 61325:1997 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Elementos aisladores de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente continua. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

UNE-EN 61466- 1:1998 Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Clases mecánicas y acoplamientos de extremos normalizados.

UNE-EN 61466- 2:1999



P.20-245







Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas

UNE-EN 61466- 2/A1:2003 Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas.

UNE-EN 62217:2007 Aisladores poliméricos para uso interior y exterior con una tensión nominal superior a 1000V. Definiciones generales, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

#### **PARARRAYOS:**

UNE 21087-3:1995 Pararrayos. Parte 3: ensayos de contaminación artificial de los pararrayos.

UNE-EN 60099-1:1996 Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.

UNE-EN 60099- 1/A1:2001 Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.

UNE-EN 60099-4:2005 Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

UNE-EN 60099- 4/A1:2007 Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

UNE-EN 60099-5:2000 Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización. UNE-EN 60099- 5/A1:2001 Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización.

Cumplimiento de las prescripciones técnicas impuestas por Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, principalmente las normas de la ITC-RAT-02.

#### **GENERALES:**

UNE-EN 60060-

Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones

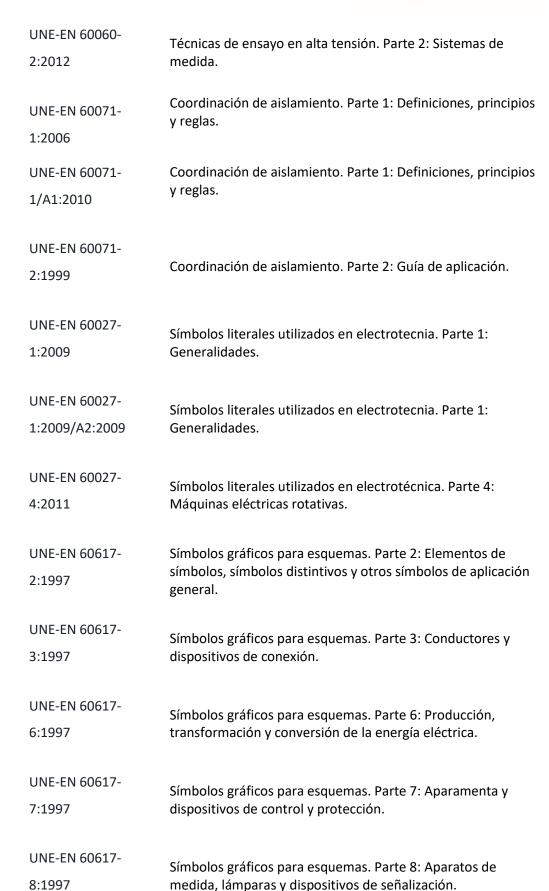
1:2012

generales y requisitos de ensayo.

















UNE 207020:2012 IN

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.

#### AISLADORES Y PASATAPAS:

UNE-EN 60168:1997	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE-EN 60168/A1:1999	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.
UNE-EN 60168/A2:2001	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.
UNE 21110-2:1996	Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE 21110-2 ERRATUM:1997	Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE-EN 60137:2011	Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1000 V.
UNE-EN 60507:1995	Ensayos de contaminación artificial de aisladores para alta tensión destinados a redes de corriente alterna.

#### **APARAMENTA:**

UNE-EN 62271- 1:2009	Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
UNE-EN 62271- 1/A1:2011	Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
UNE-EN 60439- 5:2007	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Requisitos particulares para los conjuntos de aparamenta para redes de distribución públicas. (Esta norma dejará de aplicarse el 3 de enero de 2016).
UNE-EN 61439- 5:2011	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Conjuntos de aparamenta para redes de distribución pública

#### **SECCIONADORES:**

UNE-EN 62271-102:2005	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN 62271-102:2005 ERR:2011	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN 62271- 102:2005/A1:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN 62271- 102:2005/A2:2013	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

#### **INTERRUPTORES, CONTACTORES E INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS:**

P.23-245

P.24-245





UNE-EN 60265- 1:1999	Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
UNE-EN 60265-1 CORR:2005	Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 21 de julio de 2014).
UNE-EN 62271- 103:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 62271- 104:2010	Aparamenta de alta tensión. Parte 104: Interruptores de corriente alterna para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.
UNE-EN 60470:2001	Contactores de corriente alterna para alta tensión y arrancadores de motores con contactores. (Esta norma dejará de aplicarse el 29 de septiembre de 2014).
UNE-EN 62271- 106:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 106: Contactores, controladores y arrancadores de motor con contactores, de corriente alterna.
UNE-EN 62271- 100:2011	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

# APARAMENTA BAJO ENVOLVENTE METÁLICA O AISLANTE:

	UNE-EN 200:2005	62271-	Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 29 de noviembre de 2014).
	UNE-EN 200:2012	62271-	Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
	UNE-EN 201:2007	62271-	Aparamenta de alta tensión. Parte 201: Aparamenta bajo envolvente aislante de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
	UNE-EN 203:2005	62271-	Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 13 de octubre de 2014).
	UNE-EN 203:2013	62271-	Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV.
UNE 20324:1993		:1993	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
	UNE ERRATUM:2	20324 2004	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).







UNE Grados de protección proporcionados por las envolventes

20324/1M:2000 (Código IP).

UNE-EN Grados de protección proporcionados por las envolventes de

materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos

50102:1996 (código IK).

CORR:2002

1/A1:2001

UNE-EN 50102 Grados de protección proporcionados por las envolventes de

materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos

(código IK).

UNE-EN Grados de protección proporcionados por las envolventes de

materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos

(código IK).

UNE-EN 50102/A1 Grados de protección proporcionados por las envolventes de

materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos

CORR:2002 (código IK).

#### TRANSFORMADORES DE POTENCIA:

UNE-EN 60076-1:1998 Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.

UNE-EN 60076Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.

UNE-EN 60076- Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades. (Esta norma

1/A12:2002 dejará de aplicarse el 25 de mayo de 2014).

UNE-EN 60076-1:2013 Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.

UNE-EN 60076- Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento de

2:2013 transformadores sumergidos en líquido.

UNE-EN 60076- Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos

3:2002 dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.

UNE-EN 60076-3 Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos

ERRATUM:2006 dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.

UNE-EN 60076- Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar

5:2008 cortocircuitos.

UNE-EN 60076Transformadores de potencia. Parte 11: Transformadores de tipo seco.

11:2005

UNE-EN 50464-

de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de

hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.

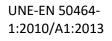


1:2010

P.26-245







Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2 500 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.

UNE21428-:2011

Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.

UNE 21428-1-1:2011 Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores multitensión en alta tensión.

UNE 21428-1-2:2011 Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores bitensión en baja tensión.

UNE-EN 50464-2-1:2010 Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-1: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Requisitos generales.

UNE-EN 50464-2-2:2010 Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-2: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 1 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.

UNE-EN 50464-2-3:2010 Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-3: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 2 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.

UNE-EN 50464-3:2010 Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 3: Determinación de la potencia asignada de transformadores con corrientes no sinusoidales.

UNE-EN 50541-1:2012 Transformadores trifásicos de distribución tipo seco 50 Hz, de 100 kVA a 3150 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.

UNE-EN 21538-1:2013 Transformadores trifásicos de distribución tipo seco 50 Hz, de 100 kVA a 3 150 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.

UNE 21538-3:1997

Transformadores trifásicos tipo seco, para distribución en baja tensión, de 100 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de

P.27-245





hasta 36 kV. Parte 3: Determinación de las características de potencia de un transformador cargado con corrientes no sinusoidales.

# CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADOS:

UNE-EN 62271- Aparamenta de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.

UNE EN Conjuntos compactos de aparamenta para centros de transformación

50532:2011 (CEADS).

# TRANSFORMADORES DE MEDIDA Y PROTECCIÓN:

UNE-EN 50482:2009	Transformadores de medida. Transformadores de tensión inductivos trifásicos con Um hasta 52 kV.
UNE-EN 60044- 1:2000	Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad.
UNE-EN 60044- 1/A1:2001	Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad.
UNE-EN 60044- 1/A2:2004	Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad. (Esta norma dejará de aplicarse el 23 de octubre de 2015).
UNE-EN 61869- 1:2010	Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 61869- 2:2013	Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad.
UNE-EN 60044- 5:2005	Transformadores de medida. Parte 5: Transformadores de tensión capacitivos. (Esta norma dejará de aplicarse el 17 de agosto de 2014).
UNE-EN 61869- 5:2012	Transformadores de medida. Parte 5: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión capacitivos.
UNE-EN 60044- 2:1999	Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 60044- 2/A1:2001	Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 60044- 2/A2:2004	Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos. (Esta norma dejará de aplicarse el 17 de agosto de 2014).
UNE-EN 61869- 3:2012	Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 60044- 3:2004	Transformadores de medida. Parte 3: Transformadores combinados.

# **PARARRAYOS**:





Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con UNE-EN 60099-1:1996

explosores para redes de corriente alterna.

UNE-EN 60099-Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con

1/A1:2001 explosores para redes de corriente alterna.

Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores UNE-EN 60099-4:2005

para sistemas de corriente alterna.

UNE-EN 60099-Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores

4:2005/A2:2010 para sistemas de corriente alterna.

UNE-EN 60099-Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores

para sistemas de corriente alterna. 4:2005/A1:2007

#### FUSIBLES DE ALTA TENSIÓN:

UNE-EN 60282-1:2011 Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente.

UNE 21120-2:1998 Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión.

#### CABLES Y ACCESORIOS DE CONEXIÓN DE CABLES:

Ensayo de envejecimiento climático de materiales de revestimiento de UNE 211605:2013

cables.

Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica

sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de resistencia a la UNE-EN 60332-1-2:2005 propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o

cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW.

**UNE-EN** Conductores de cables aislados.

60228:2005

Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V con aislamiento

UNE 211002:2012 termoplástico. Cables unipolares, no propagadores del incendio, con

aislamiento termoplástico libre de halógenos, para instalaciones fijas.

Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento

UNE 21027reticulado. Parte 9: Cables unipolares sin cubierta libres de halógenos

9:2007/1C:2009 para instalación fija, con baja emisión de humos. Cables no

propagadores del incendio.

Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos UNE 211006:2010

de alta tensión en corriente alterna.

Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido y pantalla de

UNE 211620:2012 tubo de aluminio de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta

20,8/36 (42) kV.

Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes

UNE 211027:2013 subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta

18/30 (36 kV).

Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados

UNE 211028:2013 enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con

cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).



P.28-245





Cumplimiento de las prescripciones técnicas impuestas por Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, principalmente las normas de la ITC-RAT-02.

#### **GENERALES:**

UNE-EN 60060- 1:2012	Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo.
UNE-EN 60060- 2:2012	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
UNE-EN 60071- 1:2006	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
UNE-EN 60071- 1/A1:2010	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
UNE-EN 60071- 2:1999	Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
UNE-EN 60027- 1:2009	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60027- 1:2009/A2:2009	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60027- 4:2011	Símbolos literales utilizados en electrotécnica. Parte 4: Máquinas eléctricas rotativas.
UNE-EN 60617- 2:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 2: Elementos de símbolos, símbolos distintivos y otros símbolos de aplicación general.
UNE-EN 60617- 3:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 3: Conductores y dispositivos de conexión.
UNE-EN 60617- 6:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 6: Producción, transformación y conversión de la energía eléctrica.
UNE-EN 60617- 7:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 7: Aparamenta y dispositivos de control y protección.
UNE-EN 60617- 8:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 8: Aparatos de medida, lámparas y dispositivos de señalización.
UNE 207020:2012 IN	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.

#### **AISLADORES Y PASATAPAS:**

UNE-EN 60168:1997 Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.

UNE-EN Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.

Página | 27

P.29-245

P.30-245







UNE-EN	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica
60168/A2:2001	o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.
LINE 24440 2:400C	Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior

UNE 21110-2:1996 para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.

UNE 21110-2 Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.

UNE-EN 60137:2011 Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1000 V.

UNE-EN 60507:1995 Ensayos de contaminación artificial de aisladores para alta tensión destinados a redes de corriente alterna.

APARAMENTA:

UNE-EN 62271-1:2009

Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.

UNE-EN 62271-1/A1:2011

Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.

UNE-EN 60439-5:2007 Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Requisitos particulares para los conjuntos de aparamenta para redes de distribución públicas. (Esta norma dejará de aplicarse el 3 de enero de 2016).

UNE-EN 61439- Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Conjuntos de 5:2011 aparamenta para redes de distribución pública

#### **SECCIONADORES:**

UNE-EN 62271-102:2005

UNE-EN 62271-102:2005

ERR:2011

UNE-EN 62271
UNE-EN 62271
UNE-EN 62271
UNE-EN 62271
Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

UNE-EN 62271
Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

UNE-EN 62271
Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

UNE-EN 62271
Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y

#### INTERRUPTORES, CONTACTORES E INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS:

UNE-EN 602651:1999
Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

UNE-EN 60265-1
CORR:2005
Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
(Esta norma dejará de aplicarse el 21 de julio de 2014).

UNE-EN 62271- Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.







UNE-EN 62271- 104:2010	Aparamenta de alta tensión. Parte 104: Interruptores de corriente alterna para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.
UNE-EN 60470:2001	Contactores de corriente alterna para alta tensión y arrancadores de motores con contactores. (Esta norma dejará de aplicarse el 29 de septiembre de 2014).
UNE-EN 62271- 106:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 106: Contactores, controladores y arrancadores de motor con contactores, de corriente alterna.
UNE-EN 62271- 100:2011	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente

#### APARAMENTA BAJO ENVOLVENTE METÁLICA O AISLANTE:

UNE-EN 62271- 200:2005	metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 29 de noviembre de 2014).
UNE-EN 62271- 200:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 62271- 201:2007	Aparamenta de alta tensión. Parte 201: Aparamenta bajo envolvente aislante de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 62271- 203:2005	Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 13 de octubre de 2014).
UNE-EN 62271- 203:2013	Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV.
UNE 20324:1993	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE 20324 ERRATUM:2004	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE 20324/1M:2000	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE-EN 50102:1996	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102 CORR:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102/A1:1999	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102/A1	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales

eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

CORR:2002





# 2.3. Obra civil y estructuras

- Real Decreto 450/2022, de 14 de junio, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Real Decreto 956/2008, de 6 de junio, por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos (RC-16), publicado en BOE número 153, de 25 de junio de 2016.
- 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.
- 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.



P.34-245





- 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 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. <u>Impacto ambiental y contaminación atmosférica</u>

- 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.

# 2.6. Otras

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

# 3. EMPLAZAMIENTO

La nueva subestación, se encuentra ubicada en el término municipal de Alfajarín (Zaragoza), en la parcela 10 del polígono 4. El acceso se realizará desde la red de viales que se construirá para la planta fotovoltaica donde se ubicará la subestación.

Zona: 30S

• Altitud: 410 m.s.n.m.

Coordenadas UTM ETRS89:

Punto	Х	Υ
1	698160,61	4618341,27
2	698074,46	4618341,27
3	698074,46	4618417,53
4	698160,61	4618417,53





#### Tabla de coordenadas

La subestación ocupará aproximadamente 6.570 m², de los cuales 83,75 m² corresponderán al edificio aproximadamente.

# 4. DESCRIPCIÓN DE LA SUBESTACIÓN

La subestación está proyectada para recoger la energía generada por las plantas solares fotovoltaicas de ABEDUL II NEW ENERGY, ABEDUL IV NEW ENERGY, ABEDUL V NEW ENERGY y ABEDUL VI NEW ENERGY.

Ser desarrollar la infraestructura para la evacuación de tres plantas fotovoltaicas:

- ABEDUL IV NEW ENERGY, con entrada directa con 3 líneas de 30 kV.
- ABEDUL V NEW ENERGY, con entrada directa con 2 líneas de 30 kV.
- ABEDUL VI NEW ENERGY, con entrada directa con 3 líneas de 30 kV.

Y un espacio de reserva para incorporar una cuarta planta a la SET:

ABEDUL II NEW ENERGY, con entrada directa con 2 líneas de 30 kV.

En esta subestación se agrupará toda la energía generada por las plantas fotovoltaicas con la siguiente configuración:

Consta de tres (3) transformadores 220/30 kV y se conectará a la red de evacuación en 220 kV con salida de línea subterránea hasta la subestación colectora SE ALFAJARÍN. Se dejará una calle de reserva para la futura instalación de un cuarto transformador 220/30 kV para Abedul II New Energy.

La subestación estará formada por un parque de intemperie de 220/30 kV con una posición de línea y tres posiciones de transformador y una de reserva, en lo que al sistema de 220 kV se refiere

El transformador tendrá asociado un sistema de 30 kV, parte del cual será intemperie y parte estará en el interior del edificio de control.

El edificio de control albergará las cabinas de media tensión y los cuadros de protección, control y servicios auxiliares.





"El proyecto de la subestación eléctrica incluirá medidas específicas de integración paisajística, mediante acabados exteriores de la construcción, incluidas la cubierta y paredes exteriores de las edificaciones, con un tratamiento de color, textura y acabados acorde al entorno. Se rodeará de pantallas vegetales de especies autóctonas compatibles con el clima y el suelo donde se ubican."

# **4.1.** Nivel de 220 kV (intemperie)

La instalación correspondiente al nivel de 220 kV posee una configuración de tres posiciones de trafo y una posición de línea con salida mediante canalización subterránea.

Posición de línea, formada por los siguientes elementos:

- Un (1) juego de tres autoválvulas de protección de línea.
- Un (1) juego de tres transformadores de tensión para medida y protección.
- Un (1) seccionador tripolar de línea, con cuchillas de puesta a tierra.
- Un (1) juego de transformadores de intensidad para medida y protección.
- Un (1) interruptor automático tripolar en SF<sub>6</sub>.
- Un (1) juego de tres autoválvulas de protección de trafo.

Posición de transformador 1, formada por los siguientes elementos:

• Un (1) transformador de potencia de 50/60 MVA ONAN/ ONAF.

Posición de transformador 2, formada por los siguientes elementos:

• Un (1) transformador de potencia de 25/30 MVA ONAN/ ONAF.

Posición de transformador 3, formada por los siguientes elementos:

• Un (1) transformador de potencia de 50/60 MVA ONAN/ ONAF.







# 4.2. Nivel de 30 kV (intemperie)

Cada uno de los transformadores tendrán asociados los siguientes elementos en su lado de conexión con el sistema de 30 kV intemperie:

- Un (1) juego de tres autoválvulas de protección.
- Una (1) reactancia trifásica de puesta a tierra.
- Un (1) conjunto de elemento de soporte (aisladores) y elementos de maniobra (seccionador de conexión para la reactancia).
- Un embarrado de conexión con tubo de cobre.

# 4.3. Nivel de 30 kV (interior)

Consiste en un conjunto de celdas de 36 kV de aislamiento SF6 en tres embarrados, con las siguientes funciones:

#### Embarrado 1:

- Una (1) celda de protección de transformador de potencia
- Una (1) posición de medida de barras integrada en alguna de las celdas anteriores
- Tres (3) celdas de protección de línea, para la conexión de las líneas procedentes de la planta fotovoltaica.

#### Embarrado 2:

- Una (1) celda de protección de transformador de potencia
- Una (1) posición de medida de barras integrada en alguna de las celdas anteriores
- Dos (2) celdas de protección de línea, para la conexión de las líneas procedentes de la planta fotovoltaica.

#### Embarrado 3:

- Una (1) celda de protección de transformador de potencia
- Una (1) celda de protección de transformador de servicios auxiliares
- Una (1) posición de medida de barras integrada en alguna de las celdas anteriores

P.39-245





 Tres (3) celdas de protección de línea, para la conexión de las líneas procedentes de la planta fotovoltaica.

#### Además dispondrá de:

- Sistema integrado de control y protección consistente en cuadros de mando, medida, protección y control, consola de operación local, RTU.
- Servicios auxiliares constituidos por un transformador de MT/BT de 100 kVA, cuadros de distribución de corriente alterna y continua y por las baterías de corriente continua.
- Sistema de comunicaciones en tiempo real mediante fibra óptica.
- Sistema de medida de energía para facturación.

El transformador de servicios auxiliares se ubicará en una sala destinada solo para para albergar este trafo.

# 4.4. Datos básicos de diseño

La aparamenta a instalar cumple con los siguientes valores mínimos para cada uno de los niveles de tensión aplicables en la instalación:

Nivel de tensión	30 kV	220 kV
Tensión nominal (kV ef.)	30	220
Tensión más elevada para el material (kV ef.)	36	245
Frecuencia nominal (Hz)	50	50
Tensión soportada impulso tipo rayo (kV cresta)	170	1.050
Tensión soportada a frecuencia industrial (1 min. 50 Hz)	70	460
Intensidad de cortocircuito, (kA)	25	40
Duración del defecto trifásico (s)	0,5	0,5
Intensidad primario transformador 1 (A)	963	
Intensidad secundario transformador 1 (A)		132
Intensidad primario transformador 2 (A)	482	







Intensidad secundario transformador 2 (A)		65
Intensidad primario transformador 3 (A)	963	
Intensidad secundario transformador 3 (A)		132
Intensidad posición de línea (A)		328

# **4.5.** Sistema de 220 kV

El sistema en el nivel de 220 kV está compuesto por elementos localizados en el parque exterior.

Los elementos principales que constituyen este sistema es el transformador de potencia, autoválvulas, transformadores de intensidad, transformadores de tensión, seccionadores e interruptores automáticos.

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 a la reglamentación vigente y a otras consideraciones prácticas con objeto de facilitar las operaciones requeridas durante el montaje y mantenimiento.

Todos los elementos que constituyen la aparamenta de la posición tendrán características similares, salvo que se indiquen expresamente las diferencias existentes.

#### 4.5.1. Autoválvulas

Estos elementos protegen a la instalación de averías ocasionadas por sobretensiones de tipo atmosférico originadas en la red. Se instalarán dos juegos de pararrayos junto al transformador de potencia y otro a la salida de línea.

Las autoválvulas seleccionadas para esta instalación tienen las siguientes características:

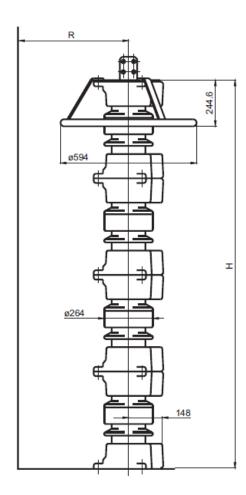
TipoÓxid	o de Zinc
Tensión Asignada (Ur)	180 kV
Tensión máxima de servicio (Um)	144 kV







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



Tensión Asignada Ur	Tensión Continua Uc*	Altura total H	Distancia en el	Peso neto kg	Separacion	es mínimas	
(kV eficaces)	(kV eficaces)		mm	^6	A mm	R mm	
180	144	4.641	187	2.084	2.007	1.372	





### 4.5.2. Seccionador de línea

Se instalará un seccionador tripolar con cuchillas de puesta a tierra en la salida de la línea de 220 kV y dos seccionadores tripolar sin cuchillas de puesta a tierra en la posición de barras. 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 transformadora.

#### Características generales:

Construcción	Triple columna (central giratoria)
Nº de unidades	1
Tensión de servicio	220 kV
Tensión más elevada para el material	245 kV
Intensidad nominal	2.000 A
Intensidad máxima de corta duración (valor eficaz)	40 kA
Tensión de ensayo a Tierra y Polos:	
A frecuencia industrial bajo lluvia	530 kV
A impulso	1.200 kV
Accionamiento cuchillas principales	Mando motorizado 110/125 Vcc
Cuchillas de tierra	Sí
Accionamiento cuchillas de tierra	Mando motorizado 110/125 Vcc
Altitud	<1.000 m.s.n.m.

Los seccionadores serán del tipo rotativo de tres columnas, con doble apertura lateral.

Se ha seleccionado un seccionador de MESA modelo SG3CT-245/1.600, para la posición de línea con puesta a tierra y modelo SG3C-245/1.600 sin puesta a tierra para la posición de barras. Las características de estos seccionadores son:

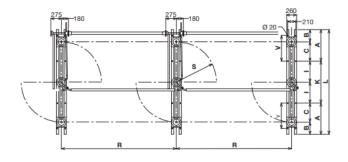


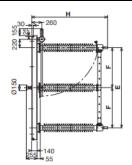




Tensión nominal	Intensidad nominal (A)		Tensión d	e ensayo	Intensidad de corta	Valor de	Tipo de		
(kV)	nominal (A)	A tierra y entre	e polos	Sobre la dist.	de secc.	duración intensidad		aisiauoi	
		A frecuencia industrial bajo lluvia	A impulso	A frecuencia industrial bajo lluvia	A impulso	(Valor eficaz) (KA)	(KA)		
245	1.600	460	1.050	530	1.200	40	100	C4-1050	

Peso		Dimensiones (mm)												
Kg	А	В	С	D	Е	F	Н	1	К	L	М	R	S	V
2.005	715	315	400	-	3.000	1.500	2.755	1.100	2.200	3.630	-	4.500	1.450	500





# Para los seccionadores de Línea:

Accionamiento cuchillas principalesMando motorizado 110/125 Vcc
Cuchillas de tierra
Accionamiento cuchillas de tierraMando motorizado 110/125 Vcc
Altitud<1.000 m.s.n.m.
Para los seccionadores de barras:
Accionamiento cuchillas principalesMando motorizado 110/125 Vcc
Cuchillas de tierraNo
Accionamiento cuchillas de tierra
Altitud< 1.000 m.s.n.m.

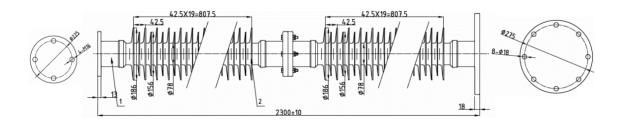




# 4.5.1. Aislador de apoyo

Los aisladores de apoyo a instalar serán el modelo AIPO24510P 10 kN de Envertec o similar. Serán aislador de apoyo adecuados para zonas de muy alta contaminación. Nivel IV 31,5 mm/kV. Recubrimiento continuo de silicona tipo HTV.

Tensión de	Línea de	Línea Min.					
servicio Ur/kV	fuga C.D. mm	Dist, Arco A.D./mm	mecánica (SCL-kN)	1,2 BIL kV	50 Hz/kV Wet/kV	mm	
220	7.595	1.500	10	1.050	390	2.300	



### 4.5.2. Interruptor automático

Se instalarán cuatro interruptores automáticos con las siguientes características generales:

Tipo Trifás	ico
Nº de unidades	4
Instalación Intempe	rie
Servicio	ıuo
Aislamiento interno y fluido extintor	SF <sub>6</sub>
Altitud	) m
Temperatura ambiente (Max / min.)40ºC / -25	2ōC
Tensión de servicio	kV







Tensión más elevada para el material
Frecuencia
Niveles de aislamiento:
Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min)
Tensión soportada a impulsos tipo atmosférico (LIWL)
Intensidad Nominal
Corriente asignada de corta duración (3 s)
Poder de corte asignado en cortocircuito
Poder de cierre asignado en cortocircuito
Secuencia de maniobras
Accionamiento:
Uni / tripolarTripolar
Tipo Electromecánico, tensado de resortes.
Tensión motor
Tensión mando
Aislamiento externo
Equipado con:

- Motor, bobinas de cierre y apertura
- Relés antibombeo y resistencia anticondensación
- Manómetros y densímetros para vigilancia de presión (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

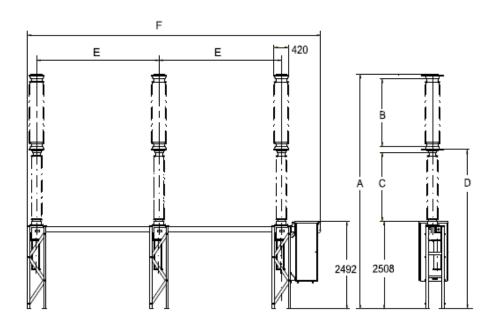
Se ha seleccionado un interruptor modelo LTB 245E1 de ABB, o similar con las siguientes características:







Tensión	A	B	C	D	E	F
nominal	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
245 kV	6.703	1.914	1.955	4.544	3.500	8.390



### 4.5.3. 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 instalará un juego de transformadores de intensidad, con un transformador por fase en cada posición de línea y en cada posición de trafo.

#### POSICIÓN DE LÍNEA





Tensión de servicio
Tensión más elevada para el material
Relación de transformación
Secundario 1
Potencia nominal20 VA
Clase de precisión
Secundario 2
Potencia nominal50 VA
Clase de precisión
Secundario 3
Potencia nominal50 VA
Clase de precisión
Secundario 4
Potencia nominal50 VA
Clase de precisión
Secundario 5
Potencia nominal50 VA
Clase de precisión
Sobreintensidad en permanencia
Intensidad límite térmica (1 segundo)80·In (min 25 kA)
Intensidad límite dinámica
Niveles de aislamiento:
Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min)
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 μs)1.050 kV
POSICIÓN DE TRAFO
Servicio





№ de unidades3
Tensión de servicio
Tensión más elevada para el material245 kV
Relación de transformación
Secundario 1
Potencia nominal
Clase de precisión
Secundario 2
Potencia nominal50 VA
Clase de precisiónCl 0,5
Secundario 3
Potencia nominal50 VA
Clase de precisión
Secundario 4
Potencia nominal50 VA
Clase de precisión
Sobreintensidad en permanencia
Intensidad límite térmica (1 segundo)
Intensidad límite dinámica
Niveles de aislamiento:
Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min)460 kV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 μs)1.050 kV
4 5 4 Transformadores de tensión

### 4.5.4. <u>Transformadores de tensión</u>

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 instalará un juego de transformadores de tensión, con un transformador por fase en la posición de barra y en la posición de línea.

Características generales:

# POSICIÓN DE LÍNEA:

Servicio
№ de unidades3
Tensión de servicio
Tensión más elevada para el material
Relación de transformación220.000/ $\sqrt{3}$ :110/ $\sqrt{3}$ -110/ $\sqrt{3}$ -110/ $\sqrt{3}$ V
Secundario 1
Potencia nominal20 VA
Clase de precisión
Secundario 2
Potencia nominal75 VA
Clase de precisión
Secundario 3
Potencia nominal75 VA
Clase de precisión
Factor de tensión 8 horas
Sobretensión en permanencia
Niveles de aislamiento:
Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min)460 kV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 μs)
POSICIÓN DE BARRA:
ServicioIntemperie
№ de unidades 3









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/ $\sqrt{3}$  V

Secundario 1

Potencia nominal 100 VA

Clase de precisión Cl 0,2

Secundario 2

Potencia nominal 50 VA

Clase de precisión 3P

Secundario 3

Potencia nominal 30 VA

Clase de precisión Cl 0,5

Factor de tensión 8 horas 1,5·Un

Sobretensión en permanencia 1,2·Un

Niveles de aislamiento:

Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min) 460 kV

Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 μs) 1.050 kV

#### 4.5.5. Transformadores de potencia

A continuación se describen las principales características de los transformadores de potencia a instalar objeto de esta memoria.

Potencia nominal TR1 .......60/65 MVA ONAN / ONAF

Potencia nominal TR2 .......30/35 MVA ONAN / ONAF

Potencia nominal TR3 ......60/65 MVA ONAN / ONAF

Tipo...... Trifásico en baño de aceite mineral

Tensión primaria en vacío .......220.000 V

Regulación lado AT......En carga, automático motorizado 21 tomas  $\pm 10x1\%$ 

Página | 48

P.50-245







Tensión secundaria en vacío	30.000 V
Servicio	Continuo
Instalación	Intemperie
Grupo de conexión	YNd11
Tensión de cortocircuito	12,5 %
Frecuencia	50 Hz
Temperatura ambiente (Máx / mín)	40°C/-25°C
Altitud	< 1.000 m.s.n.m.
Características generales:	

Los transformadores 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, laminadas en frío, de grano orientado. Todas las uniones se realizarán a 45º solapadas.
- Circuito magnético puesto a tierra mediante conexiones de cobre, a través de la cuba.

Los transformadores incorporarán al menos los siguientes accesorios:

- Depósito de expansión de transformador
- Depósito de expansión de cambiador de tomas
- Desecadores de aire
- Válvula de sobrepresión



P.51-245





- 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

#### 4.5.6. Conexión entre aparatos

Para las conexiones entre aparatos en el parque intemperie se empleará un conductor Aleación de aluminio desnudo ASTER 1144, que posee las siguientes características:

Designación	ASTER 1144
Sección	1144 mm²
Diámetro	44 mm
Resistencia	0,0293 Ohm/km
Peso	3348 kg/km
Intensidad de cortocircuito	106 kA
Norma	EN 50182; IEC61089
La configuración seleccionada será la siguiente:	

P.53-245





#### SIMPLEX

Las conexiones 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.

# 4.6. Sistema media tensión

El sistema de 30 kV de la subestación está constituido por los siguientes elementos:

- Cabinas blindadas aisladas en gas SF<sub>6</sub>.
- Botellas terminales de cable aislado de intemperie (salida del transformador).
- Conector terminal tipo pasacable aislado 18/30 kV de interconexión entre celdas y el transformador de potencia y el transformador de servicios auxiliares.
- Conectores de entrada a las celdas de 30 kV.
- Transformador de servicios auxiliares.
- Aparamenta intemperie de salida de los transformadores lado 30 kV instalada sobre soportes metálicos en el parque intemperie.
  - Pararrayos autoválvulas.
  - Aisladores soporte.
  - Seccionador tripolar.
  - o Embarrado y racores de conexión.
- Reactancia de puesta a tierra.

#### 4.6.1. 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 en atmósfera de gas SF<sub>6</sub>.

El sistema de celdas de 30 kV objeto de esta memoria se compone de:

- Tres (3) celdas de protección de transformador de potencia.
- Tres (3) posiciones de medida de barras integrada en las celdas anteriores.







- Ocho (8) celdas de protección de línea, para la conexión de las líneas procedentes de la planta fotovoltaica.
- Una (1) celda de protección de transformador de servicios auxiliares.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Las características principales de estos equipos son:

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

Intensidad nominal del embarrado......630 A

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 este pueda accionarse a su vez en determinadas posiciones definidas del seccionador.

#### POSICIÓN DE TRANSFORMADOR LADO 30 kV

La conexión del transformador de potencia a su embarrado de 30 kV, se realiza mediante celda constituida por los siguientes elementos:

- 1 interruptor de potencia de corte en SF<sub>6</sub>.
- 1 seccionador tripolar de tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.





- 3 transformadores de intensidad de fase de triple secundario.
- 1 detector trifásico de presencia de tensión.
- Densímetro (manómetro compensado) montado en cada compartimiento estanco de la cabina.

Las características nominales de la aparamenta de maniobra y poder de corte del interruptor

son:
Intensidad nominal de barras
Intensidad nominal en derivaciones630 A
Intensidad de cortocircuito de corta duración (3 seg.)25 kA
Intensidad de cortocircuito, valor cresta
Las características de los transformadores de intensidad de fases para medida y protección son:
Frecuencia
Intensidad térmica de corta duración25 kA
Intensidad nominal dinámica2,5 lth
Intensidad nominal térmica permanente
Relación de transformación
Secundario 1
Potencia nominal10 VA
Clase de precisiónCl 0,2s
Secundario 2

Potencia nominal	20 VA

# 

#### Secundario 3

Potencia nominal20	VA
Clase de precisión	P20







#### POSICIONES DE LÍNEA DE 30 kV

Cada posición de línea alimenta circuitos de media tensión en 30 kV procedente de las plantas solares fotovoltaicas

Cada una de ellas está integrada por los siguientes elementos:

- 1 interruptor automático de corte en SF<sub>6</sub>.
- 1 seccionador tripolar de tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.
- 3 transformadores de intensidad de doble secundario.
- 1 detector trifásico de presencia de tensión.
- Densímetro (manómetro compensado) montado en cada compartimiento estanco de la cabina.

Las características nominales de la aparamenta de maniobra y poder de corte del interruptor son:

Intensidad nominal de barras630	) A
Intensidad nominal en derivaciones	) A
Intensidad de cortocircuito de corta duración (3 seg.)25 k	kΑ
Intensidad de cortocircuito, valor cresta	kΑ
Las características de los transformadores de intensidad de fase son:	
Frecuencia	Hz
Intensidad de cortocircuito de corta duración (3 seg.)25 l	kA
Intensidad de cortocircuito, valor cresta	kΑ
Intensidad nominal térmica permanente	In
Relación de transformación	A
Secundario 1	

Potencia nominal......10 VA

Clase de precisión.......Cl 0,2s







#### Secundario 2

Potencia nominal	.20 VA
Clase de precisión	5P20

### POSICIÓN DE MEDIDA DE TENSIÓN DE BARRAS 30 kV

La posición de medida de tensión en barras está integrada por los siguientes elementos:

 3 transformadores de tensión aislados en resina, conectados directamente a las barras de 30 kV, con las siguientes características:

burras de 30 kV, con las signientes curacteristicas.
Tensión nominal
Relación de transformación
Secundario 1
Potencia nominal15 VA
Clase de precisión
Secundario 2
Potencia nominal15 VA
Clase de precisión
Secundario 3
Potencia nominal10 VA
Clase de precisión
Frecuencia

#### POSICIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES

La posición de servicios auxiliares conecta el embarrado de 30 kV con el transformador de servicios auxiliares instalado en el exterior del edificio.

Está integrada por los siguientes elementos:







- 1 seccionador tripolar de tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra con capacidad de corte en carga.
- 1 interruptor-seccionador con fusible de 10 A.
- 1 detector trifásico de presencia de tensión.

Las características nominales de la aparamenta de maniobra y poder de corte del interruptor son:

Intensidad nominal de barras	630 A
Intensidad nominal en derivaciones	200 A
Intensidad de cortocircuito de corta duración (3 seg.)	25 kA
Intensidad de cortocircuito, valor cresta	63 kA

### 4.6.2. Transformador de servicios auxiliares

Para dar suministro de electricidad en baja tensión a los diferentes consumos de la subestación se requiere la instalación de un transformador de servicios auxiliares.

Las características principales de este transformador serán las siguientes:

TipoSeco encapsulado
№
Potencia AN
Clase térmicaF
Clase de comportamiento al fuego
Clase climáticaC2
Clase medioambiental E2
Temperatura permanente máxima del punto más caliente155 ºC
Tensión de devanado primario30.000 V
Regulación lado MT:
TipoEn vacío

Posiciones de regulación ...... ±2,5 ±5 %





Número de posiciones5
Tensión secundaria400 V
Servicio
Instalación
Grupo de conexión
Tensión de cortocircuito
Frecuencia
Temperatura ambiente (máx. / mín.)
Altitud
Niveles de aislamiento en lado 30 kV
Con onda de choque 1,2/50 μs
Con 50 Hz - 1 min
Niveles de aislamiento en lado 400 V a 50 Hz – 1 min
Construido según normas

#### 4.6.3. 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 80 kVA (± 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.

#### 4.6.4. Reactancia de puesta a tierra

Se instalará una reactancia trifásica de puesta a tierra para el sistema de 30 kV para una corriente de defecto de 1.000 A, con las características indicadas a continuación:

Tipo.....en baño de aceite mineral









· ·
Tensión nominal
Intensidad de defecto
Duración10 seg
Impedancia51,96 ohm
Grupo de conexiónZn0
Frecuencia Nominal50 Hz
Temperatura ambiente (máx. / mín.)40°C / -25°C
Transformadores de intensidad tipo BUSHING
Cantidad4 (3 fases + 1 neutro)
Relación
Potencia y clase de precisión
Niveles de aislamiento de los arrollamientos con onda de choque 1,2/50 $\mu s$
Primario (fases)
Niveles de aislamiento arrollamientos con 50 Hz 1 min.
Primario (fases)70 kV

# 4.6.5. Aparellaje 30 kV intemperie

Sobre el soporte metálico de salida de cables del transformador de potencia por el lado de 30 kV se instalarán los elementos descritos a continuación:

#### PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS

En el secundario del transformador de potencia, se instalará un juego de pararrayos autoválvulas de óxidos metálicos para atenuar las sobretensiones de origen atmosférico.

Las características de los pararrayos a instalar son las siguientes:







Tensión nominal pararrayos	36 kV
Intensidad nominal de descarga	10 ዞለ
intensidad normial de descarga	10 KA
Clase de descarga según CEI 99-4	Clase 2

#### **AISLADORES SOPORTE**

Se instalarán tres aisladores C4-170 montados sobre la estructura metálica con la función de soportar los tubos o pletinas de cobre del embarrado de salida de los transformadores por el lado de 30 kV.

#### SECCIONADOR 30 kV

Se instalará un seccionador tripolar para la conexión de la reactancia de puesta a tierra con la salida del transformador. Las características del seccionador a instalar son las siguientes:

Número de unidades	1
Instalación Int	emperie
Número de fases	3
Frecuencia nominal	50 Hz
Tensión nominal	30 kV
Tensión más elevada	36 kV
Intensidad nominal	300 A
Intensidad de cortocircuito de corta duración (3 seg.)	25 kA

# 4.6.6. Embarrado de salida transformador 30 kV

Para adaptar la salida del transformador en 30 kV a cable aislado de entrada a las celdas, se dispone de un embarrado rígido, apoyado sobre aisladores soporte. Se trata de tubo de cobre hueco montado en intemperie. Las características principales son:

Tipo de embarrado......Tubo hueco









Material	Cu
Sección	1.492 mm²
Diámetro exterior/diámetro interior	100/90 mm.
Intensidad máxima admisible	2640 A.

Este embarrado se conectará con los diferentes elementos y bornas del transformador de potencia mediante racores de conexión adecuados a los elementos a conectar, al nivel de tensión de 30 kV y a las intensidades circulantes.

# 4.6.7. <u>Cables aislados de interconexión entre celdas SF6 y transformador de</u> potencia

La interconexión de las celdas de transformador aisladas en  $SF_6$  y el lado de 30 kV del transformador de potencia del parque, se realiza mediante tres (3) ternas de cable aislado de polietileno reticulado RHZ1 18/30 kV de 630 mm² de cobre para los transformadores 1 y 3, y mediante dos (2) ternas de cable aislado de polietileno reticulado RHZ1 18/30 kV de 630 mm² de cobre instalado al aire dentro de canal.

# 4.6.8. <u>Cables aislados de interconexión celda con transformador de servicios</u> auxiliares

Para la interconexión entre la celda y el transformador de servicios auxiliares se tenderá una terna de cable aislado de polietileno reticulado RHZ1 18/30 kV de 95 mm² de sección de aluminio instalado al aire dentro de canal, con las características siguientes:

# 4.7. Sistemas auxiliares

#### 4.7.1. Clasificación de la instalación

El uso destinado a la instalación se enmarca dentro de la categoría de explotación industrial, sin poseer ningún local con tipo de riesgo especial (local húmedo, mojado, polvoriento, incendio o explosión,...)







#### 4.7.2. Corriente alterna

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

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

- Alumbrado interior formado principalmente por luminarias fluorescentes.
- Alumbrado exterior del parque constituido por parejas de proyectores de bajo consumo 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 cambiador de tomas del 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, donde se alojarán los interruptores automáticos de las diversas salidas para servicios auxiliares de la subestación.

El cuadro general estará alimentado desde las fuentes independientes y no simultáneas arriba indicadas, estando alimentado desde la fuente principal, con las barras acopladas. En caso de ausencia de tensión un autómata programable conmutará a otra acometida viable.

El embarrado del cuadro general estará constituido por 3 barras de fase más 1 barra de neutro. Por facilidad de mantenimiento, tendrá una configuración de barra partida estando las barras 1 y las barras 2 enlazadas por medio de un interruptor motorizado.



P.64-245





#### 4.7.3. Corriente continua

La tensión de alimentación de 125 Vcc, será obtenida de un conjunto de dos baterías de 160 Ah con rectificador instaladas en el edificio 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 motores de tensado de muelles de interruptores.
- Alimentación de equipos de protección.
- Alimentación de equipos de mando.
- Alimentación 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, tendrá dos barras independientes, desde las que se distribuirán los servicios de control y fuerza, el cual irá ubicado en la sala de servicios auxiliares del edificio.

También se instalará, en dicha sala, un cuadro de corriente continua 48 Vcc, con dos convertidores 125/48 Vcc, alimentados desde el cuadro de 125 Vcc. De este cuadro, partirán todas las alimentaciones a los equipos de comunicaciones.

#### 4.7.4. Cuadros de servicios auxiliares

Los cuadros de distribución de servicios auxiliares, tanto de c.c. como de c.a. serán metálicos y bastidor pivotante, en los que se encuentran alojados los interruptores magnetotérmicos que alimentarán a los diferentes circuitos auxiliares de la instalación, interruptores de reserva, medidores de tensión e intensidad y relés de supervisión de tensión.

#### 4.7.5. Canalizaciones eléctricas empleadas

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

P.65-245





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 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.

#### 4.7.6. Instalación de alumbrado interior

En la instalación de alumbrado interior se distinguirán zonas diferentes en función de su uso y equitación; en cualquiera de los casos el nivel de iluminación deberá ser suficiente, cumpliendo con los requisitos marcados por reglamento y/o por las necesidades de la PROPIEDAD.

#### 4.7.7. Alumbrado exterior

Estará constituido por:

- Alumbrado de trabajo, estará formado por proyectores de 250 W de lámparas de vapor de sodio de alta presión, distribuidos estratégicamente.
- Alumbrado perimetral SET, formado por proyectores de vapor de sodio.

#### 4.7.8. Alumbrado de emergencia

Se dispondrán 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.

Deberán poseer una autonomía mínima de 1 h, y su encendido será automático cuando la tensión descienda del 70 % del valor nominal.

#### 4.7.9. Tomas de corriente

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.

#### 4.7.10. Fuerza

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

La alimentación se realizará desde los servicios auxiliares de corriente alterna por medio de circuitos protegidos con interruptores magnetotérmicos y relé diferencial.

### 4.7.11. Ventilación y aire acondicionado

La instalación de aire acondicionado y ventilación se ha previsto con los siguientes criterios:

En la sala de control, sala de protección y medida, sala de servicios auxiliares y celdas de MT un sistema de aire acondicionado. Se incluirá un automatismo de control y alarma de los grupos refrigeradores.

#### 4.7.12. Sistemas de protección (incendios e intrusos)

La subestación estará dotada de un sistema de detección de incendios a base de detectores termo-velocimétricos y ópticos, y de un sistema de alarmas mediante pulsadores manuales 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.

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.

La extinción de incendios se realizará manualmente con extintores de 5 kg de capacidad de CO2 y 6 Kg. de polvo polivalente situados en el interior del edificio.

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.

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 realizará también la preinstalación para un sistema de vigilancia perimetral de la subestación y 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.

En el parque de intemperie, ubicado en las cercanías de los transformadores de potencia, se instalará junto a ellos un extintor móvil de 25 kg de polvo polivalente.

# 4.8. <u>Control y protección</u>

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.

Página | 65

P.67-245





- 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.

#### 4.8.1. Funciones de protección

Para cada una de las posiciones que componen la instalación, se enumeran a continuación las funciones de protección requeridas:

#### **TRANSFORMADOR**

- Protecciones de máquina
  - o Relé de disparos con bloqueo (86)
  - Protección diferencial de transformador (87T)
  - o Buchholz (63B)
  - o Buchholz cambiador de tomas (63BJ)
  - o Liberador de presión (63L)
  - o Temperatura (26)





P.68-245







- o Imagen térmica (49)
- Lado 220 kV
  - o Protección de sobreintensidad de fases y neutro (50-50N, 51-51N)
  - o Protección de máxima y mínima tensión (59/27)
  - o Protección de máxima y mínima frecuencia (81M/81m)
  - Vigilancia de circuitos de disparo (3)
  - o Protección direccional de potencia (32F).
  - o Regulador de cambiador de tomas en lado de 220 kV (90/70)
- Lado 30 kV
  - o Protección de sobreintensidad de fases y neutro (50-50N, 51-51N)
  - o Protección de máxima tensión homopolar (64).
  - Vigilancia de circuitos de disparo (3)

#### LÍNEA 220 kV

- Protección de distancia con teleprotección (21 + 85).
- Protección diferencial de línea (87L).
- Teledisparo (94TD)
- Protección de sobreintensidad direccional de neutro (67N).
- Relé verificación de sincronismo (25)
- Reenganchador automático (79).
- Protección contra fallo interruptor (50s+62)
- Vigilancia de circuitos de disparo (3).

#### LÍNEAS DE 30 kV

- Protección de sobreintensidad de fases y neutro (50-50N, 51-51N).
- Reenganchador automático (79).
- Vigilancia de circuitos de disparo (3).

#### TRANSFORMADOR DE SS.AA. LADO DE 30 kV







- Protección de sobreintensidad de fases y neutro (50-50N, 51-51N).
- Temperatura (26)
- Vigilancia de circuitos de disparo (3).

#### REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA DE 30 kV

• Protección de sobreintensidad de fases y neutro (50-50N, 51-51N).

#### BARRAS DE 30 kV

• Protección de sobretensión homopolar (59N).

#### 4.8.2. Medida de energía

La medida de energía se ha diseñado de acuerdo con el Reglamento unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico, aprobado por el Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Para realizar la medida de la energía generada en cada una de las plantas fotovoltaicas se instalará un equipo de medida del tipo 1 en cada embarrado, de tal forma que permita la medición de energía independiente.

Adicionalmente, se considera la instalación de un equipo totalizador correspondiente a un punto de medida del tipo 1 para la posición de transformador lado AT.

Este punto de medida permitirá asimismo calcula las pérdidas del transformador, o el consumo del transformador de servicios auxiliares, para ser deducido de la potencia generada por cada uno de los parques.

El punto de medida tipo 1 consta de los siguientes sistemas:

Sistema de medida principal:

- Contador de energías activa y reactiva, a cuatro hilos con clases de precisión mejores o iguales a 0,2s y 0,5 para activa y reactiva respectivamente.
- Registrador.
- Módem.

Sistema de medida redundante:







- Contador de energías activa y reactiva, a cuatro hilos con clases de precisión mejores
   o iguales a 0,2s y 0,5 para activa y reactiva respectivamente.
- Registrador.
- Módem.

#### Características de los Equipos de Medida:

- El registro de energía activa y reactiva será realizado en todos los sentidos y cuadrantes, respectivamente, en que sea posible la circulación de energía.
- Dispondrán de dispositivos de comunicación para la lectura remota todos los equipos de medida.
- Para permitir la lectura local y la parametrización de los equipos en modo local, dispondrán de al menos un canal de comunicaciones apropiado, ya sea a través de un puerto serie RS-232 o un optoacoplador.
- Los equipos de medida deberán disponer de al menos un integrador totalizador o elemento visualizador de la energía circulada que garantice su lectura tras ausencia de tensión de red, incluso cuando la opción horaria o por períodos sea la elegida, durante un tiempo no inferior a seis meses para todos los puntos de medida.
- El control de la potencia se efectuará mediante maxímetros. Se requerirán seis maxímetros en todos estos puntos, con un periodo de integración de 15 minutos.
- Se instalarán registradores con carácter general, los cuales podrán estar integrados en un contador combinado o constituir un dispositivo independiente de los contadores. Cada registrador podrá almacenar información de uno o más equipos de medida, con las condiciones que establezcan las instrucciones técnicas complementarias.
- El registrador de puntos de medida deberá tener capacidad para parametrizar periodos de integración de hasta 5 minutos, así como para registrar y almacenar los parámetros requeridos para el cálculo de las tarifas de acceso o suministro (energías activa y reactiva y valores de potencia), con la periodicidad y agregación que exija la normativa tarifaria correspondiente. Cuando ésta no requiera un periodo de integración menor, el registro de energía activa será horario.



P.72-245





 La clase de precisión de los transformadores de medida y los contadores de energía activa y reactiva que deberán cumplir los equipos de medida se resume en el siguiente cuadro:

	Transformadores		Contadores	
Tipo de punto	Tensión	Intensidad	Activa	Reactiva
1	0,2	0,2 S	≤0,2 S	<b>≤</b> 0,5

Tabla 3: Clase de precisión de los transformadores de medida.

#### 4.8.3. 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.

El sistema de control local de la subestación se comunicará con las unidades de protección y control de las posiciones de AT. Dicho sistema, ubicado en la Sala de Control de promotor, dispondrá del software de interfaz de usuario necesario para su utilización eventual desde la propia subestación, ya sea para funciones de control local en la propia subestación o para control remoto en las instalaciones dependientes de él.

#### 4.8.4. Equipos 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.) entre la nueva subestación y la subestación existente.

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 antirroedores, 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.

P.73-245





# 4.9. Red de tierras

# 4.9.1. Inferiores

El sistema de tierras se diseñará de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, ITC–RAT 13 y la IEEE 80.

Con el fin de conseguir niveles admisibles de las tensiones de paso y contacto, la Subestación estará dotada de una malla de tierras inferiores formada por cable de cobre de 95 mm2 de sección, enterrada en el terreno a 60 cm de profundidad, que se extienden por todas las zonas ocupadas por las instalaciones, incluidas cimentaciones, edificios y cerramiento.

Dando cumplimiento a la Instrucción Técnica Complementaria del ITC RAT, 13, punto 6.1, se han conectado a las tierras de protección todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pudieran estarlo como consecuencia de averías, sobretensiones por descargas atmosféricas o tensiones inductivas. Por este motivo, se han unido a la malla: la estructura metálica, bases de aparamenta, cerramientos, neutros de transformadores de medida, etc.

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

La malla de tierra a tender quedará dimensionada, considerando la intensidad de falta máxima que se ha definido en las hipótesis de diseño.

En el anexo 3, cálculo de red de puesta a tierra, se han reflejado los datos y cálculos de la malla a instalar, comprobando los valores que fija el ITC RAT 13, y tomando como método de cálculo la norma ANSI-Std 80-2000.

### 4.9.2. Superiores

Con el objeto de proteger los equipos de la subestación de descargas atmosféricas directas, se colocarán pararrayos en los apoyos del pórtico. Además se colocará un pararrayos activo en el tejado del edificio, con el fin de proteger también la zona de influencia cercana al mismo. Si fuera necesario se instalarían torres independientes con puntas Franklin, en aquellas zonas que interesasen.





Los pararrayos se unirán a la malla de tierra mediante cable de cobre desnudo de 95 mm2.

# 4.9.3. Puesta a tierra de AT

El neutro del devanado de 220 kV de los transformadores de potencia se pondrá rígidamente a tierra.

# 4.10. Obra civil

# 4.10.1. Parque intemperie

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

## 4.10.2. Acopio de materiales

Se acondicionará la zona adyacente a la subestación, de uso agrícola, como zona de acopio de materiales, zona de vertido y parque de maquinaria.

### 4.10.3. Desbroce

Desbroce de la capa vegetal y retirada a vertedero de la capa superficial del terreno, hasta alcanzar una profundidad aproximada de 50 cm en toda la superficie donde se va a instalar la subestación.

## 4.10.4. Explanación y nivelación del terreno

Se procederá a la explanación, desmonte, relleno y nivelación del terreno, aproximadamente unos 15 cm por debajo de la cota definitiva de la instalación.

# 4.10.5. 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.









# 4.10.6. Red de tierras

La red de tierras general de la instalación estará compuesta por conductor desnudo de Cu de 95 mm2.

Los conductores estarán embebidos en 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.

Se preverán tomas de tierra para todos los bastidores y demás elementos metálicos de la subestación, así como las tomas de tierra para unión con el mallazo del edificio de control.

## 4.10.7. Cimentaciones de aparatos

Los materiales a utilizar en las cimentaciones correspondientes, son:

Hormigón: HM-20.

Acero: B 500 S (para el caso de cercos de atado).

# 4.10.8. Bancada de transformadores y depósito de aceite

Se dispondrá de una bancada de hormigón armado para el transformador de potencia. Esta bancada abarcará la totalidad de la superficie del transformador y se diseñará para soportar el peso de la máquina, para recoger eventualmente el aceite de posibles fugas y para conducirlo hasta el depósito de recogida de aceite.

La bancada estará recubierta por baldosas de entramado metálico con bolos de piedra encima, con las que se obtendrá una función de apagafuegos ante la posible pérdida de aceite en combustión.

La bancada dispondrá de unos carriles de acero embebidos en vigas armadas donde se apoyarán directamente cada uno de los transformadores.

El depósito de recogida de aceite estará diseñado para alojar todo el aceite del transformador más una reserva del 50% por seguridad. Así se cumple con la protección del medio ambiente y se evita el vertido por el terreno.

Así mismo y ante la posibilidad de un rebose de agua de lluvia, el depósito estará provisto de drenaje por medio de un sifón. A la salida del mismo, y antes de conectar con la red general de





pluviales, se dispondrá una trampa de aceites y grasas para retener las posibles impurezas del agua evacuado.

La bancada del transformador conducirá el aceite derramado hasta el depósito de aceite a través de tubo de acero inoxidable.

# 4.10.9. Canalizaciones eléctricas

Para la recogida de los cables de alimentación y señales de los diferentes equipos y aparamenta de la subestación, y conducción de los mismos a edificio, se instalarán canalizaciones de cables.

Las canalizaciones para conducción de cables a instalar serán las siguientes:

Prefabricadas, o canalizaciones principales, constituidas por un canal prefabricado con tapas de hormigón accesibles desde la superficie, ejecutadas según plano dotando al trazado de la canalización de una salida de aguas y de una pendiente aproximada del 2% para la evacuación de aguas procedentes de lluvias.

Tubos, o canalizaciones secundarias, realizadas con tubo de PVC o PEAD de diámetros adecuados o acero inoxidable DN63 para la recogida de cables de los equipos y conexión con las canalizaciones principales.

# 4.10.10. <u>Terminación superficial</u>

El parque intemperie se remata con dos tipos de acabados:

- Capa de grava superficial de 10 cm en el recinto interior salvo viales y aceras.
- Pavimentado de vial de acceso y acera perimetral del edificio de control.

## 4.10.11. Cerramiento perimetral

Se realizará un vallado perimetral a la subestación con un muro de hormigón de 30 cm de altura, apoyado sobre una zapata corrida de hormigón en masa. Sobre dicho muro de hormigón se colocará una malla electrosoldada apoyada en bastidores tubulares con tratamiento mediante galvanizado en caliente y acabado final por pintura, que irán embebidos en la zapata corrida.

La altura total del cierre será de 2,5 m desde el nivel del terreno. Se colocarán señales de advertencia de riesgo eléctrico cada 10 m.





Para el acceso a la subestación, se ha previsto una puerta metálica de ancho mínimo de 5 m para el paso de vehículos.

## 4.10.12. Edificio

El edificio podrá ser prefabricado o de ejecución in situ, ajustándose en cualquier manera a las características expuestas a continuación.

El edificio, constituido por una sola planta, tendrá la siguiente distribución interior:

- (1) Sala de celdas de Media Tensión.
- (1) Sala de armarios de control.
- (1) Sala de servicios auxiliares.
- (1) Sala de reserva.

La sala de celdas de media tensión estará dedicada a albergar las celdas de media tensión procedentes de las plantas de producción de energía. A estas salas se accederá desde el exterior del edificio y por dentro del edificio a través de la sala de armarios control.

La sala de armarios de control estará dedicada a albergar los cuadros de control-protección, así como los sistemas informáticos y resto de equipos necesarios para la explotación y control de la subestación. El acceso se realizará desde el exterior del edificio y por dentro del edificio a través de la sala de celdas de media tensión y de la sala de servicios auxiliares.

La sala de trafo de servicios auxiliares estará destinada a albergar el transformador de servicios auxiliares. A esta sala se accederá únicamente desde el exterior del edificio.

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.

El edificio posee unas dimensiones totales de 18,61 m de largo por 4,50 m de ancho. La superficie total construida es aproximadamente de 83,74 m² y la altura del alero al suelo es aproximadamente de 4,25 m.

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 edifico será con aquel material que mejor se integre con el entorno, para minimizar, en la medida de lo posible, el impacto visual.







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 media tensión y control.

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).

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

El edificio irá bordeado por una acera de 1,5 m de anchura y acabado igual que la fachada del edificio.

#### 4.10.12.1. Cimentación del edificio

La cimentación del edificio se efectuará mediante zapatas con la configuración de zapata corrida y con pasamuros previstos para el paso de cables e instalaciones al edificio.

#### 4.10.12.2. Estructura

La estructura estará constituida por pilares y vigas de hormigón armado de construcción in situ.

El sistema utilizado en los forjados será de bovedilla unidireccional de hormigón o placa alveolar.

El cálculo de la estructura portante se realizará de acuerdo con la normativa CTE, actualmente vigente y con los valores característicos dados por las normas del CTE que sean de aplicación en las acciones de la edificación.

Tanto en forjados como en las vigas y pilares de los pórticos, se tendrán en cuenta la norma CTE, actualmente vigente.



P.79-245





#### 4.10.12.2.1. Cubierta

Las cubiertas estará formada por tabique palomero, sobre el que se colocará rasillón, una capa de compresión de 5 cm. aislamiento con poliestireno proyectado y con un recubrimiento de teja curva árabe.

#### 4.10.12.2.2. Cerramiento

El cerramiento vertical estará compuesto por un enlucido de yeso con pintura plástica con ladrillo hueco doble colocado a tabicón, permitiendo una capa de aislante de 5 cm. de espesor, una cámara intermedia de 7 cm. ventilada y cerrando la sección con ladrillo de termoarcilla de 14 cm. de espesor. Se completará el cerramiento exterior con un revestimiento de piedra irregular de colores acordes con la zona en la que se construya el edificio de manera que quede integrado visualmente en el paisaje.

#### 4.10.12.2.3. Revestimientos

Los revestimientos para los interiores serán enyesados para la sala de control y sala de celdas y de baldosa cerámica en el aseo, ducha y vestuario.

# 4.10.12.2.4. Pavimentos

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

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

## 4.10.12.2.5. Evacuación

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.

#### 4.10.12.2.6. Canalizaciones de cables

Se instalarán tubos de PVC de 160-200 mm de diámetro en el edificio para conexión entre aparatos de campo y cuadros de mando, medida, protección, control y comunicaciones instalados en el interior del edificio. Por el interior de las salas se dispondrá de falso suelo para el paso de cables.

Se prevé la instalación de para el paso de cables entre las salas.

#### 4.10.12.2.7. Instalaciones interiores

El edificio se completará con las siguientes instalaciones:

- Instalación de alumbrado interior normal y emergencia.
- Instalación de tomas de corriente.
- Instalación de climatización de las salas.
- Sistema de extinción de incendios e intrusismo.

# 4.10.12.2.8. Cimentaciones

A efectos de cimentación podremos clasificar los elementos constructivos que conforman la subestación en dos grupos:

- Edificios
- Elementos de intemperie

Dentro de los elementos de intemperie tendremos:

- Cimentación de transformador de potencia.
- Cimentación del grupo electrógeno.
- Cimentación de la reactancia de puesta a tierra
- Cimentación de pórticos de línea
- Cimentaciones soporte de pararrayos autoválvulas 220 kV



P.80-245





- Cimentaciones soporte de transformadores de intensidad 220 kV
- Cimentaciones soporte de transformadores de tensión 220 kV
- Cimentaciones soporte de seccionadores
- Cimentación soporte de pórtico de barras

Las cimentaciones de estos elementos se considerarán zapatas aisladas y tendrán unas dimensiones y características definidas según los siguientes criterios:

- La superficie de apoyo deberá ser completamente horizontal y a la cota correspondiente.
- Se ejecutará una primera capa de hormigón de limpieza de diez centímetros (no resistente) con el fin de conseguir la separación correcta entre armaduras y terreno.
- Hormigonado de primera fase: Hormigón armado o en masa, según necesidad, encofrando hasta la cota de explanación.

Los soportes metálicos de los distintos aparatos se atornillarán con los pernos de anclaje embebidos y se dejarán instalados los tubos previstos para el paso de cables eléctricos y del cable de p. a t., en esta primera fase.

 Hormigonado de segunda fase: Hormigón en masa, encofrando hasta la cota de coronación

La cimentación del edificio se efectuará mediante zapatas individuales tipo cáliz arriostradas entre si y solera de hormigón armado.

## 4.10.12.2.9. Red de drenaje

La red de drenaje de la subestación se diseñará con una pendiente del 0,5-1% y se calculará en función de la intensidad de la lluvia en la zona.

Se instalará una conducción subterránea de zanjas dren con tubo drenante y manta geotextil, a modo de árbol, que conducirán el agua hacia el exterior de la subestación a través de un tubo colector que desaguará al exterior de la parcela. Dichas zanjas se rellenarán después con árido dren.







Se instalarán las correspondientes arquetas, canalizaciones, cunetas y pozos de recogida, los cuales deberán ser accesibles para un posible mantenimiento, constituyendo una completa red de evacuación del agua de lluvia.

Los desagües interiores del edificio se conectarán a la red de saneamiento existente en la zona. Y las aguas procedentes de las cubiertas se recogerán a través de sumideros, conectados mediante bajantes de cobre a desaguar en imbornales, y de éstos a la red de aguas pluviales.

El agua que pudiera entrar en los canales de cables del parque se eliminará a través de pequeños espacios situados en la base de los mismos, que evacuarán hacia un tubo dren, que también discurrirá bajo los canales de cables, y se enlazará con la red general.

Los viales de rodadura tendrán desniveles, con pendientes hacia las zonas perimetrales, para evitar la acumulación de agua en cualquier punto de los mismos.

# 4.11. Estructura metálica

Las estructuras metálicas y soportes de la aparamenta del parque se construirán con perfiles de acero de alma llena normalizados y tendrán acabado galvanizado en caliente como protección contra la corrosión.

El conjunto de estos soportes se diseñará de acuerdo con el vigente Código Técnico de la edificación, "CTE-DB-SE-A".

# 4.12. Normativa prevención de incendios

#### 4.12.1. Parque intemperie

En aplicación de las prescripciones de la ITC RAT 15.5 se utilizarán materiales que prevengan y eviten la aparición de fuego y su propagación a otros puntos de la instalación al exterior.

Los transformadores cuentan con dispositivos de protección que lo desconecta del resto de la red ante situaciones en las que se pudiera dar peligro de incendio como cortocircuitos, sobrecargas y otras causas que puedan suponer calentamientos excesivos.

La bancada de los transformadores estará recubiertas por una capa de cantos rodados que tienen una función de apaga fuegos.





# Progressum<sup>₩</sup>

# 4.12.2. Edificio

Se aplicarán las prescripciones de la ITC RAT 14.4 para prevención de incendios en el edificio de la SET. Asimismo será de aplicación las normas aplicables del CTE.

De acuerdo con ITC RAT 14 no es necesaria la instalación de un equipo de extinción automática.

Se situarán tres extintores de eficacia 21A 113B de CO2 de 5 kg, uno en cada sala, y un extintor de eficacia 377B de polvo de 25 kg en la sala de transformador de servicios auxiliares.

# 5. RESUMEN DE PRESUPUESTO

El presupuesto de ejecución material asciende a la cantidad de DOS MILLONES NOVECIENTOS DOS MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS (2.902.956,34 €).

# 6. PLAZO DE EJECUCIÓN

La ejecución de este proyecto se ha estimado en siete (7) meses, incluyendo todas las tareas y suministros necesarios.

Zaragoza, marzo de 2023

El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo.: Juan José Gázquez Gonzálvez

Col. 845

El Ingeniero de Caminos, C y P.

Fdo.: Guillermo Berbel Castillo

Col. 15.152



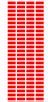




**DOCUMENTO II: ANEJOS** 









# **ÍNDICE DE CONTENIDO**

ANEJO I: CÁLCULO EMBARRADOS Y CONDUCTORES

ANEJO II: COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO

ANEJO III: RED DE PUESTA A TIERRA

ANEJO IV: DESMANTELAMIENTO







ANEXO I: CÁLCULO EMBARRADO, CONDUCTORES Y EQUIPOS







# **ÍNDICE DE CONTENIDO**

ANEXO I	: CÁLCULO EMBARRADO, CONDUCTORES Y EQUIPOS	. 1
1. CÁL	CULOS JUSTIFICATIVOS	. 3
1.1. Ir	ntensidades nominales	. 3
1.1.1.	Intensidad lado 220 kV	. 3
1.1.2.	Intensidad lado 30 kV	. 4
1.2. C	álculo de conductores	. 4
1.2.1.	Interconexión aparamenta intemperie 220 kV	. 4
1.2.1.1.	Intensidad máxima admisible	. 4
1.2.1.2.	Intensidad de cortocircuito máxima admisible	. 4
1.2.2.	Embarrados 220 KV	. 5
1.2.2.1.	Intensidad máxima admisible	. 5
1.2.2.2.	Intensidad de cortocircuito máxima admisible	. 5
1.2.3.	Interconexión aparamenta 30 kV	. 6
1.2.3.1.	Interconexión celdas 30 kV – transformador de potencia	. 6
1.2.3.2.	Interconexión celdas 30 kV – transformador de servicios auxiliares	. 7
1.2.4.	Embarrado transformador de potencia	. 8
2. CON	NCLUSIONES	. 9







# 1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

# 1.1. Intensidades nominales

# 1.1.1. Intensidad lado 220 kV

La intensidad primaria viene dada por la expresión:

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

Donde:

- S: potencia del transformador en kVA.
- Vp: tensión primaria en kV.
- Ip: intensidad primaria en A.

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es 220 kV y las potencias consideradas serán:

- 60 MVA Para el trafo Nº1 que corresponde a PSF Abedul IV New Energy.
- 30 MVA Para el trafo №2 que corresponde a PSF Abedul V New Energy.
- 60 MVA Para el trafo Nº3 que corresponde a PSF Abedul VI New Energy.

Para esta potencia, con el razonamiento descrito anteriormente, la intensidad máxima prevista será:

- 157,46 A Para el trafo №1 que corresponde a PSF Abedul IV New Energy.
- 78,73 A Para el trafo №2 que corresponde a PSF Abedul V New Energy.
- 157,46 A Para el trafo №3 que corresponde a PSF Abedul VI New Energy.
- Con un total de 393,65 A.

P.89-245





Progressum<sup>™</sup>

Con el mismo planteamiento que para el nivel de 220 kV, tendremos la siguiente intensidad máxima para el lado de 30 kV:

- 1154,7 A Para el trafo Nº1 que corresponde a PSF Abedul IV New Energy.
- 577,35 A Para el trafo №2 que corresponde a PSF Abedul V New Energy.
- 1154,7 A Para el trafo Nº3 que corresponde a PSF Abedul VI New Energy.

# 1.2. Cálculo de conductores

A continuación se incluyen los cálculos justificativos de los conductores utilizados, según los criterios siguientes:

- Intensidad máxima admisible.
- Intensidad de cortocircuito máxima admisible.

# 1.2.1. Interconexión aparamenta intemperie 220 kV

# 1.2.1.1. Intensidad máxima admisible

A efectos de homogeneización de conductores y piezas de conexión, se ha considerado un cable ASTER 1144, con una intensidad máxima admisible de 1.378,30 A, según los datos del fabricante.

Se ha considerado una configuración simplex, resultando válida al ser la intensidad máxima prevista, inferior a la admisible.

## 1.2.1.2. 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

P.90-245





- S: sección del conductor en mm²
- t: duración del cortocircuito en segundos

Para un conductor de aluminio, y una sección de 1143,51 mm², la intensidad máxima que puede circular por el ASTER durante 1 segundo es de:

$$Icc = 106 \text{ kA}$$

Se obtiene una intensidad de cortocircuito superior a 40 kA, corriente de diseño del sistema de 220 kV.

# 1.2.2. Embarrados 220 KV

#### 1.2.2.1. Intensidad máxima admisible

El conductor seleccionado para las barras principales de 220 kV es un tubo de Aluminio de 80 mm de diámetro exterior y 68 mm de diámetro interior (espesor de pared 12 mm).

La intensidad que puede transportar este conductor permitiendo un calentamiento máximo de 65ºC según los datos del fabricante es:

$$I_{\text{máx TUBO }80/70} = 2.020 \text{ A}$$

Siendo la capacidad del embarrado considerado superior a la intensidad máxima prevista, la solución resulta válida.

#### 1.2.2.2. 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, 94 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 1.394 mm² (correspondiente a un tubo de 80/68), la intensidad máxima que puede circular durante 1 segundo es de:







Se obtiene una intensidad de cortocircuito superior a 40 kA, corriente de diseño del sistema de 220 kV.

# 1.2.3. Interconexión aparamenta 30 kV

# 1.2.3.1. Interconexión celdas 30 kV – transformador de potencia

Para la interconexión entre el transformador de potencia en el lado 30 kV y la celda de protección de transformador correspondiente se ha proyectado tres ternas de cable aislado 18/30 kV tipo RHZ1 de 630 mm² de sección de cobre para los transformadores de 60 MVA y dos ternas de cable aislado 18/30 kV tipo RHZ1 de 630 mm² de sección de cobre.

# **INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE**

Para los transformadores de potencia de 60 MVA, a plena carga, la intensidad máxima circulante por el lado de 30 kV será de 1.154,7 A.

La intensidad máxima admisible para un conductor, según fabricante, será de 715 A. Considerando la utilización de 3 ternas y aplicando un factor de corrección global de 0,81, la intensidad máxima admisible de la configuración seleccionada será de 1.737,45 A.

Para los transformadores de potencia de 30 MVA, a plena carga, la intensidad máxima circulante por el lado de 30 kV será de 577,35 A.

La intensidad máxima admisible para un conductor, según fabricante, será de 715 A. Considerando la utilización de 2 ternas y aplicando un factor de corrección global de 0,81, la intensidad máxima admisible de la configuración seleccionada será de 1.158,3 A.

Siendo la capacidad del cable y configuración considerado superior a la intensidad máxima prevista, la solución resulta válida.

### **INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE**

La intensidad máxima que puede circular por los conductores se obtiene de la siguiente expresión:





$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}}$$
 (A)

Siendo:

- K = coeficiente dependiente del tipo de conductor, 94 para Aluminio y 143 para cobre
- S = sección del conductor en mm<sup>2</sup>
- T = duración del cortocircuito en segundos

Para un conductor de cobre y una sección de 630 mm², la intensidad máxima que puede circular por un cable durante 1 segundo es de:

$$I_{cc} = 90,1 \text{ kA}$$

Superior a 25 kA, corriente de diseño del sistema de 30 kV.

# 1.2.3.2. Interconexión celdas 30 kV – transformador de servicios auxiliares

La interconexión entre la celda de 30 kV y el transformador de servicios auxiliares de 100 kVA se realiza a través de una terna de cable aislado 18/30 kV, tipo RHZ1 (aislamiento en XLPE) de 95 mm² de sección de aluminio.

# **INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE**

Para el transformador de servicios auxiliares a plena carga, la intensidad máxima circulante por el lado de 30 kV será de 2 A.

La intensidad máxima admisible para el conductor elegido, según fabricante, será de 205 A. Considerando la utilización de una terna y aplicando un factor de corrección global de 0,9, la intensidad máxima admisible de la configuración seleccionada será de 184 A.

Siendo la capacidad del cable y configuración considerado superior a la intensidad máxima prevista, la solución resulta válida.

### INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE

La intensidad máxima que puede circular por los conductores se obtiene según la expresión enunciada en apartados anteriores.

Para un conductor de aluminio, y una sección de 1×95 mm², la intensidad máxima que puede circular por los cables durante 1 segundo es de:

$$I_{cc} = 8,98 \text{ kA}$$





El conductor y el transformador se encuentran protegidos por un fusible de Alto Poder de Ruptura, de 10 A de intensidad nominal.

Según las curvas de los fabricantes, para que el fusible actúe en un tiempo inferior a 1 segundo, la corriente debe ser superior a 45 A.

Por lo tanto, dado que el fusible actúa con una intensidad muy inferior a la admisible por el conductor, éste se encuentra protegido en cualquier situación.

# 1.2.4. Embarrado transformador de potencia

La conexión de la reactancia con los elementos de la subestación para su correcto funcionamiento se llevará a cabo a través de los siguientes cables o conductores:

- Tubo de Cu 100/90 mm: Conexión entre el seccionador de 30 kV y las barras de salida del trafo de potencia.
- Cable de Cu aislado de 120 mm² Ø 24 mm, para conexión con la reactancia de puesta a tierra.

# INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE TUBO CU 100/90

La intensidad máxima admisible en régimen permanente, para el tubo de cobre, instalado al aire, es:

$$I_{ADM} = 2.640 A$$

Por lo tanto, al ser la intensidad máxima admisible que puede circular por el tubo superior a la corriente máxima de la instalación, el conductor es válido según este criterio.

### INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE TUBO CU 100/90

La intensidad máxima que puede circular por los conductores se obtiene de la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}}$$
 (A)

Siendo:

K: coeficiente dependiente del tipo de conductor, 143 para cobre

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







T: duración del cortocircuito en segundos

Para un tubo de cobre, y una sección de 1.492 mm², la intensidad máxima que puede circular por el cable durante 1 segundo es de:

Icc = 211 kA

Superior a la corriente de diseño del sistema de 30 kV.

# 2. CONCLUSIONES

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

Zaragoza, marzo de 2023

El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo.: Juan José Gázquez Gonzálvez

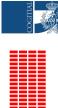
Col. 845

El Ingeniero de Caminos, C y P.

Fdo.: Guillermo Berbel Castillo

Col. 15.152







ANEXO II: COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO









ANE	XO II: COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO	1
1.	INTRODUCCION	3
2.	NORMATIVA APLICABLE	3
3.	AISLAMIENTO Y SU COORDINACIÓN	4
3.1.	Distancias mínimas reglamentarias	5
3.2.	Distancia a elementos en tensión	6
3.3.	Coordinación del aislamiento con los pararrayos	7
3.4.	Autoválvulas conforme a las condiciones del fabricante	10







# 1. INTRODUCCION

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 en la Subestación que forma parte del presente documento.

# 2. NORMATIVA APLICABLE

R.D. 1110/2007	Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico español.
IEC 60815-3	Selección y dimensionamiento de aisladores de alta tensión destinados para su utilización en condiciones de contaminación Procedimientos de operación de Red Eléctrica de España.
R.D. 337/2014	Reglamento de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación
IEEE	Normativa Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

Normativas aplicables









# 3. AISLAMIENTO Y SU COORDINACIÓN

En la siguiente tabla se presentan los parámetros generales para los niveles de tensión de 220 kV y de 30 kV de la Subestación.

Nivel de tensión	30 kV	220 kV
Tensión nominal (kV ef.) (ITC- 4)	30	220
Frecuencias nominal (Hz)	50	50
Nivel de contaminación ambiental (IEC 60815)	Alto	Alto
Distancia de fuga especifica (mm/kV) (IEC 60815)	25	25
Tensión más elevada para el material (kV ef.) (ITC- 12)	36	245
Tensión soportada impulso tipo rayo (kV cresta) (ITC- 12)	170	1.050
Tensión soportada a frec. ind. (1 min. 50 Hz) (ITC-12)	70	460
Tipo de PAT del sistema eléctrico	Triángulo A tierra a través de reactancia	Estrella Directo a tierra

Tabla de parámetros generales





# 3.1. <u>Distancias mínimas reglamentarias</u>

Las distancias mínimas reglamentarias aplicables a la instalación proyectada serán las siguientes:

### Distancia mínima entre fases en el aire

Según las tablas 1 y 2 de la ITC RAT 12 del RD 337/2014, y para una altura menor a 1.000 m:

Nivel de tensión	Tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo (kV cresta)	Distancia mínima
30	170	32
220	1.050	210

Tabla 1 y 2 de la ITC-RAT12. Distancias mínimas entre fases en el aire.

# Distancia mínima entre fase y tierra en el aire

Según la tabla 1 y 2 de la ITC RAT 12 del decreto RD 337/2014 y para una altura menor a 1.000 m:

Nivel de tensión	Tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo (kV cresta)	Distancia mínima
30	170	32
220	1.050	260

Tabla 1 y 2 de la ITC-RAT12. Distancias mínimas entre conductor estructura.







# 3.2. <u>Distancia a elementos en tensión</u>

Según el apartado 3 de la ITC RAT 15 del decreto RD 337/2014:

Pasillos de servicio

Los elementos en tensión no protegidos que se encuentren sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima:

$$H = 250 + d$$

Siendo:

- H = altura mínima desde el suelo en cm.
- d = distancia en cm de la tabla 1, 2 y 3 de la ITC RAT 12, dada en función de la tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo adoptada por la instalación.

Nivel de tensión	d (cm)	H (cm)
30	32	282
220	210	460

Pasillos de servicio.

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

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:

$$E = d + 30 (E_{min} = 125 cm)$$







Siendo d la distancia definida en el apartado anterior se obtienen los siguientes valores:

Nivel de tensión	d (cm)	B (cm)	C (cm)	E (cm)
30	32	35	42	125
220	210	213	220	240

Distancias de protección contra contactos en el interior.

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

En la SET. se colocará a lo largo del todo el perímetro un enrejado metálico de altura igual a 2,5 metros, por lo que la distancia del exterior del recinto a la SET quedará definida de la siguiente manera

De elementos en tensión al cierre cuando éste es un enrejado de cualquier altura mayor o igual a 220 cm.

$$G = d + 150$$

Nivel de tensión	G (cm)
30	182
220	360

Tabla 6: Distancias de protección contra contactos en el exterior.

En todo el perímetro se respetará una distancia de 4 metros, cumpliendo así para ambos niveles de tensión y asegurando una mayor seguridad desde contactos accidentales desde el exterior.

La cuadrícula del enrejado será como máximo de 50 x 50 mm.

# 3.3. <u>Coordinación del aislamiento con los pararrayos</u>

En este apartado se pretende coordinar el aislamiento del conjunto de la aparamenta instalada con los niveles de protección de los pararrayos a instalar, 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 funcionamiento de la subestación.





Se pretende utilizar pararrayos de resistencia variable de óxidos metálicos, en concreto de OZn, 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 <sub>n</sub> (kV)	U <sub>m</sub> (kV)	U <sub>m f-t</sub> (kV)	U₁ (kV)	U <sub>n</sub> (kV)
30	36	20,78	25,98	30
220	245	141,45	176,91	220

Dónde:

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

$$\circ$$
 U<sub>1</sub> = U<sub>m f-t</sub> / 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 s, lo que supone una disminución de la tensión del 8 %.

Para redes de puesta a tierra, el coeficiente de puesta a tierra, C<sub>pat</sub>, 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 220 kV tomamos un C<sub>pat</sub> de 0,8. para 30 kV tomamos el valor de 1.

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:

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

P.103-245





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 <sub>n</sub> (kV)	U <sub>m f-t</sub> (kV)	C <sub>pat</sub>	U <sub>2</sub> (kV)
30	20,78	1	27,77
220	141,45	0,8	181,48

 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 <sub>n</sub> (kV)	U <sub>sel</sub> (kV)	Ucomercial (KV)	U <sub>res max</sub> (kV cresta)
30	27,77	29	110
220	53,70	180	399

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

Debe cumplirse que:

$$C = BIL / U_{residual} >= 1,4$$

### 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 <sub>n</sub> (kV)	BIL	U <sub>res</sub> (kV cresta)	С
30	170	110	1,54
220	1.050	399	2,63

Por consiguiente, la instalación cumple la coordinación de seguridad exigida (C mayor de 1,4), así como el coeficiente extra de seguridad del 70 % para 220 kV.

P.104-245







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

Línea de fuga  $\geq 25 \cdot U_{me}$ 

Siendo U<sub>me</sub> la tensión más elevada prevista para el material.

Un (kV)	Ume (kV )	Línea de fuga mínima
30	36	900
220	245	6.125

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	
30	170	110	54,5 %	
220	1.050	399	163,15 %	

Estos márgenes de protección son ampliamente superiores al valor mínimo del 30 %.

# 3.4. <u>Autoválvulas conforme a las condiciones del fabricante</u>

Intensidad nominal de descarga:

Según CEI 99-5 (Recomendación para la selección y utilización de pararrayos), los pararrayos de 10 kA de capacidad nominal de descarga serán los de utilización preferente en las redes de hasta 245 kV de tensión máxima

Tensión nominal:

$$V_n = V_{m\'as\ elevada} \times \frac{\alpha}{\sqrt{3}}$$





Siendo α para redes con neutro a puesta y eliminación de defectos automática de 1.05

$$V_n = 245 \times \frac{1,05}{\sqrt{3}} =$$
**148,52** *kV*

Tensión máxima con respecto a tierra:

$$V_t = \frac{V_{m\acute{a}s~elevada}}{\sqrt{3}} = \frac{245}{\sqrt{3}} = 141,45~kV$$

La sobretensión con respecto a tierra, por pérdida brusca de la carga puede alcanzar un valor de 1,55 Vt, con una duración del defecto de 10s:

$$V_{10s} = V_t \times 1,55 = 141,45 \times 1,55 = 219,25 \, kV$$

El valor de la sobretensión con respecto a tierra, por defecto a tierra de una fase alcanza, en las otras dos fases con respecto a tierra el valor del 140 % de la máxima a tierra, con una duración del defecto de 1s:

$$V_{1s} = V_t \times 1,40 = 141,45 \times 1,40 = 198,03 \, kV$$

El pararrayos seleccionado debe ser de la menor tensión nominal que reúna las siguientes características:

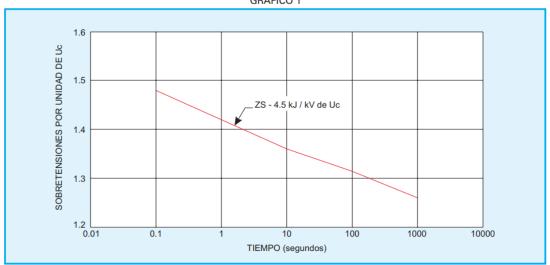
- Tensión de servicio continuo superior a 148,52 kV.
- Debe soportar una tensión de 219,25 kV durante 10 s.
- Debe soportar una tensión de 198,03 kV durante 1 s.

Vamos a seleccionar un pararrayos tipo ZS de INAEL, o similar, con una tensión asignada de 228 kV, que tiene un tensión de funcionamiento de 180 kV.









Conforme al grafico vemos que el pararrayos elegido puede soportar:

Durante 1 s. una sobretensión de 1,43 U es decir, 180 x 1,43 = 257,40 kV

Durante 10 s. una sobretensión de 1,36 U = 180 x 1,36 = 244,80 kV

Desde el punto de vista de tensión nominal y capacidad para soportar sobretensiones temporales, éste sería el pararrayos adecuado, ya que el pararrayos seleccionado presenta una resistencia a las sobretensiones de:

Durante 1 s. 257,40 kV > 219,25 kV

Durante 10 s. 244,80 kV > 198,03 kV

P.106-245





Tensión Asignad a Ur	Tensión Continua Uc*	STT (1)		Equivalen te al	Tensión residual máxima (kV cresta) Usando una onda de corriente 8/20 μseg								
(kV eficaces)	(kV eficaces)	1 s (kV eficaces)	10 s (kV eficaces)	frente de onda ** (kV cresta)	onda ** ma (kV cresta)	da ** maniobra (kV ***	1.5 kA	3 kA	5 kA	10 kA	15 kA	20 kA	40 kA
228	180	261	249	521	428	464	479	493	516	550	569	610	

<sup>\*</sup> U = Tensión máxima de funcionamiento continuo.

1 Sobretensiones temporales en pararrayos nuevos.

Tensión Tensión		Altura total	Distancia	Peso neto	Separaciones mínimas		
Asignada Ur (kV eficaces)	Continua Uc* (kV eficaces)	H mm	en el aire mm	kg	A ** mm	R*** mm	
228	180	6187	247	2775	2337	1803	

<sup>\*</sup> U = Tensión máxima de funcionamiento continuado.

El margen de protección (MP) ha de ser superior al 33%.

El valor de la tensión residual con un impulso de corriente de 10 kA, onda 8/20 de éste pararrayos es 516 kV. Los niveles de aislamiento (NA) establecidos en el ITC RAT-12 para los equipos de 245 kV son de 750, 850, 950 y 1.050 kV.

En el peor de los casos, para el valor mínimo del nivel de aislamiento del equipo.

$$MP = \left(\frac{1050}{516} - 1\right) \times 100 = 103.4 \%$$

<sup>\*\*</sup>La tensión residual equivalente al frente de onda es el valor máximo correspondiente a una onda de corriente de impulso de 5 kA, que produce una onda de tensión cuya cresta se alcanza en 0,5 μseg.

<sup>\*\*\*</sup>Basado en una onda de tipo  $45/90 \mu seg y los siguientes valores de la corriente: 500 A para las tensiones asignadas comprendidas entre 3 kV y 96 kV, 1,000 A para las tensiones asignadas comprendidas entre 120 y 240 kV.$ 

<sup>\*\*</sup> A = Distancia mínima entre ejes de los pararrayos.

<sup>\*\*\*</sup> R = Distancia mínima a cualquier pared.







El pararrayos seleccionado, protege adecuadamente el equipo de 220 kV, ya que en el peor de los casos, cuando los niveles de aislamiento de la instalación son los mínimos normalizados, el margen de protección es muy bueno pues alcanza un valor del 103,4 %.

Se va a seleccionar para tener un mayor margen de seguridad un nivel de aislamiento de:

Tensión soportada impulso tipo rayo (kV cresta) 1.050

Tensión soportada a frecuencia industrial (1 min. 50 Hz) 460

Zaragoza, marzo de 2023

El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo.: Juan José Gázquez Gonzálvez

Col. 845

El Ingeniero de Caminos, C y P.

Fdo.: Guillermo Berbel Castillo

Col. 15.152







# ANEXO III: RED DE PUESTA A TIERRA





# **ÍNDICE DE CONTENIDO**

ANE	XO III: RED DE PUESTA A TIERRA	1
1.	OBJETO Y ALCANCE DEL ESTUDIO	3
2.	NORMATIVA	4
3.	RED DE PUESTA A TIERRA INFERIORES	4
3.1.	Criterios básicos de diseño	4
3.2.	Datos de diseño:	5
3.3.	Resistencia de puesta a tierra de la malla:	6
3.4.	Intensidad de defecto:	6
3.1.	Diámetro del conductor:	8
3.1.	Cálculos del calentamiento del conductor	9
3.2.	Tensiones de paso y contacto máximas admisibles:	. 11
3.3.	Validación del sistema de puesta a tierra	. 14
3.4.	Faltas de tierra en el lado de media tensión	. 16
4.	RED DE PUESTA A TIERRA SUPERIORES	. 17
5.	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA	. 19







#### 1. OBJETO Y ALCANCE DEL ESTUDIO

Se redacta el presente documento con el objeto de describir los cálculos que se han realizado para justificar la validez de la malla de tierras que se instalará en la Subestación.

La instalación de tierras constará de varias fases:

- Se deberá tender una red de cables de Cu desnudo de sección 95 mm² a una profundidad de 0,6 m por debajo del terreno, formando una cuadrícula y uniéndose cada cruce mediante soldaduras exotérmicas. La superficie a cubrir por esta malla será tal que sobrepase en 1 metro el vallado perimetral como mínimo.
- Se instalarán cuatro picas de tierras de cobre de 2 metros de profundidad y 14 mm de diámetro en cada una de las esquinas de la subestación.
- Se deberán realizar las conexiones de los apoyos y de los equipos, mediante herrajes y
  cables en función del tipo de equipo, además de a lo largo de las zanjas. En general, se
  realizará una conexión en todos los apoyos, mediante dobles latiguillos por la parte
  central de la cimentación. Todas estas conexiones se realizarán de igual modo, mediante
  doble cable de cobre desnudo de sección 95 mm2 por la parte central de la cimentación.
- Se va a realizar el estudio de la puesta a tierra de la propia malla de la subestación.



P.112-245





#### 2. NORMATIVA

En el estudio justificativo de la red de tierras se ha tenido en cuenta las siguientes normas:

- 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.
- IEEE Standard 80-2000: Diseño de sistemas de puesta a tierra para subestaciones.
- UNE 21-185:1995 sobre protección de las estructuras contra el rayo y principios generales.

#### 3. RED DE PUESTA A TIERRA INFERIORES

#### 3.1. Criterios básicos de diseño

Para el diseño de la red de tierras se han seguido las indicaciones de la instrucción MIE-RAT 13 de Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

Se ha considerado una resistividad del terreno de 150  $\Omega$ m, que deberá ser verificada previo el comienzo de la construcción, actualizando el cálculo en el caso de que la resistencia real supere el valor considerado.

Los cálculos justificativos estarán basados en el documento IEEE Standard 80-2000.

Con el fin de conseguir niveles admisibles de las tensiones de paso y contacto, la subestación irá dotada de una malla de tierras inferiores formada por cable de cobre de 95 mm $^2$  enterrada a 0,6 m de la cota de explanación, formando retículas aproximadas de 5 x 5 m.

Cumplimentando la Instrucción Técnica Complementaria del MIE-RAT, 13, punto 6.1, 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.



P.113-245





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, tensiones que deben ser inferiores a las que marca el reglamento MIE-RAT.

#### 3.2. <u>Datos de diseño:</u>

Tensión nominal de la Subestación220/30 kV
(p) Resistividad media del terreno
( $\rho_{\text{\tiny S}}$ ) Resistividad media del terreno
(t) Tiempo de duración del defecto
Número de líneas aéreas con línea de guarda
Número de transformadores de potencia3 ud
(h) Profundidad de la malla
(A) Área cubierta por la malla2.074 m²
Factor de incremento de corriente por posibles ampliaciones
Tensión de servicio nominal
Factor de división de corriente por líneas aéreas o por inducción 52,61 %
Factor de seguridad adicional
Factor de división de corriente aplicado (por factor de seguridad) 63,14 %
Razón X/R de la impedancia subtransitoria del sistema10
Factor de asimetría (Df)
Factor de reducción de corriente por MIE-RAT1
Intensidad de cortocircuito de cálculo







Intensidad de cortocircuito aplicada (tras aplicar divisor corriente)......3,37 kA

### 3.3. Resistencia de puesta a tierra de la malla:

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

$$R_g = \rho \left[ \frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20 \times A}} \left( 1 + \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right] = (\Omega)$$

Donde:

 $\rho$  = resistividad del terreno ( $\Omega$ m)

L = Longitud Total del conductor enterrado (m)

h = profundidad del conductor enterrado (m)

A = superficie ocupada por la malla (m²)

Para nuestro caso tenemos:

 $\rho = 150 (\Omega m)$ 

L = 2.698 (m)

h = 0.6 (m)

 $A = 3.415 (m^2)$ 

$$R_g = 150 \left[ \frac{1}{2.698} + \frac{1}{\sqrt{20 \times 3.415}} \left( 1 + \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{20}{3.415}}} \right) \right] = 0.84(\Omega)$$

#### 3.4. Intensidad de defecto:

Para obtener la intensidad de cortocircuito en el punto de la Subestación se utilizan programas capaces de realizar el análisis de la red de Alta Tensión bajo distintas hipótesis de fallo. Para ello, EDE analizará la intensidad de cortocircuito de cada nueva instalación para el







horizonte temporal estimado y evolución futura de la red, y facilitará los datos al tercero para el diseño de la instalación.

Como criterio habitual de diseño para instalaciones de 220 kV se deben considerar intensidades de cortocircuito trifásicas de 40 kA y monofásicas de 15 kA.

En nuestro caso vamos a estimar que la máxima corriente de defecto de la instalación corresponde con los 15 kA de máxima corriente de cortocircuito monofásica que circularía como defecto monofásico de fase a tierra.

De la corriente que retorna a tierra, IE, una parte lo hace por la conexión a tierra de los apoyos más cercanos a la subestación (10 a 20 primeros), por supuesto de líneas que parten de ésta y cuyos hilos de guarda están conectados a la malla de tierra. Las pantallas de los cables subterráneos harán la misma función. Únicamente la corriente que finalmente pasa a tierra a través de la malla (IG) es la que contribuye a elevar el potencial de los elementos de la subestación durante un defecto.

Para hallar el valor de esta corriente, dado que la puesta a tierra de las líneas se comporta como una impedancia en paralelo con la resistencia de la malla de tierra, basta con aplicar un divisor de corriente entre las impedancias, también llamado factor divisor de corriente (Sf).

En el caso de cables subterráneos, la impedancia vista desde la SE. es la de la pantalla metálica. Al no haber conexiones a tierra intermedias (equivalentes a las de los apoyos en líneas aéreas), la impedancia equivalente se puede calcular considerando la impedancia de la pantalla, en serie con la impedancia de la primera puesta a tierra que tenga la pantalla.





	r	
CONDUCTORES DE TIERRA DE LÍNEAS AÉREAS	Mín.	Máx.
110 KV - Acero 50-70 mm <sup>2</sup>		0,98
Acero	0,90	1,00
110 KV - ACSR - Al/Acero - 44/32 mm <sup>2</sup>		0,77
110 KV - ACSR - Al/Acero - 300/50 mm <sup>2</sup>		0,61
Al/Acero	0,40	0,80
PANTALLAS DE CABLES SUBTERRANEOS		
10 KV - Sin armadura		0,85
10 KV - Con armadura fleje acero	0,20	0,65
10-20 KV - Aislado papel - Cu/Pb - 95 mm <sup>2</sup> /1,2 mm	0,20	0,60
10-20 KV - Aislado papel - Al/Al - 95 mm <sup>2</sup> /1,2 mm	0,20	0,30
10-20 KV - XLPE unipolar - Cu/Cu - 95/16 mm <sup>2</sup>	0,50	0,60
30 KV - Sin armadura		0,45
30 KV - Con armadura fleje acero	0,08	0,20
60 KV - Sin armadura		0,28
60 KV - Con armadura fleje acero	0,05	0,15
110 KV - Unipolar relleno de aceite - Cu/Al - 300 mm <sup>2</sup> /2,2 mm		0,37
110 KV - Gas en tubo metálico - Cu/Acero - 300 mm <sup>2</sup> /1,7 mm	0,01	0,03
110 KV - XLPE Unipolar - Cu/Cu - 300/35 mm <sup>2</sup>		0,32
110-220 KV - Envoltura de aluminio sin armadura		0,10
110-220 KV - Gas a presión - Cu/Tubo Acero - 3x185 mm <sup>2</sup>	0,005	0,03
400 KV - Unipolar relleno de aceite - Cu/Al - 1200/1200 mm <sup>2</sup>		0,01

Valores característicos del factor de reducción para algunos conductores y cables. [4], [12]

$$I_g = I_E \times S_f = I_E \times \frac{Z_L}{R_G + Z_L}$$

$$Ig = 7.5 \times 0.45 = 3.375 A$$

# 3.1. Diámetro del conductor:

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

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

Donde:

I = Mitad de la intensidad de falta a tierra (kA)

tc = tiempo máximo de falta (s)

P.117-245





Ta = Temperatura ambiente (ºC)

TCAP: Capacidad térmica del conductor según tabla adjunta (J/cm3ºC)

αr = coeficiente térmico de resistividad a 2 °C (1/°C)

pr = resistencia del conductor a 20 °C (μΩ·cm)

KO = Inversa del coeficiente térmico de resistividad a 0ºC

A: Sección mínina del conductor (mm²)

Para la selección de estos valores lo realizaremos en base a los datos de partida y los datos de la tabla de constantes de los materiales de IEEE-80-2000.

Progressum<sup>™</sup>

#### 3.1. Cálculos del calentamiento del conductor

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

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

Donde:

I = Mitad de la intensidad de falta a tierra (kA)

tc = tiempo máximo de falta (s)

Tm = temperatura máxima (°C)

Ta = Temperatura ambiente (°C)

TCAP: Capacidad térmica del conductor según tabla adjunta (J/cm3ºC)

αr = coeficiente térmico de resistividad a 2 °C (1/°C)

pr = resistencia del conductor a 20 °C (μΩ·cm)

KO = Inversa del coeficiente térmico de resistividad a 0ºC

A: Sección mínina del conductor (mm2)





Para la selección de estos valores lo realizaremos en base a los datos de partida y los datos de la tabla de constantes de los materiales de IEEE-80-2000.

Tabla 3. Constantes de los materiales conductores [1]

DESCRIPTION	Material conductivity	Our factor at 20°C (1/°C)	K₀ at 0°C	Fusing temperature Tm	pr 20°C (μΩ.cm)	TCAP thermal capacity [J/(cm <sup>3</sup> .°C)	Kf
	(70)	20 0 (1/ 0)	(0 0)	1111	(µaz-citi)	[o/(cm · c)	Ki
Copper, annealed soft-drawn	100	0,00393	234	1083	1,72	3,42	7
Copper, commercial hard-drawn	97	0,00381	242	1084	1,78	3,42	7,06
Cooper-clad steel wire	40	0.00378	245	1084	4.4	3.85	10.45
Cooper-clad steel		,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,			,		
wire	30	0,00378	245	1084	5,86	3,85	12,06
Cooper-clad steel rod	20	0,00378	245	1084	8,62	3,85	14,64
Aluminum, EC grade	61	0,00403	228	657	2,86	2,56	12,12
Aluminum, 5005 alloy	53,5	0,00353	263	652	3,22	2,6	12,41
Aluminum, 6201 alloy	52,5	0,00347	268	654	3,28	2,6	12,47
Aluminum-clad steel wire	20,3	0,0036	258	657	8,48	3,58	17,2
Steel,1020	10,8	0,00316	605	1510	15,9	3,28	15,95
Stainless-clad steel rod	9,8	0,0016	605	1400	17,5	4,44	14,72
Zinc-coated steel rod	8,6	0,0032	293	419	20,1	3,93	28,96
Stainless steel, 304	2,4	0,0013	749	1400	72	4,03	30,05

Por lo que en nuestro caso tendremos:

I = 7,5 (kA)

tc = 0.5 (s)

Tm = 300 (°C)

Ta = 40 (°C)

Página | 10





TCAP: 3,42 (J/cm3ºC)

 $\alpha r = 0.00381 (1/9C)$ 

 $\rho r = 1,78 (\mu \Omega \cdot cm)$ 

K0 = 242 (°C)

$$A = 7.5 \times \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{3.42 \times 10^{-4}}{0.5 \times 0.00381 \times 1.78}\right) \times \ln\left(\frac{242 + 300}{242 + 40}\right)}} = 44,33 \text{ } mm2$$

La sección mínima necesaria es mucho menor que los 95 mm² del cable de Cu que se va a utilizar, por lo que no habría problemas.

Por otro lado, la densidad de corriente máxima que puede soportar el cable de Cu es de 192 A/mm². Entonces para el cable de 120 mm² la máxima intensidad que puede circular es de:

$$Imax = 2 \times 95 \times 120 = 36,48 \text{ kA}.$$

Este valor es mucho mayor que la mitad de la corriente de falta a tierra, que era de 15 kA. Se utiliza la mitad del valor, ya que el diseño de la malla se establece de forma que en cada punto de la p.a.t. llegan al menos dos conductores.

#### 3.2. Tensiones de paso y contacto máximas admisibles:

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.

Según el ITC-RAT 01 a 23, las tensiones de paso y contacto máximas admisibles son:

$$V_{ca} = \frac{K}{t^n}$$





Donde K y n se determinan a partir de la tabla:

	К	n
0.9≥t>0.1s	72	1
3≥t>0.9 s	78.5	0.18
5≥ t >3s	Vca≤	64V
t >5s	Vca ≤ !	50V

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

Tiempo de despeje de la falta (t): 0,5 s.

Intensidad de falta monofásica a tierra: 3,375 kA.

Para tiempo de desconexión inferiores a 0,9 s, conforme a la tabla adjunta de la MIE-RAT 13 K=72 y n=1,

Resistividad de la capa superficial (grava) ( $\rho$ s): 3000  $\Omega$ ·m.

Según el ITC-RAT 01 a 23, las tensiones de paso y contacto máximas admisibles son:

Tensión de paso:

$$V_p = \frac{10 \times K}{t^n} \times \left(1 + \frac{6 \times \rho_s}{1000}\right) = \frac{10 \times 72}{0.5^1} \times \left(1 + \frac{6 \times 3000}{1000}\right) = 27.360 V$$

Tensión de contacto:

$$V_c = \frac{K}{t^n} \times \left(1 + \frac{1.5 \times \rho_s}{1000}\right) = \frac{72}{0.5^1} \times \left(1 + \frac{1.5 \times 3000}{1000}\right) = 792 V$$





Según IEEE Std 80-2000 Aptdos. 8.3 y 7.4:

Tensión de paso:

$$V_p = (1000 + 6 \times C_s \times \rho_s) \times \frac{0.157}{\sqrt{t_s}} = (V)$$

Tensión de contacto:

$$V_c = (1000 + 1.5 \times C_s \times \rho_s) \times \frac{0.157}{\sqrt{t_s}} = (V)$$

Siendo Cs el factor de reducción siguiente:

$$C_s = 1 - \left(\frac{0.09 \times \left(1 + \frac{\rho}{\rho_s}\right)}{2 \times h_s + 0.09}\right)$$

Donde:

ρ: resistividad del terreno ( $\Omega$ .m)= 150  $\Omega$ .m

ρs: resistividad de la gravilla ( $\Omega$ .m)= 3.000  $\Omega$ .m

hs: espesor capa de gravilla (m)= 0,1 m.

Con lo que:

$$C_s = 1 - \left(\frac{0.09 \times \left(1 - \frac{150}{3000}\right)}{2 \times 0.1 + 0.09}\right) = 0.705$$

$$V_p = (1000 + 6 \times 0.71 \times 3000) \times \frac{0.157}{\sqrt{0.5}} = 3.040.3 \ (V)$$

$$V_c = (1000 + 1.5 \times 0.71 \times 3000) \times \frac{0.157}{\sqrt{0.5}} = 926.59 \ (V)$$





El cometido de la red de tierras inferiores es establecer las condiciones para que se cumplan estas hipótesis.

#### 3.3. Validación del sistema de puesta a tierra

El cálculo teórico de las máximas tensiones de paso y contacto que se van a presentar en la instalación descrita se realiza por aplicación de las fórmulas ANSI/IEEE Std 80, propuesta de 1996:

Máxima tensión de paso (inferior a Vpadm):

$$V_{s} = \frac{\rho \cdot K_{i} \cdot K_{s} \cdot I_{G}}{L_{s}}$$

Máxima tensión de contacto (inferior a V cadm ):

$$V_m = \frac{\rho \cdot K_i \cdot K_m \cdot I_G}{L_m}$$

Utilizando el estándar IEEE 80, se pueden calcular unos valores previstos de tensiones de paso y contacto para unos determinados niveles de falta, y para un diseño previo de la malla de red de tierras.

Los datos iniciales utilizados para el cálculo han sido:

Resistividad del terreno ( $\rho$ ) 150  $\Omega$ ·m

Espaciado medio entre conductores (D) 5 m

Profundidad del conductor enterrado (h) 0,6 m

Diámetro del conductor (95mm²) (d) 0,01098 m

Longitud del conductor enterrado (L) 3.053 m

Intensidad de defecto (Ig) 3.375 A

Partiendo de los valores indicados, e introducidos en las fórmulas desarrolladas en el estándar IEEE 80, se obtienen los siguientes valores intermedios:





$$K_h = \sqrt{1+h} = 1,26$$

En nuestro caso tenemos:

Lc = longitud del conductor de la malla = 3.053 m

Lp = longitud del perímetro de la malla = 333 m

Lx = longitud máxima de la malla en la dirección x = 118 m

Ly = longitud máxima de la malla en la dirección y = 78 m

Dm = máxima distancia entre dos puntos en la malla = 118 m

A =Área de la malla 6.900  $m^2$ 

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

$$n_a = \frac{2 \times L_c}{L_p} = 18,34$$

$$n_b = \sqrt{\frac{L_p}{4 \times \sqrt{A}}} = 1$$

$$n_c = \left[\frac{L_x \times L_y}{A}\right]^{\frac{0.7 \times A}{L_x \times L_y}} = 1$$

$$n_d = \frac{D_m}{\sqrt{{L_x}^2 + {L_y}^2}} = 1$$

Al ser una malla de forma rectangular nc y nd es igual a 1.

$$n = 18.34 \times 1 \times 1 \times 1 = 18.34$$

$$K_i = 0.644 + 0.148 \times n = 0.644 + 0.148 \times 18.34 = 3.36$$





$$K_{ii} = \frac{1}{(2n)^{\frac{2}{n}}} = 0.68$$

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

$$K_{m} = 0.89$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{1}{2 \times h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D} \times (1 - 0.5^{n-2}) \right]$$

$$K_s = 0.385$$

$$L_M = L_C + \left[ 1,55 + 1,22 \left( \frac{L_R}{\sqrt{{L_X}^2 + {L_Y}^2}} \right) \right] \times L_R$$

$$L_M = 3.056,13 \text{ m}$$

De acuerdo con la IEEE-80-2000, la fórmula que permite obtener el valor de la tensión de contacto:

$$V_{contacto} = \rho \times K_m \times K_i \times \frac{I_g}{LM} = 498,95 V$$

Y la fórmula que permite obtener la tensión de paso:

$$V_{paso} = \rho \times K_s \times K_i \times \frac{I_g}{I_s} = 214,98 V$$

#### 3.4. <u>Faltas de tierra en el lado de media tensión</u>

En caso de que la falta a tierra sea en el lado de media tensión, la intensidad estará limitada por las reactancias de puesta a tierra de los transformadores. Esta intensidad, siguiendo la documentación de las reactancias trifásicas, es de 1.000 A.

Esta intensidad, debido a que es menor que la calculada de alta tensión, generará menores tensiones de paso y contacto, con lo que se puede comprobar que es una condición menos

P.125-245







restrictiva que el cortocircuito en alta tensión. El electrodo sigue siendo completamente válido para este caso.

#### 4. RED DE PUESTA A TIERRA SUPERIORES

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

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

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

El criterio de seguridad que se establece es el de apantallamiento total de los embarrados y de los equipos que componen el aparellaje, siendo este criterio el que establece que todas las descargas atmosféricas que puedan originar tensiones peligrosas y que sean superiores al nivel del aislamiento de la instalación, deben ser captadas por los hilos de guarda.

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

La zona de captura se establece a partir del radio crítico de cebado (r) y que viene dado por la siguiente expresión:

 $r = 8 \times 1^{0.65}$ 

En donde:

I = 1,1 \*U \* N / Z,

Siendo:





U = tensión soportada a impulsos tipo rayo = 325 kV

N = número de líneas conectadas a la subestación = 1

Z = Impedancia característica de las líneas =  $400\Omega$  (valor típico)

Sustituyendo y aplicando estos valores se obtiene:

Luego la zona de captura será:

$$r = 8 * 1,79^{0,65} = 11,68 m$$

El radio crítico de 11,68 m con centro en las puntas Franklin, en el centro en los amarres de los hilos de guarda y en su punto más bajo, cuyo emplazamiento se refleja en los planos correspondientes, garantiza el apantallamiento total de la instalación.







#### 5. REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA

Para referir a tierra el sistema de 30 kV y dotar a las protecciones de una misma referencia de tensión para detectar faltas a tierra, se instalará una reactancia trifásica de 1.000 A durante 10 segundos.

Dicha reactancia se conectará junto al transformador de potencia 220/30 kV correspondiente, en el lado de 30 kV y su conexión se hará en zig-zag.

La reactancia tiene un papel fundamental para el cálculo de los cortocircuitos monofásicos pues se encarga de limitar las corrientes de falta derivándolas a tierra. La inclusión de la reactancia en el lado de MT dota a la instalación de un neutro artificial que permite la derivación de las corrientes homopolares de falta. Teniendo en cuenta que queremos limitar la corriente de falta a 1.000 A el cálculo de la reactancia sería el siguiente:

$$Z_{REACTANCIA} = \frac{\frac{30.000}{\sqrt{3}}}{\frac{1.000}{3}} =$$
51,96 Ω

Zaragoza, marzo de 2023

El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo.: Juan José Gázquez Gonzálvez

Col. 845

El Ingeniero de Caminos, C y P.

Fdo.: Guillermo Berbel Castillo

Col. 15.152

P.127-245





# ANEJO IV: DESMANTELAMIENTO





# **ÍNDICE DE CONTENIDO**

ANEJO	IV: DESMANTELAMIENTO	1
1.	OBJETO	3
2.	TITULAR	3
3.	OBRAS DE DESMANTELAMIENTO	1
3.1.	Aparellaje eléctrico y equipos	1
3.2.	Embarrados y conductores	1
3.3.	Estructura metálica	5
3.4.	Cimentación y edificio.	5
3.5.	Canalizaciones	5
4.	MEDIDAS CORRECTORAS	5
4.1.	Contaminación atmosférica	5
4.2.	Contaminación acústica	7
4.3.	Suelo	7
4.4.	Vegetación	3
4.5.	Paisaje	3
4.6.	Residuos de demolición	9
5.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	9
6.	NORMATIVA DE APLICACIÓN	Э
7.	PRESUPUESTO DE DESMANTELAMIENTO	2





#### 1. OBJETO

El presente documento constituye el **PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA SUBESTACIÓN "ABEDULES" 220/300 kV**, ubicada en el término municipal de Alfajarín, Zaragoza. El desmantelamiento de la instalación se realizará una vez cese la actividad de la Subestación. Por las características propias de la instalación, ésta puede integrarse en la red de transporte o distribución, por lo que la vida útil de la misma puede estar indexada a las propias necesidades del transporte o distribución. No obstante, a efectos de este proyecto se indexa la vida útil al periodo previsto para las subestaciones, esto es 30 años desde su puesta en servicio más aquellas prórrogas que pudieran realizarse, sin perjuicio de reconversiones tecnológicas de las subestaciones que alarguen su vida útil.

#### 2. TITULAR

El titular de la SUBESTACIÓN ABEDULES 220/30 kV es la sociedad ABEDUL NEW ENERGY, S.L.

A efectos de correspondencia con el promotor se indica a continuación los datos de la persona de contacto:

Nombre de la sociedad: ABEDUL NEW ENERGY, S.L

CIF **B88300595** 

Dirección: Paseo del Club Deportivo 1, Edificio 06 A, 1ª Planta

Parque empresarial La Finca

Somosaguas, Pozuelo de Alarcón (Madrid)

Persona de contacto: Marco Antonio Macías Rodríguez

Teléfono de contacto: (+34) 619 054 889

E-mail de contacto: mmacias@progressum.es

P.130-245





#### 3. OBRAS DE DESMANTELAMIENTO

Al cese total de la actividad se procederá al desmantelamiento y/o demolición de la Subestación, conforme al presente Proyecto de Desmantelamiento.

El plazo de ejecución de las actuaciones previstas en el Plan será de seis meses. Durante el desmantelamiento se adoptarán todas las medidas de seguridad y prevención de riesgos laborales recogidas en la legislación vigente en ese momento, así como toda la legislación sectorial aplicable.

#### 3.1. Aparellaje eléctrico y equipos

Para el aparellaje eléctrico de AT, como transformador de potencia, transformadores de medida, interruptores, seccionadores, cabinas de MT, se procederá a la desconexión de los mismos, retirada y traslado cada uno según su posterior aprovechamiento, a los lugares de almacenaje que indiquen sus propietarios. Para los equipos de menor envergadura como cuadros eléctricos, bastidores de control, rectificadores, etc., se procederá de igual manera.

En caso en que esto anterior no sea posible se trasladarán a vertederos autorizados para el tratamiento de chatarra y eliminación de aceites y otros elementos potencialmente contaminantes, gestionándose conforme a lo establecido en la legislación vigente.

Los aceites usados procedentes del transformador de potencia serán recogidos y puestos a disposición de gestor de residuos peligrosos autorizado.

#### 3.2.Embarrados y conductores

Dado que los materiales empleados son principalmente cobre y aluminio, estos se enviarán a gestor autorizado para su reciclaje.







#### 3.3. Estructura metálica

Una vez retirados los equipos, se procederá al desmontaje de la estructura metálica de acero. Para ello, se emplearán los medios adecuados como grúas autopropulsadas, camiones pluma, elementos de sujeción y manipulación. Esta estructura será retirada a los lugares de almacenaje que indiquen los propietarios para su posterior reutilización o reciclaje.

#### 3.4. Cimentación y edificio.

Se eliminarán las cimentaciones hasta una profundidad mínima de 70 cm, a medir desde la cota natural del terreno. Una vez realizada la extracción, se procederá al recubrimiento de la zona afectada mediante de una capa de terreno vegetal de espesor suficiente para que se permita el arraigo de las especies autóctonas. Para el caso de edificios, se procederá a su demolición y retirada de escombros a vertedero autorizado. De la misma forma, se repondrán los terrenos ocupados por la subestación a su morfología original, y se revegetará usando especies autóctonas.

#### 3.5. Canalizaciones

Como en el resto de la subestación, se procederá a la restitución de la zona mediante recubrimiento de una capa de suelo que permita la revegetación de matorral de la zona, no afectando a las cuencas hidrológicas de la zona. Se retirarán todos los elementos como canalizaciones de cables, canalizaciones de sistemas de drenajes, tubos instalados, cunetas para evacuación de aguas, llevando todo este material de desecho (principalmente escombros, hormigón, tubos, ...) a vertedero autorizado.

#### 4. MEDIDAS CORRECTORAS

Las medidas correctoras que se plantean están enfocadas a lograr alguno/s de los siguientes aspectos:

P.133-245





- Reducir o eliminar las alteraciones que el medioambiente de la zona pueda haber sufrido por las instalaciones de la subestación.
- Reducir o atenuar los efectos ambientales negativos, limitando la intensidad de la acción que se ha provocado.
- Llevar a cabo medidas de restauración de modo que se consiga el efecto contrario a la acción provocada.

En la siguiente tabla puede ver un esquema simplificado de los aspectos a considerar:

FASE DE DESAMANTELAMIENTO DE LA SUBESTACIÓN			
		Reducir niveles de polvo	
	*	Minimizar los niveles de ruido en el desmantelamiento	
Contaminación Atmosférica	*	Limitación del horario de trabajo de las unidades	
	*	ruidosas	
	*	Protección del personal adscrito a la obra según PSyS	
Suelo	*	Reducir los riesgos de contaminación propios de esta	
		fase.	
	*	Restauración de las zonas ocupadas por las	
		instalaciones	
		Revegetación de los puntos ocupados por	
Vegetación	*	la subestación, empleando especies	
		autóctonas que lo aproximen al clima	
Paisaje	*	Restauración paisajística de las zonas ocupadas por la	
raisaje		subestación.	

A continuación, se lleva a cabo el desarrollo técnico detallado de las diferentes medidas correctoras que se consideran necesarias en función de los factores ambientales que se ven afectados en la fase de desmantelamiento de la subestación.

# 4.1. Contaminación atmosférica

Las labores a realizar irán encaminadas a reducir los niveles de polvo y las emisiones de sustancias contaminantes a la atmósfera.

P.134-245





- Para reducir la emisión de polvo se procederá, entre otras acciones, al riego de los viales transitados por la maquinaria y camiones que intervienen en el desmantelamiento de la subestación.
- Asimismo, los camiones de transporte de material con alta capacidad de generar nubes de polvo irán provistos de mallas o lonas que cubran el material durante su traslado.

Cuando las labores generadoras correspondan a procesos de movimiento de tierras se procederá al riego previo a la actuación. Las emisiones a la atmósfera de gases contaminantes procederán principalmente de la maquinaria. Para reducir tales emisiones se realizarán revisiones de la misma, manteniendo los niveles de emisión conforme a la legislación vigente

#### 4.2. Contaminación acústica

La contaminación acústica viene originada principalmente por la maquinaria que trabaja en la obra de desmantelamiento de la subestación. Para reducir el nivel de ruido de la misma se consideran distintas posibilidades no excluyentes unas de otras. Entre las actuaciones a realizar se consideran:

- Mantenimiento adecuado de la maguinaria.
- Empleo de revestimiento de goma en maquinaria pesada, grúas, etc.
- Mantenimiento preventivo y regular de la maquinaria. –
- Optimizar el tiempo empleado en las actuaciones, siendo reducido el mismo en la medida de lo posible.
- Protección del personal adscrito a la obra según el Plan de Seguridad y Salud.

#### 4.3. Suelo

Durante esta fase de desmantelamiento de la subestación, los riesgos de contaminación del suelo son debidos mayormente a los restos de aceite que puedan escapar del transformador de potencia, para lo cual se establecerán las medidas necesarias para la recogida y almacenamiento





de los residuos en contenedores habilitados para tales efectos. Posteriormente se transportarán a las instalaciones de tratamiento mediante gestor autorizado.

En cuanto a la restauración del suelo degradado, se procederá al relleno de las excavaciones realizadas para eliminar los restos de cimentaciones, básicamente. El relleno se hará con tierra inerte en profundidad y tierra vegetal en la capa superficial. El espesor de esta última capa será tal que permita reponer los terrenos a su morfología original y se revegetará usando especies autóctonas de la zona.

#### 4.4. Vegetación

Una vez retirados todos los elementos y construcciones que componían la subestación, se procederá a ejecutar las medidas correctoras necesarias y que se traducen en una restauración paisajística consistente en:

- Restaurar la cubierta vegetal en aquellos puntos que haya resultado dañada como consecuencia de las obras de construcción y desmantelamiento de la subestación.
- Lograr una integración de los rellenos de los taludes que se originaron como consecuencia de la explanación realizada para la disposición del parque de la subestación.

Para regenerar la vegetación se emplearán especies autóctonas acordes a la serie de vegetación existente en la zona.

La revegetación vendrá determinada por las pendientes de las zonas que se estimen necesarias de recuperación. De cualquier modo, las medidas a realizar incluirán:

- Mejora edáfica de los terrenos que se van a reforestar. Extendido de tierra vegetal,
   con un espesor mínimo de 15-20cm.
- Utilización de especies autóctonas y correspondientes a la vegetación potencial. Abonado y riegos.

#### 4.5. Paisaje

La restauración paisajística de las zonas ocupadas por las infraestructuras de la subestación se realizará básicamente mediante:





- Recuperación de las áreas degradadas por las infraestructuras desmanteladas.
- Retirada y limpieza de todo tipo de residuos a los vertederos adecuados.

#### 4.6. Residuos de demolición

Se consideran residuos de demolición los materiales y componentes de construcción que se obtienen como resultado de las operaciones de desmantelamiento.

También consideramos aquí los residuos de demoliciones parciales, originados por trabajo de reparación o de rehabilitación. Son los residuos que tienen mayor volumen y peso en el conjunto del volumen de elementos generados por la actividad constructora.

Se gestionarán correctamente se estudiarán en profundidad el reciclado, reutilización o depósito en vertedero controlado.

#### 5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Dado que la vida útil de la instalación se prevé 30-35 años tras la puesta en servicio, serán de aplicación las cuantas disposiciones legales en materia de seguridad y salud estén vigentes en el momento de ejecución de los trabajos, teniendo en cuenta en su caso, la revisión de los métodos y procedimientos de trabajo en función del avance de la técnica.

El contratista adjudicatario de los trabajos de desmantelamiento, realizará conforme a la legislación vigente un plan de seguridad y salud, donde recoja, según su sistema de trabajo, las medidas de seguridad a aplicar durante la realización de los mismos. Este plan de seguridad y salud será aprobado por el coordinador de seguridad y salud previo al comienzo de los trabajos.

# 6. NORMATIVA DE APLICACIÓN

• Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.





- 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
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban 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.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. - Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Normas Básicas de la Edificación.
- Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Normas Tecnológicas de la Edificación que sean de aplicación.
- Normas UNE que sean de aplicación.
- Normas CEI que sean de aplicación.
- Ordenanzas, Regulaciones y Códigos Nacionales, Autonómicos y Locales, que sean de aplicación.
- Resto de normas relativas a Construcción y Protección Contra Incendios aplicables a Instalaciones Eléctricas de Alta y Baja Tensión.
- Ordenanzas, Regulaciones y Códigos Nacionales, Autonómicos y Locales, que sean de aplicación.







En materia de prevención de riesgos laborales se cumplirá con la normativa de aplicación en materia de prevención de riesgos laborales, y resto de normas y reglamentos relativos a la seguridad y salud en las obras de construcción, que estén vigentes en el momento de ejecución de las obras. A título enunciativo, se relacionan:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba los Reglamentos de los Servicios de Prevención.
- 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 disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- 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.

Con los datos expresados en la presente Memoria en unión de la valoración económica que se acompañan, consideramos adecuadamente descritas y justificadas las obras de desmantelamiento de la subestación.







# 7. PRESUPUESTO DE DESMANTELAMIENTO

PRESUPUESTO DE DESMANTELAMIENTO				
Cap.	Descripción	Importe		
1	Posición de Transformación	5.980,00€		
2	Posición de Barras	295,00€		
3	Posición de Línea	2.890,00€		
4	Posición de MT	19.800,00€		
5	Equipos de BT	880,00€		
6	Embarrados	1.875,00€		
7	Red de tierras	1.100,00€		
8	Equipos control, medida, cableado control	10.300,00€		
9	Equipos de seguridad	250,00€		
10	Alumbrado Exterior	120,00€		
11	Sistema Protección Intrusión	30,00€		
12	Sistema ventilación	150,00€		
13	Obra Civil	8.100,00€		







14 Estructura metálica	3.650,00€
15 Restitución paisajística	5.500,00€
Importe Capítulo	60.920,00€
Gastos Generales 13%	7.919,60 €
Beneficio Industrial 6%	3.655,20 €
PRESUPUESTO TOTAL	72.494,80€

Asciende el presente presupuesto a la referida cantidad de SETENTA Y DOS MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y CUATRO euros CON OCHENTA céntimos (72.494,80€).

Zaragaoza, marzo de 2023

El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo.: Juan José Gázquez Gonzálvez

Col. 845

El Ingeniero de Caminos, C y P.

Fdo.: Guillermo Berbel Castillo

Col. 15.152







DOCUMENTO IV: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD







## **ÍNDICE DE CONTENIDO**

DOCUMENTO	IV: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	. 1
1.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: MEMORIA	. 5
1.1.	OBJETO	. 5
1.2.	DATOS GENERALES	. 5
1.2.1.	TIPO DE TRABAJO	. 5
1.2.2.	ACTIVIDADES PRINCIPALES	. 5
1.2.3.	SITUACIÓN Y CLIMA	. 6
1.2.4.	PLAZO DE EJECUCIÓN	. 7
1.2.5.	NÚMERO DE OPERARIOS	. 7
1.2.6.	OFICIOS	. 7
1.2.7.	MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES	. 8
1.2.8.	INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA	. 9
1.2.9.	ANÁLISIS DE RIESGOS	10
1.2.10.	RIESGOS GENERALES	10
1.2.11.	RIESGOS ESPECÍFICOS	11
1.2.11.1.	EXCAVACIONES	11
1.2.11.2.	VOLADURAS	11
1.2.11.3.	MOVIMIENTOS DE TIERRAS	12
1.2.11.4.	TRABAJO CON FERRALLA	12
1.2.11.5.	TRABAJO DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	12
1.2.11.6.	TRABAJOS CON HORMIGÓN	13
1.2.11.7.	MANIPULACIÓN DE MATERIALES	13
1.2.11.8.	TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS DENTRO DE LA OBRA	13
1.2.11.9.	PREFABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS, CERRAMIENTOS Y EQUIPOS .	14
1.2.11.10. MATERIALES	MANIOBRA DE IZADO, SITUACIÓN EN OBRA Y MONTAJE DE EQUIPOS 14	Υ
1.2.11.11.	MONTAJE DE INSTALACIONES. SUELOS Y ACABADOS	15
1.2.12.	MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES	15





	_	
	_	_
	_	_
_	$\rightarrow$	=
_	==	=
_	_	=
_	_	_
_	_	=
_	_	_
		_

1.2.12.1.	MÁQUINAS FIJAS Y HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS	15
1.2.12.2.	MEDIOS DE ELEVACIÓN	15
1.2.12.3.	ANDAMIOS, PLATAFORMAS Y ESCALERAS	16
1.2.12.4.	EQUIPOS DE SOLDADURA ELÉCTRICA Y OXIACETILÉNICA	16
1.3.	MEDIDAS PREVENTIVAS	17
1.3.1.	PROTECCIONES COLECTIVAS	17
1.3.1.1.	RIESGOS GENERALES	17
1.3.1.2.	RIESGOS ESPECÍFICOS	18
1.3.2.	PROTECCIONES PERSONALES	26
1.3.3.	REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD	27
1.4.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES	27
1.4.1.	RIESGOS PREVISIBLES	28
1.4.2.	MEDIDAS PREVENTIVAS	28
1.4.2.1.	CUADROS DE DISTRIBUCIÓN	28
1.4.2.2.	PROLONGADORES, CLAVIJAS, CONEXIONES Y CABLES	28
1.4.2.3.	HERRAMIENTAS Y ÚTILES ELÉCTRICOS PORTÁTILES	29
1.4.2.4.	MÁQUINAS Y EQUIPOS ELÉCTRICOS	29
1.4.2.5.	NORMAS DE CARÁCTER GENERAL	29
1.4.2.6.	REVISIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES	30
1.5.	MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	30
1.5.1.	REVISIONES PERIÓDICAS	30
1.6.	ALMACENAMIENTO Y USO DE GASES	30
1.6.1.	ALMACENAMIENTO	30
1.6.2.	USO DE BOTELLAS EN LOS TAJOS	30
1.7.	FORMACIÓN DEL PERSONAL	31
1.7.1. LA OBRA	CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO 32	EN
1.7.2.	CHARLA SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS	32
1.8.	REUNIONES DE SEGURIDAD	32
1.9.	MEDICINA ASISTENCIAL	33
1.9.1.	CONTROL MÉDICO	33
1.9.2.	MEDIOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS	33

4.2.1.

4.2.2.

4.2.3.

4.2.4.

4.2.5.

4.3.





1.9.3. PERMANENTI	MEDICINA ASISTENCIAL EN INCAPACIDADES LABORALES TRANSITORIAS ES	
1.10.	VESTUARIOS Y ASEOS	34
2.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: PLIEGO DE CONDICIONES	34
2.1.	OBJETO	34
2.2.	DISPOSICIONES LEGALES REGLAMENTARIAS	35
2.3.	PROTECCIONES PERSONALES	36
2.4.	PROTECCIONES COLECTIVAS	36
2.5.	REVISIONES TECNICAS DE SEGURIDAD	37
3.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: PLANOS	38
4.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: MEDICIONES Y PRESUPUESTO ECONÓMICO	59
4.1.	OBJETO	59
4.2.	PRESUPUESTO PARCIAL	59

CAPITULO 2: PROTECCIONES COLECTIVAS.......61







# 1. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: MEMORIA

# 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 €.

## 1.2. DATOS GENERALES

#### 1.2.1. 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:

- Acondicionamiento de la plataforma y acceso.
- Cimentaciones de las estructuras y bastidores metálicos.
- Bancadas transformadores de potencia y depósito de aceite
- Bancada reactancias y batería de condensadores.
- Cimentaciones para edificios.
- Canalizaciones para cables de control y para conductores de tierra.
- Urbanización y Cerramiento.

#### 1.2.2. ACTIVIDADES PRINCIPALES

Las actividades principales a ejecutar en el desarrollo de los trabajos son básicamente las siguientes:



P.146-245





- Acondicionamiento del terreno destinado a la instalación.
- Movimiento de tierras.
- Excavación para la realización de la obra civil (cimentaciones, viales, cierre, bancadas de transformadores, depósito de aceite, canales de cables, zanjas, edificio, etc.), y ejecución de la misma.
- Ejecución de la red de tierras.
- Medida de tensiones de paso y contacto.
- Construcción de un edificio destinado a albergar las celdas de MT, servicios auxiliares y comunicaciones, trafos de servicios auxiliares, grupo electrógeno y almacén.
- Maniobra de descarga mediante grúa hasta su bancada y montaje de transformadores 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

#### 1.2.3. SITUACIÓN Y CLIMA

La subestación proyectada, se encuentra ubicada en el término municipal de Alfajarín (Zaragoza), en la parcela 10 del polígono 4.

El acceso a la subestación se realizará utilizando el futuro acceso de la planta fotovoltaica donde se ubicará la subestación. La implantación prevista para la subestación responde a las siguientes coordenadas ETRS89 al huso 30 son:









Punto	Х	Υ
1	698160,61	4618341,27
2	698074,46	4618341,27
3	698074,46	4618417,53
4	698160,61	4618417,53

Tabla de coordenadas

La climatología de la zona es de templado, con inviernos suaves y veranos cálidos.

# 1.2.4. PLAZO DE EJECUCIÓN

El periodo de tiempo estimado para la ejecución de las obras del citado Proyecto es de 7 meses.

# 1.2.5. NÚMERO DE OPERARIOS

Se considera una punta máxima de veinte (20) trabajadores, con una media de diez (10) trabajadores en obra.

# 1.2.6. <u>OFICIOS</u>

La mano de obra directa prevista la compondrán trabajadores de los siguientes oficios:

- Jefes de Equipo, Mandos de Brigada
- Encofradores
- Ferrallistas
- Albañiles
- Pintores
- Gruístas 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

## 1.2.7. 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.



P.148-245





- Camión volquete.
- Máquina niveladora.
- Minirretroexcavadora
- Compactadora.
- Compresor.
- Martillo rompedor y picador, etc.
- Plataforma de elevación

Entre los medios auxiliares cabe mencionar los siguientes:

- Andamios sobre borriquetas.
- Andamios metálicos modulares.
- Escaleras de mano.
- Escaleras de tijera.
- Cuadros eléctricos auxiliares.
- Instalaciones eléctricas provisionales.
- Herramientas de mano.
- Bancos de trabajo.

# 1.2.8. 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.







# 1.2.9. 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.

#### 1.2.10. 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.

# 1.2.11. 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.

#### 1.2.11.1. 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.

### 1.2.11.2. VOLADURAS

- Proyecciones de piedras
- Explosiones incontroladas por corrientes erráticas o manipulación incorrecta.
- Barrenos fallidos.
- Elevado nivel de ruido
- Riesgos a terceras personas.



P.151-245







En los trabajos derivados del movimiento de tierras por excavaciones o rellenos se prevén los siguientes riesgos:

- Carga de materiales de las palas o cajas de los vehículos.
- Caídas de personas desde los vehículos.
- Vuelcos de vehículos por diversas causas (malas condiciones del terreno, exceso de carga, durante las descargas, etc.).
- Atropello y colisiones.
- Proyección de partículas.
- Polvo ambiental.

#### 1.2.11.4. 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.

#### 1.2.11.5. 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.

#### 1.2.11.6. 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.
- Electrocución por ambientes húmedos.

#### 1.2.11.7. MANIPULACIÓN DE MATERIALES

Los riesgos propios de esta actividad están incluidos en la descripción de riesgos generales.

#### 1.2.11.8. 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.



P.153-245





- Atropellos de personas.
- Vuelcos.
- Choques contra otros vehículos o máquinas.
- Golpes o enganches de la carga con objetos, instalaciones o tendidos de cables.

# 1.2.11.9. 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.

# 1.2.11.10. 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 estrobado o desestrobado 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.

#### 1.2.11.11. 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.

#### 1.2.12. 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:

#### 1.2.12.1. MÁQUINAS FIJAS 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.

#### 1.2.12.2. MEDIOS DE ELEVACIÓN

Consideramos como riesgos específicos de estos medios, los siguientes:

- Caída de la carga por deficiente estrobado 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.

#### 1.2.12.3. ANDAMIOS, PLATAFORMAS Y ESCALERAS

Son previsibles 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.).

#### 1.2.12.4. EQUIPOS DE SOLDADURA ELÉCTRICA Y OXIACETILÉNICA

Los riesgos previsibles propios del uso de estos equipos son los siguientes:

- Incendios.
- 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.





Progressum

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 previsibles enunciados en el punto anterior, analizamos a continuación las medidas previstas en cada uno de estos campos.

#### 1.3.1. 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:

#### 1.3.1.1. 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.

P.157-245





- 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.

#### 1.3.1.2. 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 movimiento de tierras

- No se cargarán los camiones por encima de la carga admisible ni sobrepasando el nivel superior de la caja.
- Se prohíbe el traslado de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- Se situarán topes o calzos para limitar la proximidad a bordes de excavaciones o desniveles en zonas de descarga.
- Se limitará la velocidad de vehículos en el camino de acceso y en los viales interiores de la obra a 20 km/h.
- En caso necesario y a criterio del Técnico de Seguridad se procederá al regado de las pistas para evitar la formación de nubes de polvo.

#### 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, marguesinas, etc.).
- Acotar y señalizar las zonas con riesgo de caída de objetos.



P.160-245

P.161-245





- 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 cinturón 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:
  - O No tendrán largueros o peldaños rotos ni astillados.
  - o Dispondrán de zapatas antideslizantes.
  - o 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.
  - o 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



P.163-245





- 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

P.164-245





- 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.

#### 1.3.2. 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 inactínico.
- 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).

# 1.3.3. 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.

# 1.4. <u>INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES</u>

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.



P.167-245





#### 1.4.1. 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.

### 1.4.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

Las principales medidas preventivas a aplicar en instalaciones, elementos y equipos eléctricos serán las siguientes:

#### 1.4.2.1. 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.

#### 1.4.2.2. 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.



P.168-245





- 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.

#### 1.4.2.3. 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).

# 1.4.2.4. 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.

# 1.4.2.5. 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.



P.170-245





#### 1.4.2.6. 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

# 1.5. 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.

# 1.5.1. 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.

# 1.6. ALMACENAMIENTO Y USO DE GASES

#### 1.6.1. 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.

#### 1.6.2. 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.
- Los 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 colocadas en carros portabotellas o amarradas a puntos fijos para evitar su caída.

# 1.7. 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.

P.171-245

P.172-245





# 1.7.1. 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 impartirá unas charlas de seguridad sobre los trabajos a realizar en este periodo y las normas de seguridad a seguir.

## 1.7.2. 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.

# 1.8. REUNIONES DE SEGURIDAD

Para que la política de mentalización, 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.

# 1.9. 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.

#### 1.9.1. 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.

#### 1.9.2. 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.







# 1.9.3. <u>MEDICINA ASISTENCIAL EN INCAPACIDADES LABORALES TRANSITORIAS O</u> 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.

# 1.10. VESTUARIOS 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.

# 2. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: PLIEGO DE CONDICIONES

# 2.1. OBJETO

El objeto del siguiente Pliego de Condiciones es especificar las características y condiciones técnicas correspondientes a los medios de protección colectiva e individual previstos en la Memoria, así como las normas necesarias para su correcto mantenimiento, atendiendo a la Reglamentación Vigente.

No se especifican en este documento por estar claramente definidos en los diferentes artículos del RD 1627/1997, los aspectos relativos a las obligaciones del coordinador en materia de seguridad y de salud, a las obligaciones de los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos y al uso del libro de incidencias. También son de aplicación fundamental los principios generales y disposiciones mínimas de seguridad y de salud que se recogen en el RD 1627/1997.

P.175-245





# 2.2. DISPOSICIONES LEGALES REGLAMENTARIAS

Será de obligado cumplimiento, por parte de los contratistas, la normativa reseñada a continuación:

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (RD 1627/1997)
- Reglamento de aparatos de elevación: grúas móviles autopropulsadas (RD 2370/1996)
- Disposiciones de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas (RD 487/1997)
- Disposiciones de seguridad y salud en los lugares de trabajo (RD 486/1997)
- Señalización de seguridad y salud en el trabajo (RD 485/1997, B.O.E. 23.4.97)
- Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo (OM 9.3.1971)
- Reglamento de prevención de riesgos laborales (RD 39/19977)
- Normas armonizadas en aplicación de la Directiva 89/392 sobre máquinas
- Directiva 89/392 de máquinas (RD 56/1995)
- Reglamento de líneas aéreas de alta tensión (RD 223/2008)
- Limitación de potencia acústica en maquinaria de obras (RD 212/2002)
- Protección de los trabajadores frente al ruido (RD 286/2008)
- Libro de incidencias en materia de seguridad (OM 20.9.86, B.O.E. 13.11.86)
- Estatuto de los Trabajadores (RD 2/2015)Constitución, composición y funciones de los Comités de Seguridad y Salud Laboral (Ley 31/95)
- Ordenanza Laboral de la Construcción (O.M. 28.08.70)
- Ordenanza Laboral Industrias Siderometalúrgicas (O.M. 29.07.70)
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RD 842/2002)
- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres y Peligrosas (D. 2414/61 de 22 de Diciembre).







- Reglamento de Explosivos (R.D. 130/2017).
- Reglamento de aparatos Elevadores para Obras (O.M. de 23 de Mayo de 1997).
- Reglamento de Seguridad en las Máquinas (R.D. 1495/86)
- Reglamento de Aparatos a Presión (R.D. 2060/2008).
- Almacenamiento de Productos Químicos (R.D. 656/2017).
- Instrucción Técnica Reglamentaria sobre extintores de incendios (O.M. de 31 de Mayo de 1982).
- Normas sobre señalización (R.D. 485/1997).
- Normas Técnicas Reglamentarias para la Homologación de Equipos de Protección Individual E.P.I (R.D. 1407/92 y modificaciones posteriores).
- Convenios Colectivos Provinciales de la Construcción.

Serán también de obligado cumplimiento cualquiera otra disposición oficial, relativa a la Seguridad y Salud Laboral, que entre en vigor durante la ejecución de la obra y que pueda afectar a los trabajos en la misma.

# 2.3. PROTECCIONES PERSONALES

Todos los Equipos de Protección Individual (EPI) cumplirán lo establecido en el R.D. 1407/92 de 20 de Noviembre, y modificaciones posteriores, por el que se adoptan en España los criterios de la Normativa Europea (Directiva 89/656/CE).

Dispondrán del consiguiente certificado y contendrá de forma visible el sello (CE) correspondiente.

# 2.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

Consideramos como Protecciones Colectivas las siguientes:

- Andamios.
- Redes (según Norma UNE 81-650-80).





P.176-245





- Mamparas.
- Protecciones de la instalación eléctrica.
- Medios de protección contra incendios.
- Señalización.
- Barandillas.
- Plataformas.
- Líneas o cuerdas de vida, etc.

Algunas de éstas han sido ya descritas en la Memoria y otras son parte integrante de los propios equipos, medios o estructuras, por lo que omitiremos extendernos en sus características.

Por otra parte, los elementos y características de seguridad más significativos de los medios de protección colectiva que se prevé utilizar están descritos en los planos y dibujos que se adjuntan en el apartado 3 (PLANOS) del presente Estudio.

# 2.5. REVISIONES TECNICAS DE SEGURIDAD

Tal como hemos indicado a lo largo del presente Estudio, se realizarán, con cierta periodicidad, las revisiones necesarias a los equipos, herramientas y medios auxiliares, con el fin de mantenerlos en perfectas condiciones de uso.

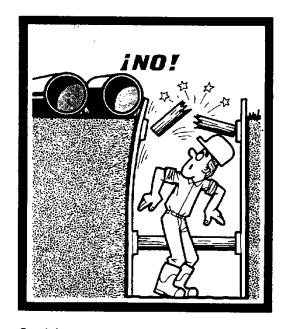


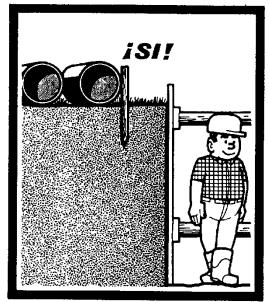




# 3. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: PLANOS

#### **EXCAVACIÓN. APERTURA DE ZANJAS**

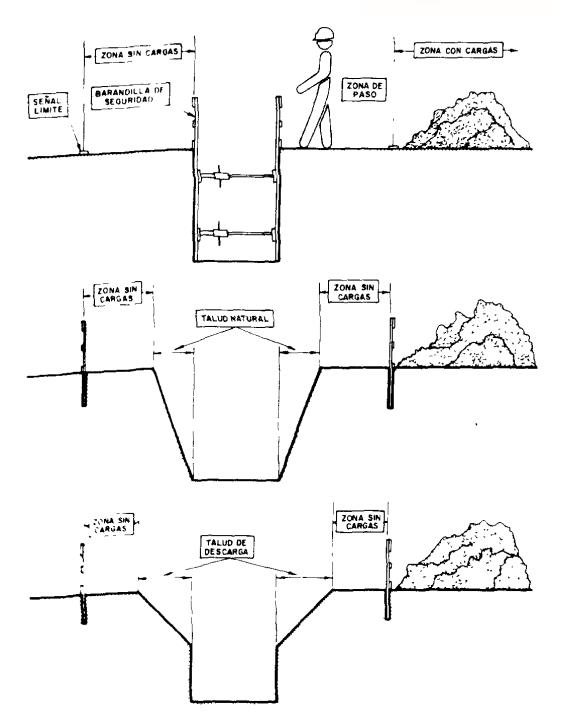




Se debe reservar un espacio suficiente entre el borde de la zanja y los materiales.



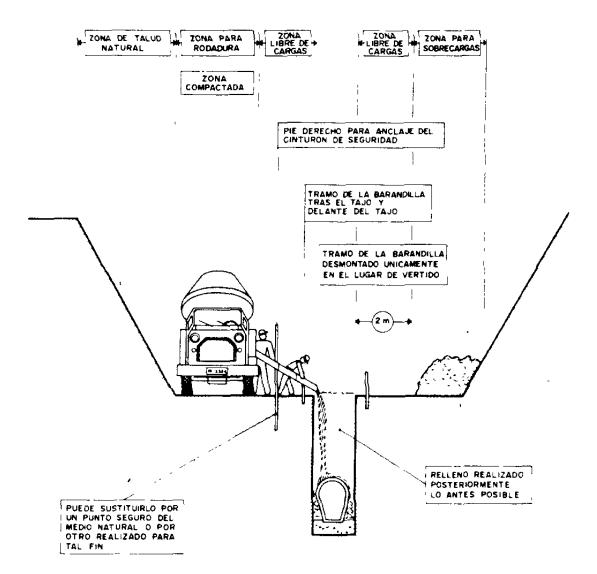






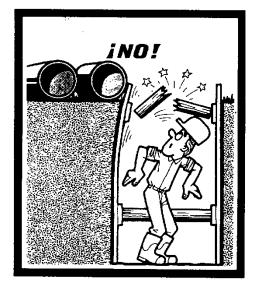


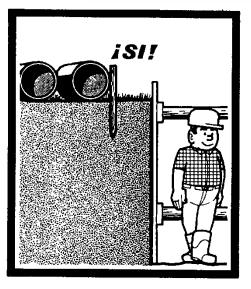












Se debe reservar un espacio suficiente entre el borde de la zanja y los materiales.

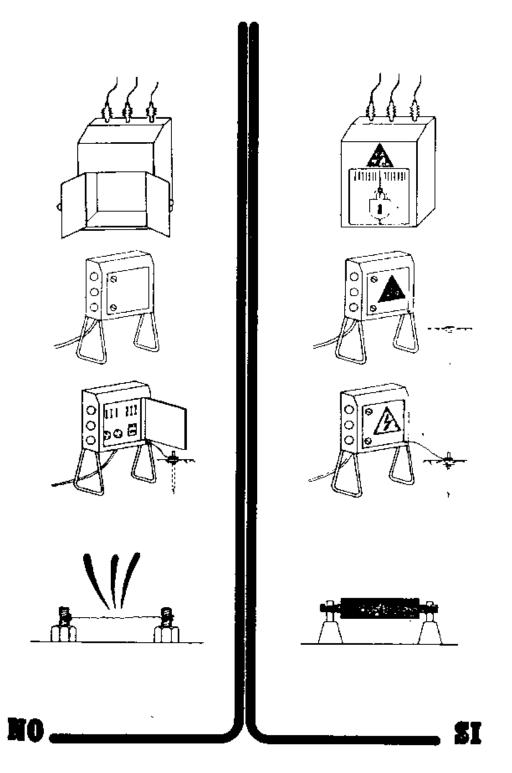
Las zanjas deben entibarse.



Profundidad de la zanja superior a 1,5 metros.



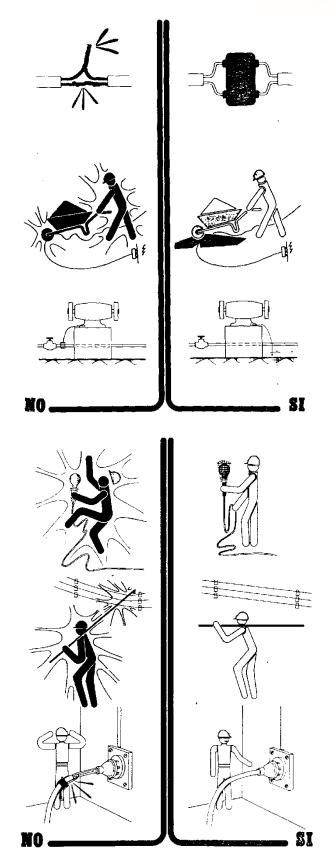




INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE OBRA



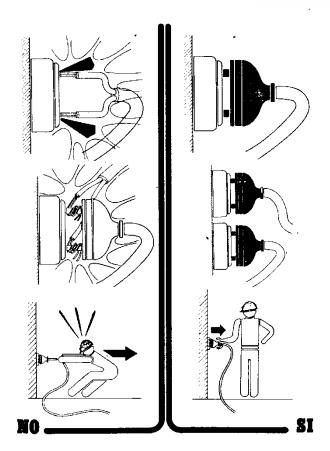




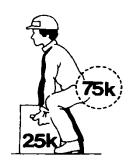


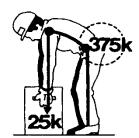


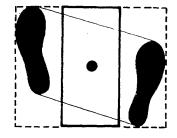




#### MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS

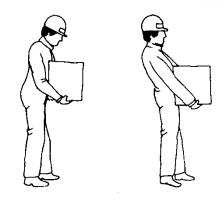


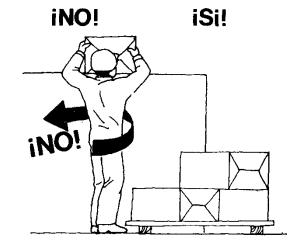


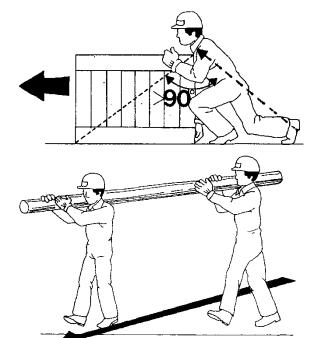










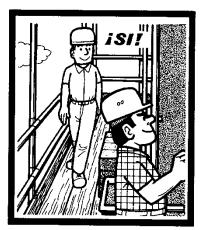












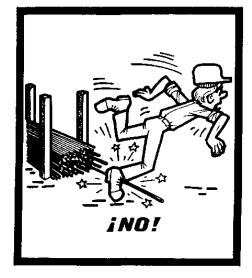
Mantener los puestos de trabajo en orden, los materiales ordenados, la circulación despejada, así se evitarán los resbalones y las caídas.







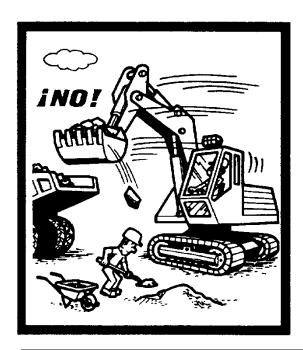






Almacenar los materiales correctamente para evitar todos los riesgos de accidentes debidos al paso de los trabajadores.

#### ORDEN Y LIMPIEZA

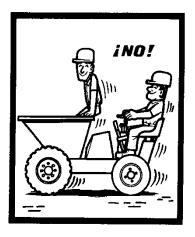


Permanecer fuera del radio de acción de la maquinaria de obra

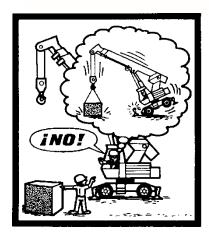




## Progressum<sup>™</sup>



Está formalmente prohibido transportar a personas por medio de los montacargas, grúas y demás aparatos destinados únicamente al transporte de cargas.



No sobrepasar la carga máxima de utilización, que debe estar bien visible, para los montacargas, grúas y demás aparatos de elevación.

MAQUINARIA DE OBRA



Aislar de las aristas vivas las eslingas, cadenas y cuerdas.





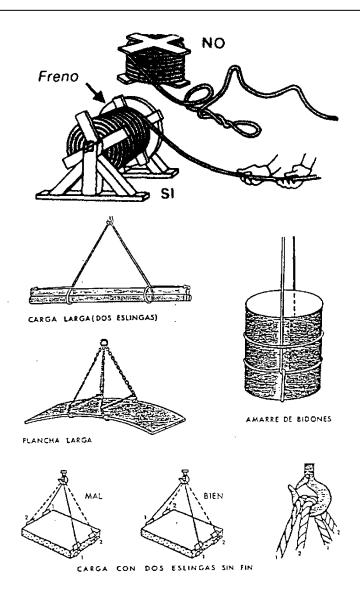








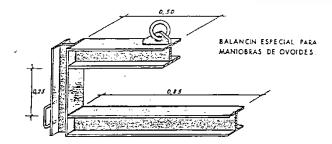
Esfuerzos soportados por asiento del gancho con pestillo de seguridad

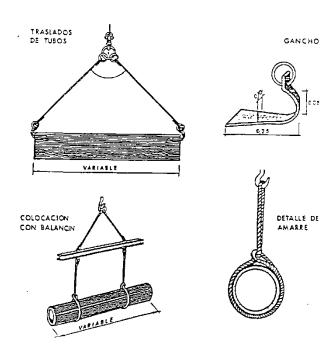




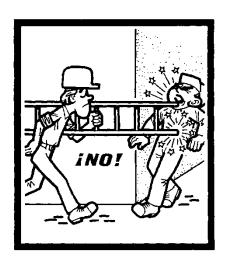








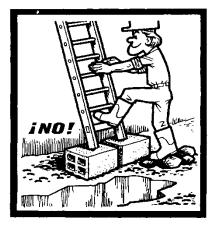
**ESCALERAS** 

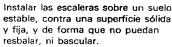






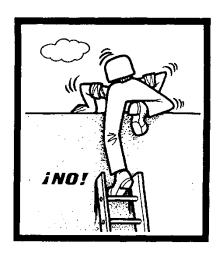


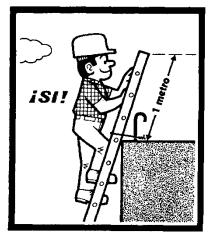






Hacer traspasar las escaleras por lo menos un metro por encima del piso de trabajo al que dan paso.

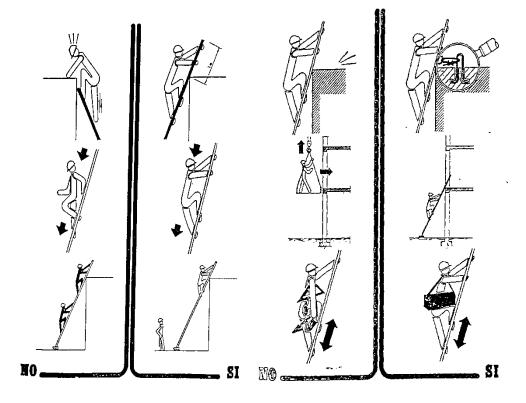


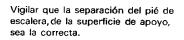


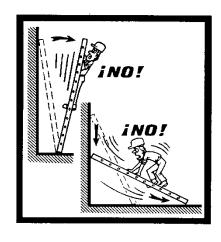










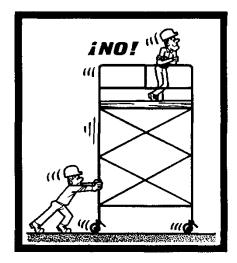




**ANDAMIOS** 







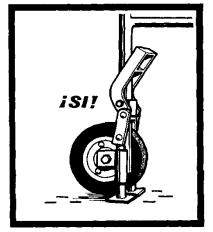


Los andamios rodantes sólo deben ser desplazados lentamente, prefiriendo el sentido longitudinal, sobre suelos bien despejados.

Nadie debe encontrarse en el andamio durante los desplazamientos.

Antes de cualquier desplazamiento, asegurarse de que no pueda caer ningún objeto.





Antes de subir a un andamio rodante, bloquear las ruedas y si es necesario colocar los estabilizadores.



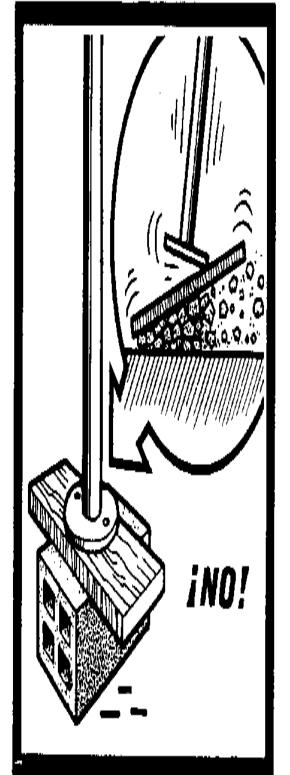


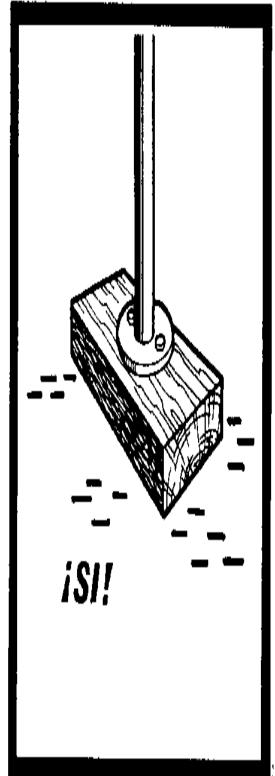








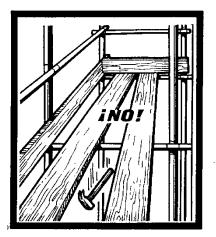




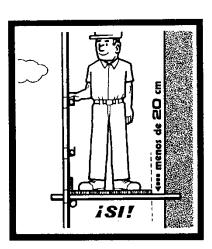


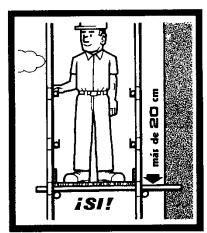




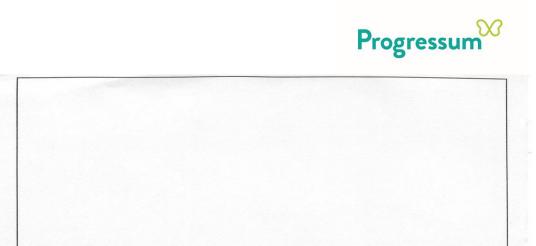


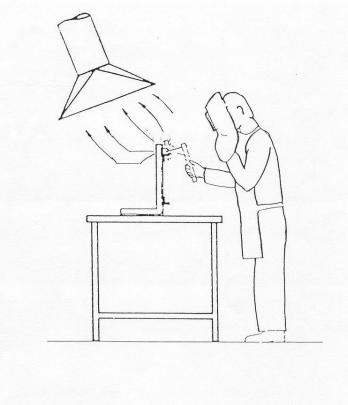










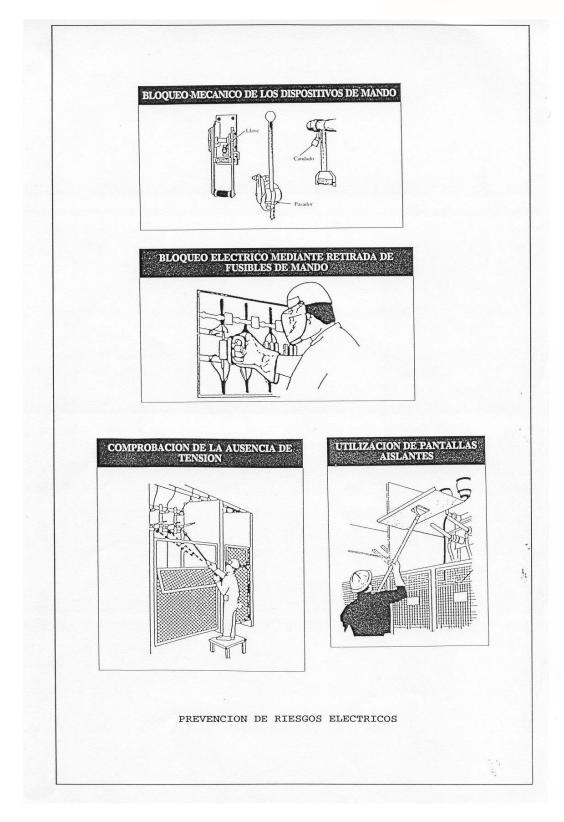


SOLDADURA ELECTRICA. PROTECCION













## 4. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: MEDICIONES Y PRESUPUESTO ECONÓMICO

#### 4.1. OBJETO

El objeto de este documento es valorar los gastos asignados según previsiones de desarrollo de este Estudio de Seguridad y Salud Laboral.

En relación a este capítulo se incluyen y valoran:

- Las protecciones personales
- Las protecciones colectivas no integradas en máquinas e instalaciones (no se incluyen los andamios, plataformas, escaleras, protecciones mecánicas o eléctricas de máquinas y cuadros, etc, por considerarlas elementos integrantes de los medios de producción).
- La Medicina Preventiva y Primeros Auxilios previstos para los trabajadores.
- Las horas de personal dedicadas a formación, vigilancia y reuniones de seguridad.
- Los costos, incluyendo limpieza y mantenimiento, de las instalaciones de Higiene y Bienestar.

#### 4.2. PRESUPUESTO PARCIAL

#### 4.2.1. CAPITULO 1: PROTECCIONES INDIVIDUALES



P.199-245





Ud	Denominación	Cantidad	P. Unitario	Total (€)
Ud.	Casco de seguridad homologado	10	3,61	36,1
Ud.	Gafa antipolvo y anti-impactos	10	5,41	54,1
Ud.	Mascarilla antipolvo	10	10,09	100,9
Ud.	Filtro para mascarilla antipolvo	20	0,43	8,6
Ud.	Protector auditivo	10	12,26	122,6
Ud.	Cinturón de seguridad	4	19,84	79,36
Ud.	Cinturón antivibratorio	2	17,30	34,6
Ud.	Mono o buzo de trabajo	10	13,70	137
Ud.	Impermeable	10	12,98	129,8
Ud.	Guantes dieléctricos	10	25,25	252,5
Ud.	Guantes de goma finos	10	1,80	18
Ud.	Guantes de cuero	8	2,52	20,16
Ud.	Botas impermeables al agua y a la humedad	10	9,37	93,7
Ud.	Botas de seguridad de Iona	8	20,20	161,6
Ud.	Botas de seguridad de cuero	3	23,08	69,24
Ud.	Botas dieléctricas	2	28,85	57,7
Ud.	Chaleco reflectante	8	18,04	144,32
Ud.	Muñequera	2	2,88	5,76
Ud.	Casco para AT homologado	8	2,82	22,56
Ud.	Pértiga para AT	1	86,30	86,3
Ud.	Banqueta aislante de maniobra exterior AT	1	103,62	103,62
Ud.	Cinturón de seguridad para caídas homol.	4	135,00	540
Ud.	Aparato de freno de paracaídas, homolog.	4	73,78	295,12
Ud.	Cubierta de poliamida para freno de parac.	4	6,30	25,2
Ud.	Amarre regulable(1.10-1.80m), argolla revestida de P.V.C., homologado	4	17,92	71,68
Ud.	Dispositivo anti caída	4	96,40	385,6
TOTAL PROTECCIONES INDIVIDUALES 3.05				

Presupuesto Protecciones individuales









#### 4.2.2. CAPITULO 2: PROTECCIONES COLECTIVAS

Ud	Denominación	Cantidad	P. Unita	Total (€)	
Ud.	Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico, incluida la colocación	1	28,98	28,98	
M	Cordón de balizamiento reflectante, incluidos soportes, colocación y desmontaje	50	0,47	23,4	
М	Cinta plástica de balizamiento en colores blanco y rojo	50	0,47	23,4	
Ud.	Valla autónoma metálica de contención peatones	3	9,52	28,548	
Ud.	Jalón de señalización, incluida la colocación	5	1,08	5,4	
Н	Camión de riego, incluido el conductor	2	17,66	35,328	
Н	Mano de obra de señalización	4	7,81	31,248	
Н	Mano de obra de brigada de seguridad empleada en mantenimiento y reposición de protecciones	3	14,42	43,272	
Ud.	Teléfono móvil disponible en obra, incluida conexión y utilización	1	901,52	901,524	
Ud.	Extintor de polvo polivalente, incluido el soporte	2	75,18	150,36	
Ud.	Aparato de doble comunicación para organizar el tráfico	1	399,18	399,18	
Ud.	Instalación de puesta a tierra, compuesta por cable de cobre, electrodo conectado a tierra en masas metálicas, etc.	1	41,06	41,064	
Ud.	Interruptor diferencial de media sensibilidad (300mA)	2	25,45	50,904	
Ud.	Interruptor diferencial de alta sensibilidad (30mA)	2	30,40	60,792	
TOTAL PROTECCIONES COLECTIVAS 1.8					

Presupuesto Protecciones Colectivas

#### 4.2.3. CAPITULO 3: PREVENCION Y PRIMEROS AUXILIOS

Ud	Denominación	Cantida d	P. Unitario	Total (€)
Ud.	Botiquín de obra instalado	2	25,66	51,32
Ud.	Reposición de material de botiquín de obra	5	30,47	152,35
Ud.	Reconocimiento médico obligatorio	20	51,78	1035,6
тот	AL PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS			1.239,27 €

Presupuesto Prevención y Primeros Auxilios







## Progressum

#### 4.2.4. CAPITULO 4: INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.

Ud	Denominación	Cantidad	P. Unitario	Total (€)
Ud.	Mes de alquiler de caseta prefabricada para usos varios de obra de 6x2.35m, incluida instalación de fuerza y alumbrado	7	108,0 0	756
Ud.	Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra de 6x2.35m, incluida instalación de fuerza y alumbrado	7	108,0 0	756
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	7	108,0 0	756
Ud.	Acometida provisional de electricidad a casetas de obra	2	30,41	60,816
Ud.	Acometida provisional de fontanería a casetas de obra	1	36,25	36,252
Ud.	Acometida provisional de saneamiento a casetas de obra	1	42,58	42,576
Ud.	Pileta corrida construida en obra y dotada de tres grifos	1	30,47	30,468
Ud.	Mesa metálica para comedor, capacidad 10 personas, colocada	1	24,23	24,228
Ud.	Banco de polipropileno para cinco personas con soportes metálicos	2	22,42	44,832
Ud.	Calienta comidas para 50 servicios	1	47,46	47,46
TOTAL INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR 3.66				

Presupuesto Instalaciones de Higiene y Bienestar

#### 4.2.5. CAPITULO 5: FORMACION Y REUNIONES

Ud	Denominación	Cantida d	P. Unitario	Total (€)
Н	Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana realizado por un encargo	24	4,07	61,02
Н	Comité de seguridad	3	27,91	83,736
Н	Horas reuniones de Seguridad	15	15,93	207,09
Н	Meses de control y asesoramiento de Seguridad (Visitas Técn. Seguridad)	4	318,54	1274,16
TOT	AL FORMACIÓN Y REUNIONES			1.626,01€

Presupuesto Formación y Reuniones

P.202-245







### 4.3. PRESUPUESTO GENERAL

#### **TOTAL PRESUPUESTO:**

TOTAL SEGURIDAD Y SALUD	11.407,34 €
TOTAL FORMACIÓN Y REUNIONES	1.626,01€
TOTAL INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	3.662,54 €
TOTAL PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS	1239,27€
TOTAL PROTECCIONES COLECTIVAS	1.823,40 €
TOTAL PROTECCIONES INDIVIDUALES	3.056,12€

Asciende el presente presupuesto a la cantidad de: **ONCE MIL CUATROCIENTOS SIETE** euros y **TREINTA Y CUATRO** céntimos.

Zaragaoza, marzo de 2023

El Ingeniero Técnico Industrial

El Ingeniero de Caminos, C y P.

Fdo.: Juan José Gázquez Gonzálvez

Col. 845

Fdo.: Guillermo Berbel Castillo

Col. 15.152





DOCUMENTO V: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS







## **ÍNDICE DE CONTENIDO**

DOC	UMENTO V: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	. 1
1.	OBJETO	. 3
2.	ALCANCE	. 3
3.	ESTIMACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS	. 3
4.	OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS	. 6
5.	MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS.	. 7
6.	PRESUPUESTO GESTIÓN DE RESIDUOS	. 8
6.1.	Presupuestos parciales	. 8
6.1.2	L. Tierras y pétreos procedentes de excavación	. 8
6.1.2	2. Rcd de naturaleza pétrea	. 9
6.1.3	3. Rcd de naturaleza no pétrea	. 9
6.1.4	1. Residuos peligrosos	. 9
7.	PRESUPUESTO GENERAL	10







#### 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 los mismos.

### 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 Ley 7/2002, y sus modificaciones), con su codificación correspondiente. Los residuos generados serán los marcados en la lista.

17	RESÍDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (INCLUIDA LA TIERRA EXCAVADA DE ZONAS CONTAMINADAS)	
17 01	Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	
17 01 01	Hormigón	Х
17 01 02	Ladrillos	
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	Х
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	Χ
17 02 02	Vidrio	
17 02 03	Plástico	Χ
17 02 04*	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados	
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	Plana	
17 04 04	Plomo	
17 04 05	Zinc	
17 04 06	Hierro y acero	
17 04 07	Estaño	.,
	Metales mezclados	X
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 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 05 03*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas	
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Χ
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	
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	Х
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	Х

#### Tabla de RCD

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 m<sup>3</sup> (3,71 T)
- Papeles, cartones: < 1 m<sup>3</sup> (<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:

Х	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

Previsión de operaciones







## 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	80 1
•	Ladrillos, tejas, cerámicos:	40 t
•	Metal:	2 t
•	Madera:	1 t
•	Vidrio:	1 t
•	Plástico:	0,5 t
•	Papel v cartón:	0.5 1

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. PRESUPUESTO GESTIÓN DE RESIDUOS

A continuación, se muestra el presupuesto de gestión de los residuos, 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 $^3$ ), normalmente de 7 m $^3$	200	30 €/m <sup>3</sup>
1 contenedor de alta capacidad (más de 12 m3)	300	25 €/m3
1 carga de camión de transporte de hasta 10 t	100	11 €/m 3
1 carga de camión de transporte de hasta 25 t	100	5 €/m 3
1 bidón de hasta 200 l para residuos peligrosos	100	500 €/m3

## 6.1. <u>Presupuestos parciales</u>

#### 6.1.1. Tierras y pétreos procedentes de excavación

Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total <i>(€)</i>
Tierras limpias y materiales pétreos	475 t	100 € (19 camiones de 25 t) 100 € (1 carga de camión de transporte de hasta 10 t)	2.000
	Total		2.000









#### 6.1.2. Rcd de naturaleza pétrea

Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total <i>(€)</i>
Hormigón	10,36 t	100 € (1 camión de hasta 25t)	100
	Total		100

#### 6.1.3. Rcd de naturaleza no pétrea

Descripción	Cantidad	Precio unitario <i>(€)</i>	Precio total (€)
Plásticos	0,14 m <sup>3</sup>	100 € (1 bidón de 1 m <sup>3</sup> )	100
	Total		100

#### 6.1.4. Residuos peligrosos

Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Trapos contaminados, envases contaminados, aerosoles	3 bidones de 200 l	100 € (3 bidones )	300
Total			300









### 7. PRESUPUESTO GENERAL

Según los presupuestos desarrollados en los presupuestos parciales, el presupuesto general se resume en:

Descripción	Precio Total
Tierras de excavación	2.000
Hormigón	100
Plásticos	100
Residuos peligrosos	300
TOTAL	2.500 €

El presupuesto para la gestión de residuos del proyecto asciende a la cantidad de **DOS MIL QUINIENTOS** euros (2.500,00 €).

Zaragoza, marzo de 2023

El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo.: Juan José Gázquez Gonzálvez Col. 845 El Ingeniero de Caminos, C y P.

V (

Fdo.: Guillermo Berbel Castillo

Col. 15.152





**DOCUMENTO VI: PRESUPUESTO** 







Cap.	Descripción				Importe
1	Construcción	Ud.	<b>€/Unidad</b>		Гotal
	Movimiento de tierras	1		12.400,00 €	12.400,00 €
	Obra civil parque	1		197.000,00 €	197.000,00 €
	Red puesta a tierras inferior	1		19.400,00 €	19.400,00 €
	Red puesta a tierras superior	1		14.200,00 €	14.200,00 €
	Edificios y Casetas	1		72.300,00 €	72.300,00 €
	Montaje Electro Mecánico	1		187.000,00 €	187.000,00 €
	Prueba y Puesta en Servicio	1		41.500,00 €	41.500,00 €
1,8	Seguridad y Vigilancia	1		9.500,00 €	9.500,00 €
	Importe	Capítulo 1			553.300,00 €
2	Equipos Eléctricos 220 kV		<b>€/Unidad</b>	٦	Γotal
2.1	Interruptores AT	4		62.300,00 €	249.200,00 €
2.2	Seccionadores AT	5		9.800,00€	49.000,00 €
2.3	Pararrayos	4		4.900,00 €	19.600,00 €
2.4	Transformadores Intensidad	4		7.320,00 €	29.280,00 €
2.5	Transformadores de tensión	2		11.300,00 €	22.600,00 €
2.6	Embarrados y aisladores	1		45.000,00 €	45.000,00 €
2.7	Transformador 220/30 50 MVA y Ra	Т 2		325.000,00 €	650.000,00 €
2.8	Transformador 220/30 25 MVA y Ra	Т 1		280.000,00 €	280.000,00 €
	Importe	Capítulo 2			1.344.680,00 €
3	Equipos Eléctricos 30 kV		€/Unidad	-	<b>Total</b>
	Celdas línea	8	•	3.321,00 €	26.568,00 €
	Celdas Trafo	3		10.125,00 €	30.375,00 €
	Celdas SA	1		5.184,00 €	5.184,00 €
	Importe	Capítulo 3			62.127,00 €
4	Favrince de Control y Brotaggiones		€/Unidad		Fetal
4	<b>Equipos de Control y Protecciones</b> Sistema integrado de control y prote	ección 1	€/ Officac	113.481,00 €	Total 113.481,00 €
	Protectiones 220 kV	1		75.000,00 €	75.000,00 €
	Telecomunicaciones	1		122.540,00 €	122.540,00 €
	Sistemas Cabinas 30 kV	1		32.500,00 €	32.500,00 €
7.7		Capítulo 4		32.300,00 €	343.521,00 €
		. capitalo i			3 101322,00 0
5	Equipos y Servicios Auxiliares		<b>€/Unidad</b>		Гotal
_	Transformador de servicios aux.	1		6.318,00 €	6.318,00 €
	Equipos rectificador baterías	1		28.431,00 €	28.431,00 €
5.3	Medida	4		14.418,00 €	57.672,00 €
	Importe	Capítulo 5			92.421,00 €
6	Seguridad y Salud		€/Unidad	1	Гotal
6.1	Coordinación SyS	1		9.583,94 €	9.583,94 €
6.2	Protecciones Colectivas	1		1.823,40 €	1.823,40 €
	Importe	Capítulo 6			11.407,34 €
	Montaje		€/Unidad		Гotal
7			c/ Officau		otai
7 7 1	-	1		156 300 00 £	156 300 00 £
7.1	Embarrados y Cableado	1		156.300,00 € 245,000,00 €	156.300,00 €
7.1 7.2	Embarrados y Cableado Aparellaje	1		245.000,00 €	245.000,00 €
7.1 7.2 7.3	Embarrados y Cableado Aparellaje Control y Protecciones	1 1		245.000,00 € 45.200,00 €	245.000,00 € 45.200,00 €
7.1 7.2 7.3 7.4	Embarrados y Cableado Aparellaje Control y Protecciones Alumbrado	1 1 1		245.000,00 € 45.200,00 € 14.500,00 €	245.000,00 € 45.200,00 € 14.500,00 €
7.1 7.2 7.3 7.4 7.5	Embarrados y Cableado Aparellaje Control y Protecciones Alumbrado Pruebas	1 1 1		245.000,00 € 45.200,00 € 14.500,00 € 32.000,00 €	245.000,00 € 45.200,00 € 14.500,00 € 32.000,00 €
7.1 7.2 7.3 7.4 7.5	Embarrados y Cableado Aparellaje Control y Protecciones Alumbrado Pruebas Gestión de residuos	1 1 1		245.000,00 € 45.200,00 € 14.500,00 €	245.000,00 € 45.200,00 € 14.500,00 €

PRESUPUESTO 2.902.956,34 €





# Progressum

## **CONCLUSIONES**

Zaragoza, marzo de 2023

El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo.: Juan José Gázquez Gonzálvez

Col. 845

El Ingeniero de Caminos, C y P.

Fdo.: Guillermo Berbel Castillo

Col. 15.152





**DOCUMENTO VII: PLANOS** 

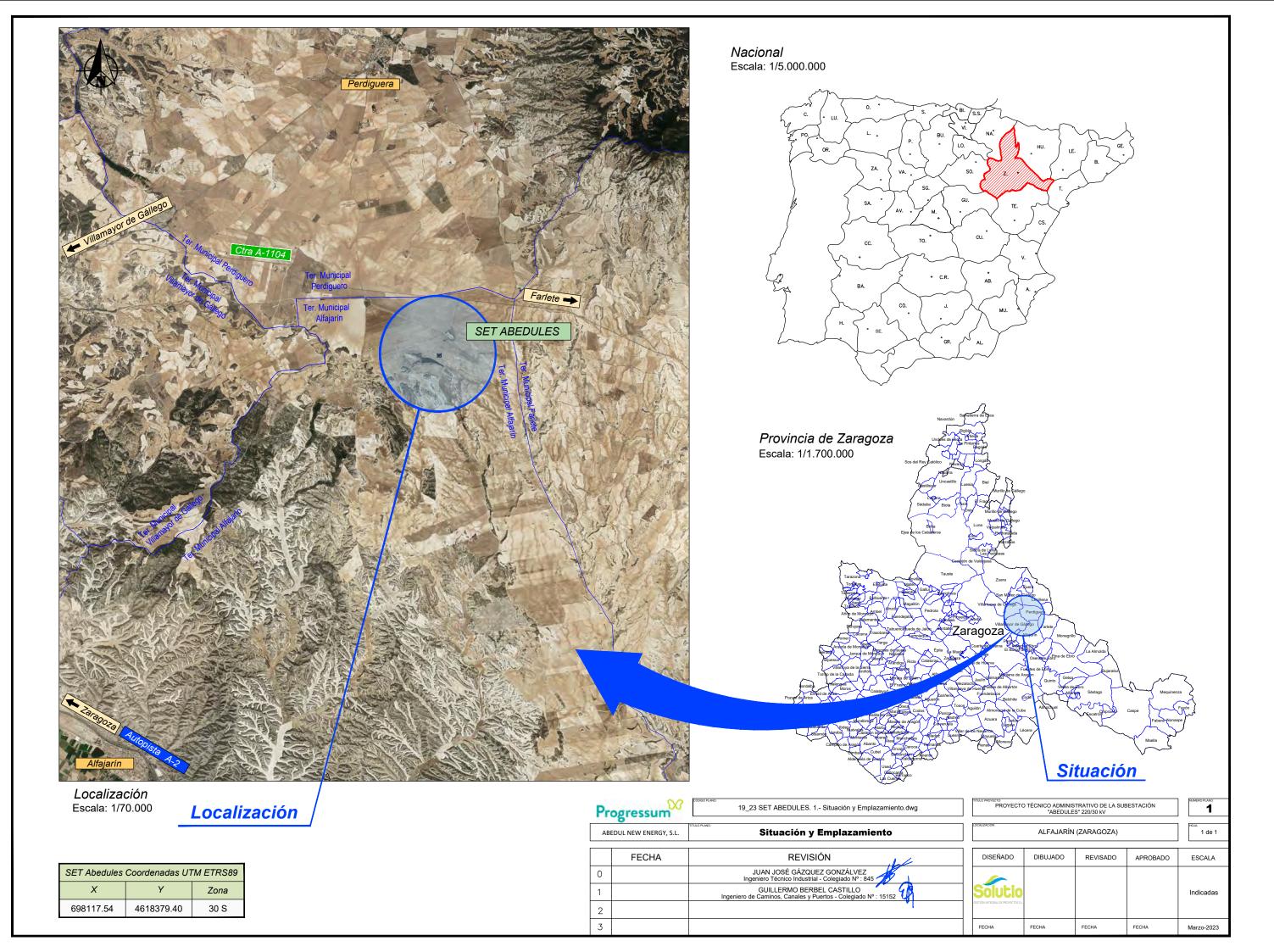


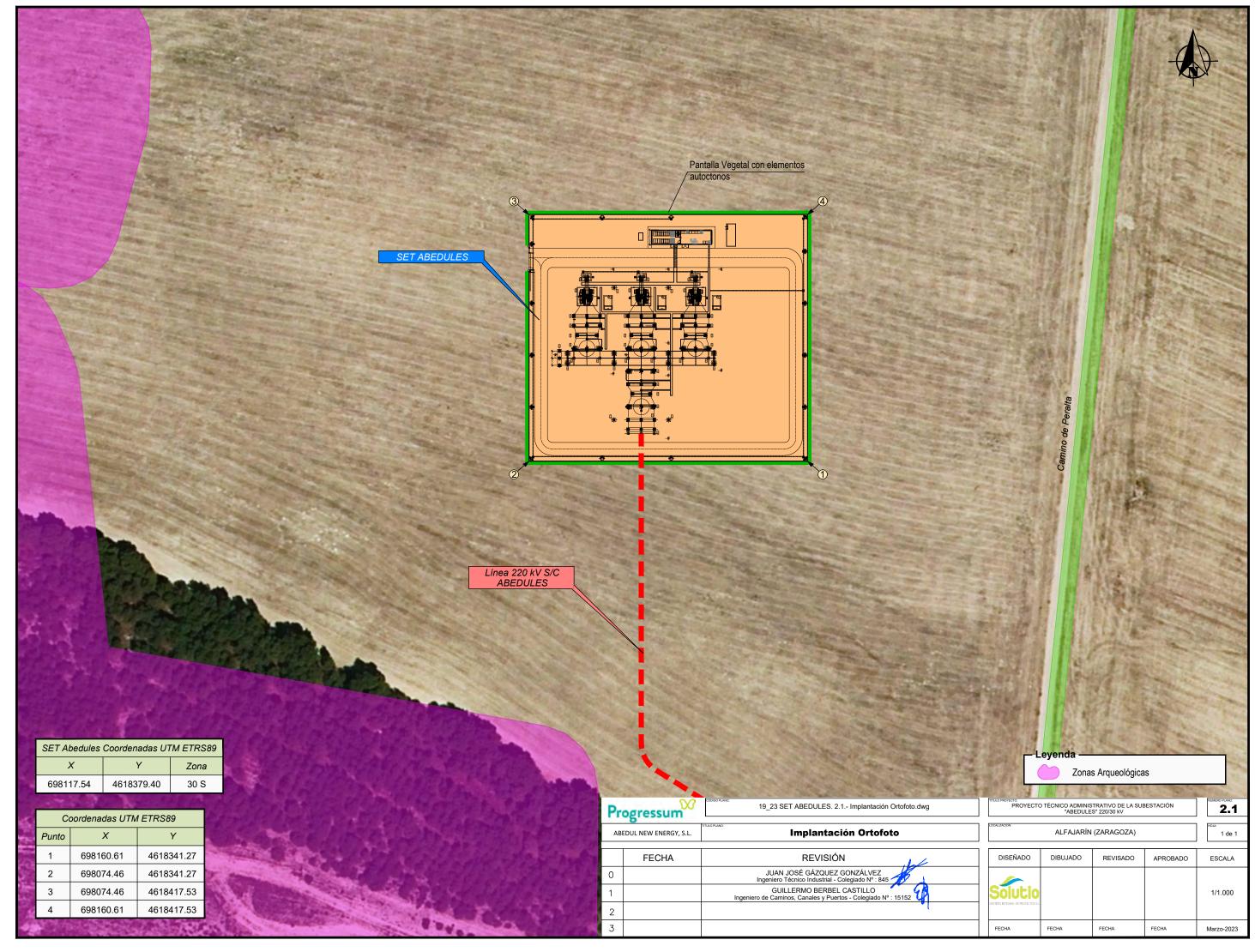


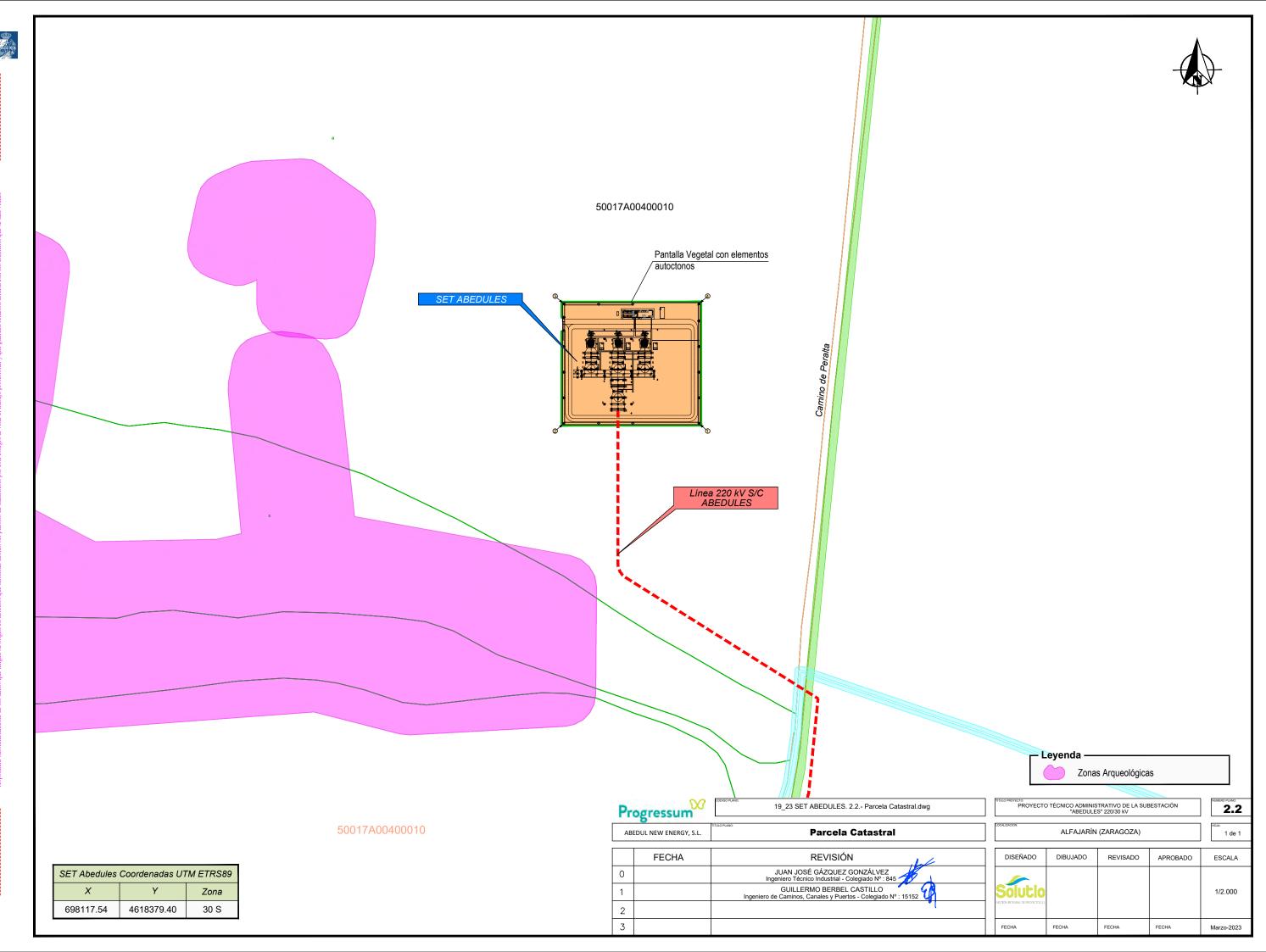


# **ÍNDICE**

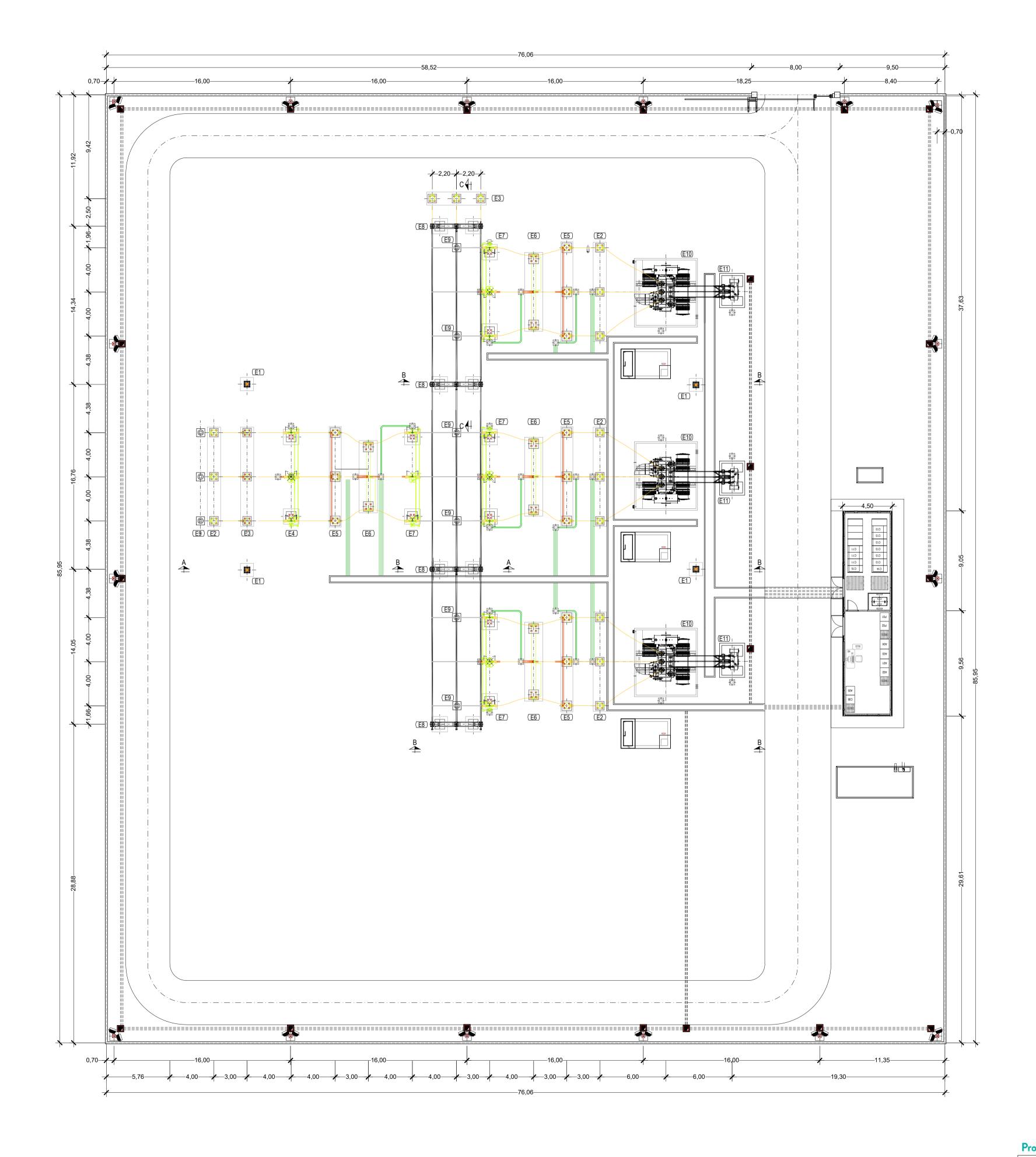
- 1- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
- 2.1 IMPLANTACIÓN
- 2.2 PARCELA CATASTRAL
- 3- PLANTA GENERAL
- 4- SECCIONES
- 5- CIMENTACIONES Y CANALES
- 6- CIMENTACIÓN APARAMENTA
- 7- PUERTA DE ENTRADA Y VALLADO LINEAL
- 8- CANALIZACIONES
- 9- EDIFICIO DE CONTROL. OBRA CIVIL
- 10- EDIFICIO DE CONTROL. INSTALACIONES
- 11- RED DE PUESTA A TIERRA
- 12- ALUMBRADO Y FUERZA EXTERIOR
- 13- ESQUEMA UNIFILAR. SIMPLIFICADO
- 14- ESQUEMA UNIFILAR. PROTECCIONES
- 15- ESQUEMA UNIFILAR. SERVICIOS AUXILIARES



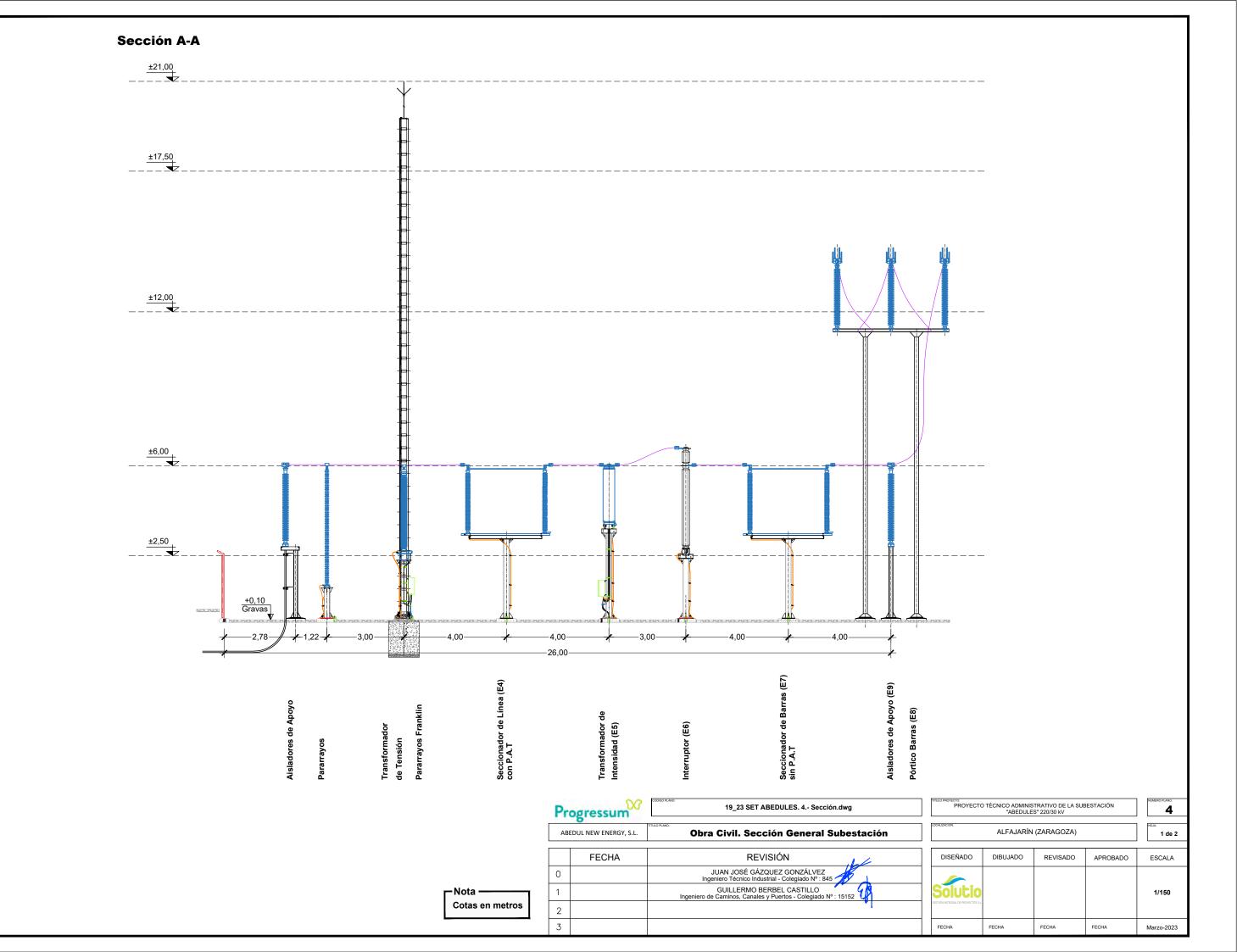


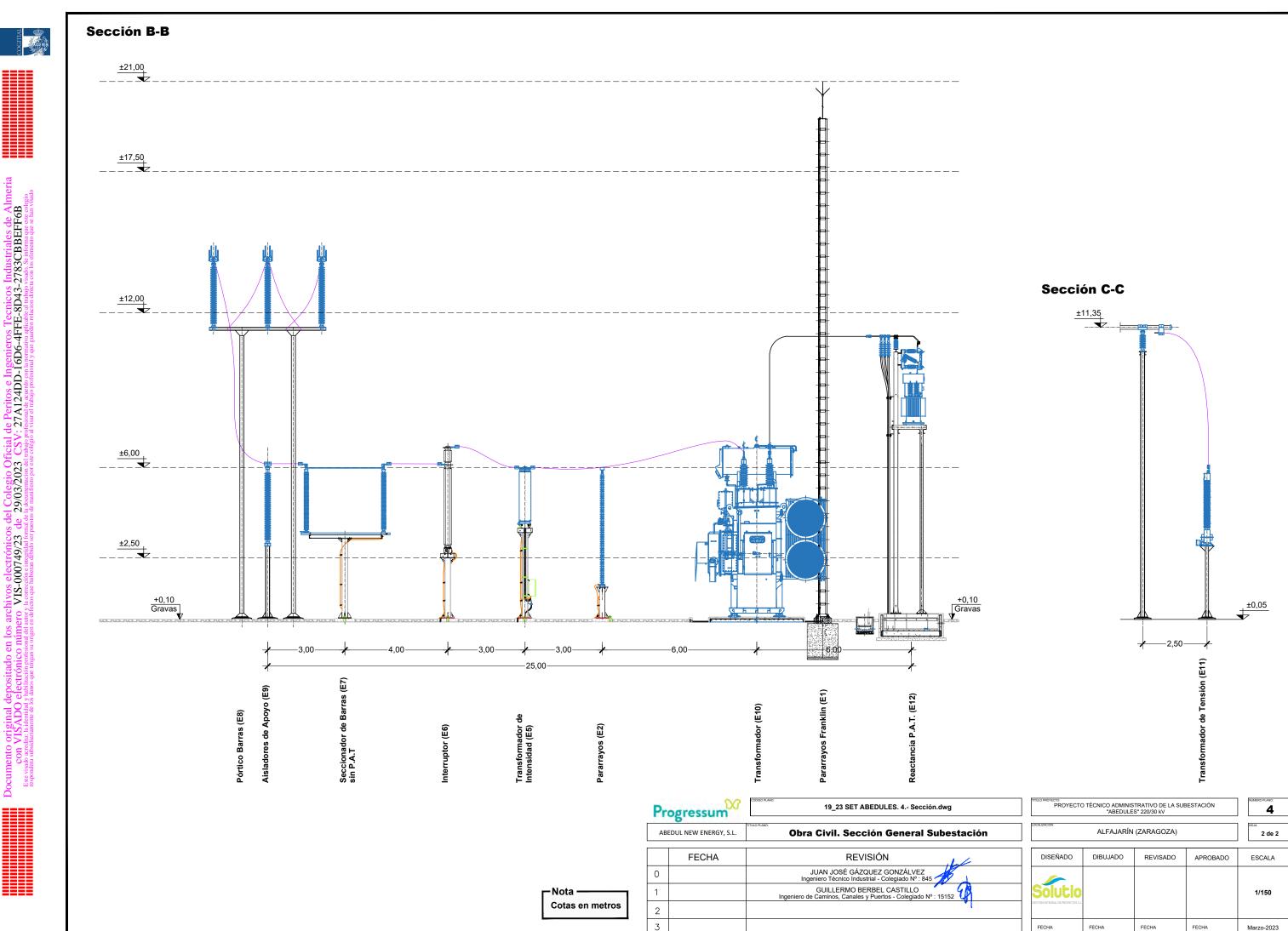


E1 Pararrayos Franklin



rogressum	19_23 SET ABEDULES. 3 Planta General.dwg		TITULO PROYECTO: PROYECTO		TRATIVO DE LA SUE S" 220/30 kV	BESTACIÓN	NUMERO PLANO:
ABEDUL NEW ENERGY, S.L.	Obra Civil. Planta General Subestación	LO	OCALIZACION:	ALFAJARÍN	(ZARAGOZA)		нола: 1 de 1
FECHA	REVISIÓN		DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
	JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLVEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado № : 845  GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado № : 15152	G	Solutio GESTÓN INTEGRAL DE PROYECTOS S.L.				1/200
		$\frac{1}{1}$	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Marzo-2023

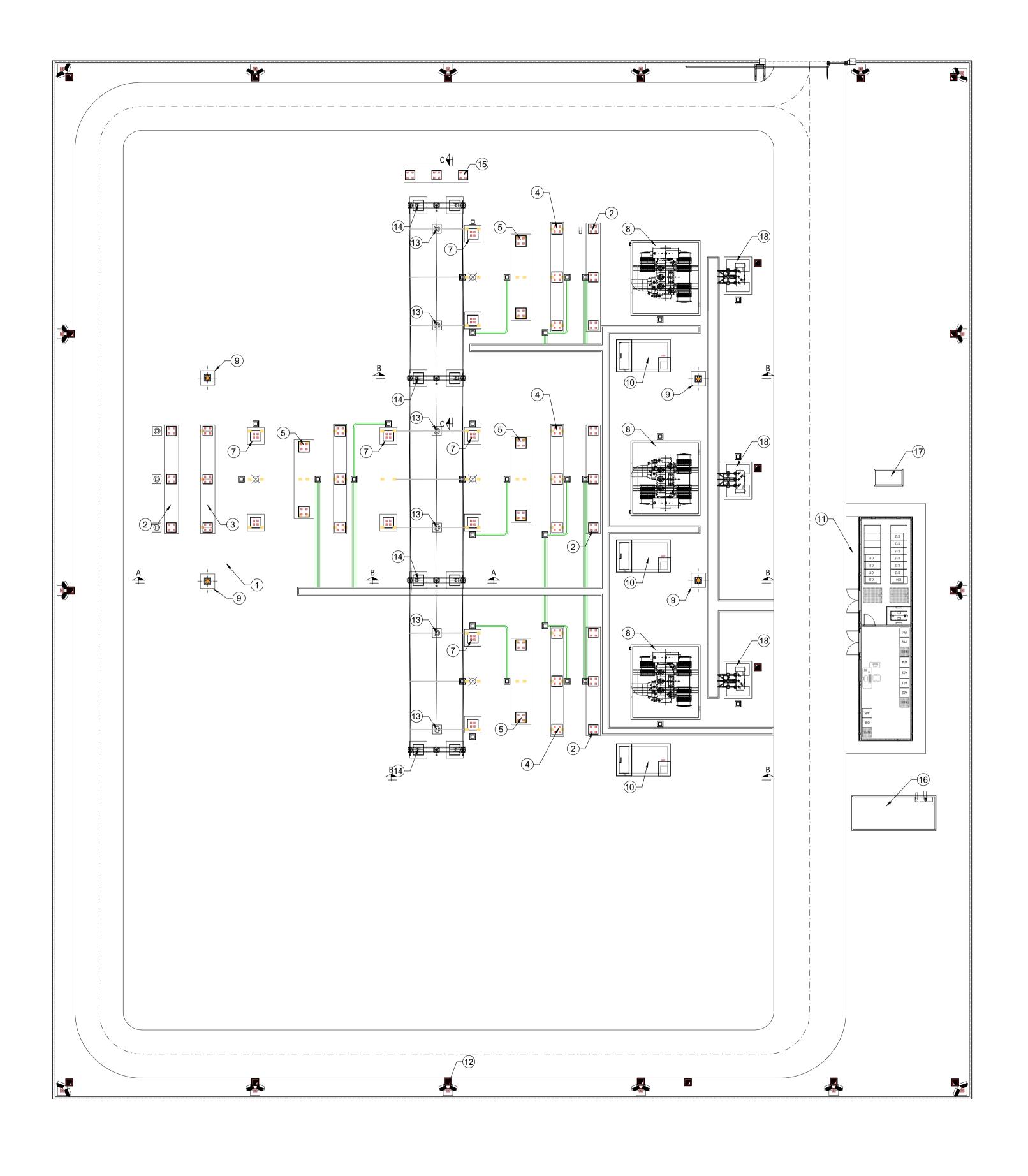




P.225-245

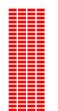


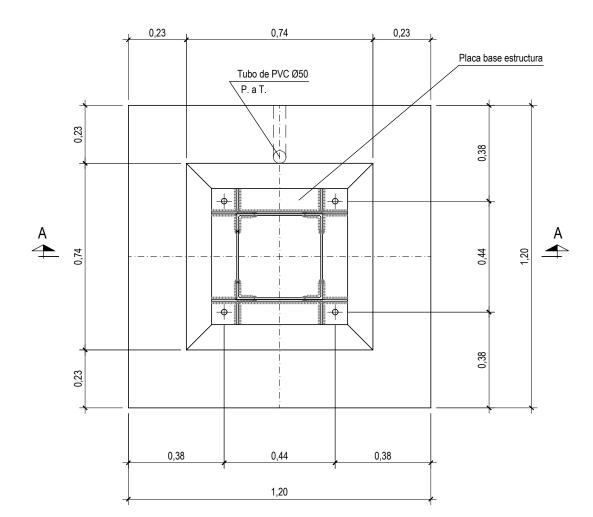
1 Cimentación Pórtico



rogressum	19_23 SET ABEDULES. 5 Cimentaciones y Canales.dwg	TITULO PROYECTO: PROYECT	O TÉCNICO ADMINIS "ABEDULE	STRATIVO DE LA SUI S" 220/30 kV	BESTACIÓN	NUMERO PLANO:
ABEDUL NEW ENERGY, S.L.	Obra Civil. Planta General. Cimentaciones y Canales	LOCALIZACION:	ALFAJARÍN	I (ZARAGOZA)		1 de 1
FECHA	REVISIÓN	DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
	JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLVEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado № : 845  GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado № : 15152	Solutio GESTIÓN INTEGRAL DE PROYECTOS S				1/200
	·	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Marzo-2023







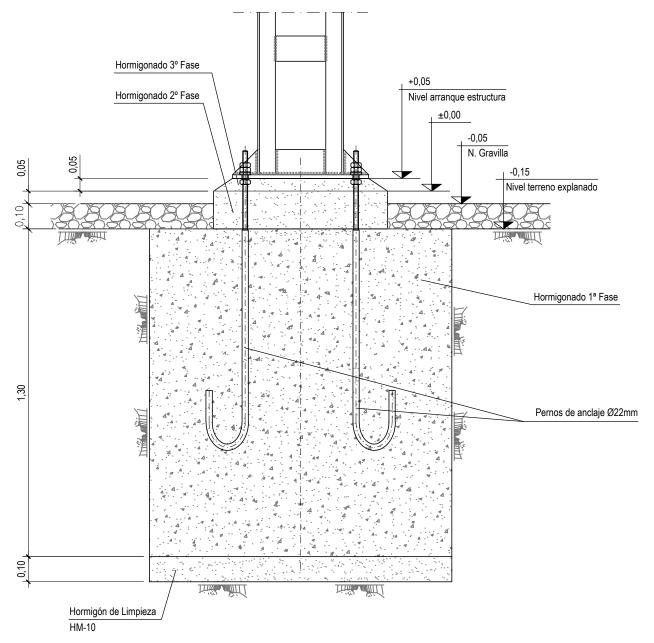
Planta Escala 1/15

# Notas:

- Para situar la cimentación ver plano planta general cimentaciones . orientar según tubo salida
- La cimentación se hormigonara en tres fases, en la primera se colocaran los pernos de anclaje Mediante plantillas metálicas. la 2º fase se realizara después de colocar

Los tubos pasacables y la 3ª fase después de colocar el soporte.

- La tensión admisible del terreno es 1'5kg/cm
- No se montará el mástil en el soporte hasta finalizada 1ª y 2ª fase de hormigonado
- Numero de cimentaciones a construir según planos de obra civil
- Consistencias: - Resistencia característica del Hormigón en masa fck= 20n/mm².  $\stackrel{\checkmark}{<}$  Dado de cimentación: plástica - Coeficiente de balasto: 1kg/cm3. Punta de diamante: fluida
- Nivel de control: normal



Sección A-A' Escala 1/15



**FECHA** 

0

2 3 19\_23 SET ABEDULES. 6.- Cimentación Pararrayos Franklin E1.dwg

Obra Civil. Cimentación. Pararrayos Franklin E1

REVISIÓN JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLVEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845 GUILLERMO BERBEL CASTILLO
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152

ILO PROYECTO:	_
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA SUBESTACIÓN	
"ABEDULES" 220/30 kV	

ALFAJARÍN (ZARAGOZA)

REVISADO APROBADO ESCALA

6.1

1 de 11

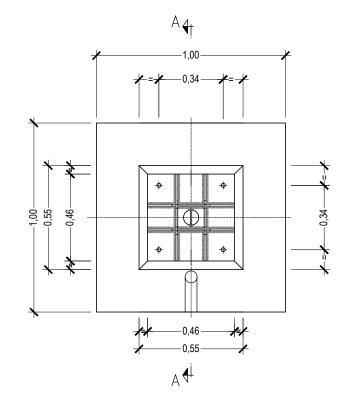
DISEÑADO DIBUJADO 1/15 Marzo-2023



P.226-245







Hormigón 3° FASE
HM-20/F/40/lla
Hormigón 2° fase
HM-20/F/40/lla
Tubo PVC Corrugado Ø50

Nivel arranque estructura

0,05
Nivel Gravilla
0,15
Nivel terreno explanado
Permos anclaje Ø22

Hormigón de Limpieza
HM-20/P/40/lla

Sección A-A Escala 1/20

Planta Escala 1/20

## Notas:

- Para situar la cimentación ver plano planta general cimentaciones . orientar según tubo salida
- La cimentación se hormigonara en tres fases, en la primera se colocaran los pernos de anclaje
- Mediante plantillas metálicas. la 2º fase se realizara después de colocar
- Los tubos pasacables y la 3ª fase después de colocar el soporte.
- La tensión admisible del terreno es 1'5kg/cm
- No se montará el mástil en el soporte hasta finalizada 1ª y 2ª fase de hormigonado
- Numero de cimentaciones a construir según planos de obra civil
- Resistencia característica del Hormigón en masa fck= 20n/mm². Dado de cimentación: plástica

m². Consistencias:
Dado de cimentación: plástica
Punta de diamante: fluida

- Coeficiente de balasto: 1kg/cm3.

- Nivel de control: normal

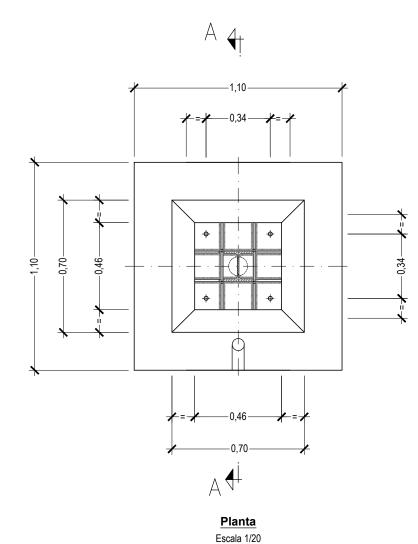
P	rogressum	19_23 SET ABEDULES. 6 Cimentación. Pararayos - Aisladores E2 - E9.dwg	]	PROYECTO:		STRATIVO DE LA SUE S" 220/30 kV	BESTACIÓN	NUMERO PLANO:
А	BEDUL NEW ENERGY, S.L.	Obra Civil. Cimentación. Autoválvulas y Aisladores de Apoyo E2 y E9		LOCALIZACION:	ALFAJARÍN	(ZARAGOZA)		2 de 11
	FECHA	REVISIÓN	]	DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLVEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado № : 845		-				
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado № : 15152		Solutio				1/20
2		*1		GESTIÓN INTEGRAL DE PROYECTOS S.L.				
3				FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Marzo-2023

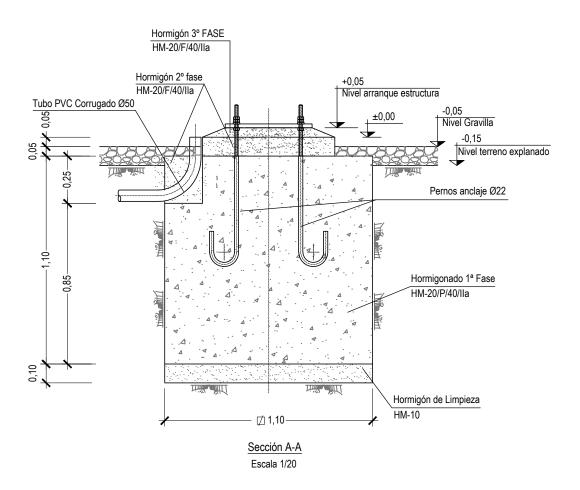


P.227-245









### Notas:

- Para situar la cimentación ver plano planta general cimentaciones . orientar según tubo salida
- La cimentación se hormigonara en tres fases, en la primera se colocaran los pernos de anclaje Mediante plantillas metálicas. la 2º fase se realizara después de colocar Los tubos pasacables y la 3ª fase después de colocar el soporte.
- La tensión admisible del terreno es 1'5kg/cm
- No se montará el mástil en el soporte hasta finalizada 1ª y 2ª fase de hormigonado
- Numero de cimentaciones a construir según planos de obra civil
- Consistencias: - Resistencia característica del Hormigón en masa fck= 20n/mm².  $\sqrt{\frac{}{Dado\ de\ cimentación:}}$  plástica - Coeficiente de balasto: 1kg/cm3. Punta de diamante: fluida
- Nivel de control: normal



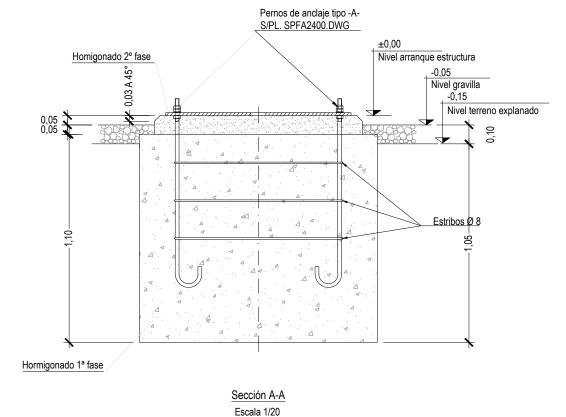
6.3

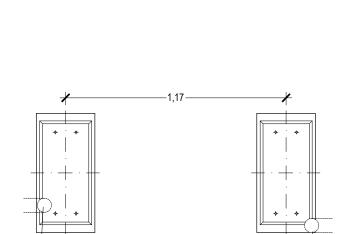
Marzo-2023

P.228-245



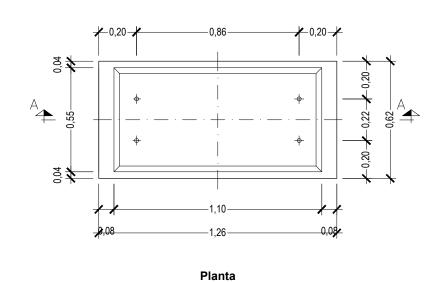






Tubo de PVC Ø75

Tubo de PVC Ø75



Escala 1/20

## Notas:

- 1.- La fundación se hormigonara en dos fases; en la 1ª, se colocaran los pernos de anclaje mediante plantillas metálicas. la 2º fase se realizara después de colocar los tubos pasacables y la estructura metálica.
- 2.- La fundacion esta dimensionada para un terreno de capacidad portante 1,5 Kg/cm2.

según Código Estructural Hormigones.-2ª FASE HM-20/P/40/I 1° FASE HM-20/B/40/I Hormigón en masa (HM) Resistencia característica, 200 Kg/cm2 (20) Hormigón en masa (HM) Resistencia característica, 200 Kg/cm2 (20) Consistencia, blanda (B) Consistencia, plastica (P). Tamaño máximo del árido, 40 mm (40) Tamaño máximo del árido, 40 mm (40) Designación del ambiente, ver articulo 8.2.1. Designación del ambiente, VER ARTICULO 8.2.1.



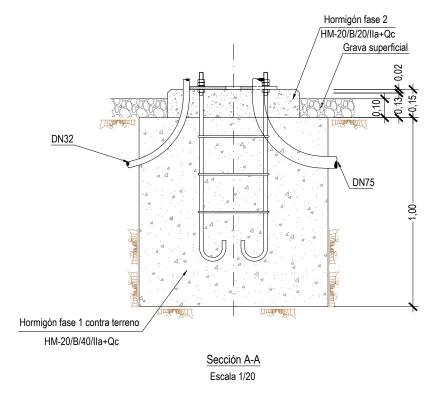
4 de 11 DISEÑADO DIBUJADO REVISADO APROBADO ESCALA 1/20 Marzo-2023

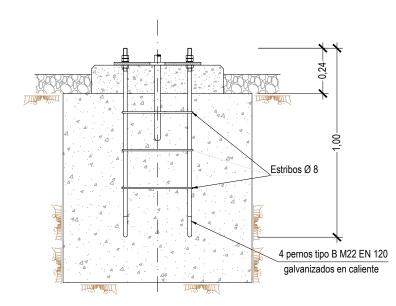
ALFAJARÍN (ZARAGOZA)

6.4

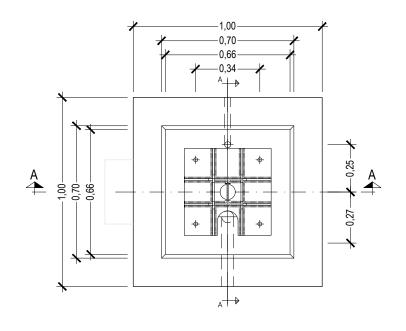








Sección B-B Escala 1/20



Planta Escala 1/20

### Notas:

- La colocación y el número de tubos de embebidos en la posición que marca:
- Planta general tierras
  Planta general canalizaciones secundarias
- Al finalizar las obras, se extenderá sobre la cota ±0,00 de explanación, una capa de gravilla de piedra machacada 12 a 18 mm con un espesor medio de 100 mm.

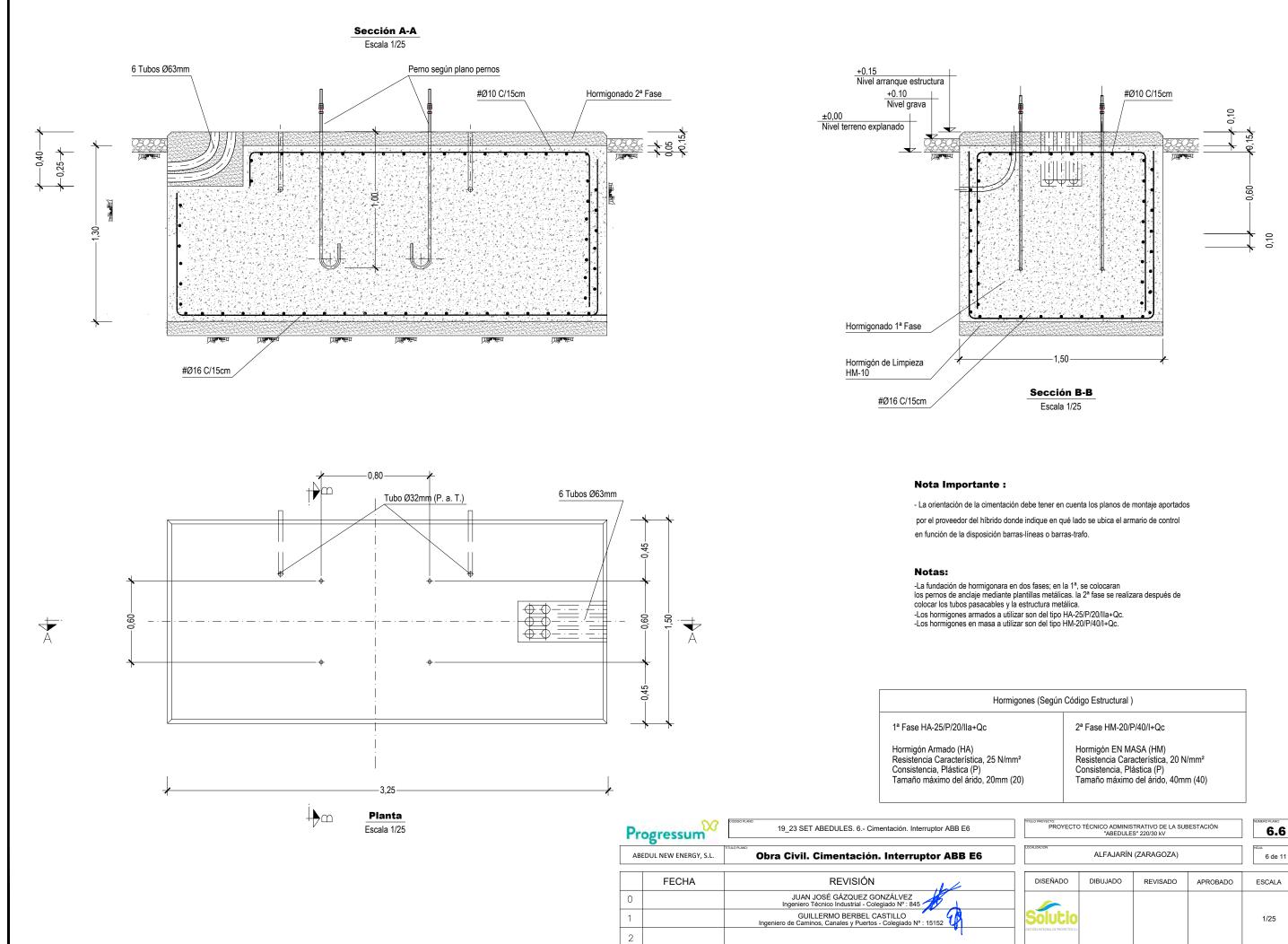
Hormigones.- según Código Estructural 1° FASE HM-20/B/40/I 2ª FASE HM-20/P/40/I Hormigón en masa (HM) Hormigón en masa (HM) Resistencia característica, 200 Kg/cm2 (20) Resistencia característica, 200 Kg/cm2 (20) Consistencia, blanda (B) Consistencia, plastica (P). Tamaño máximo del árido, 40 mm (40) Tamaño máximo del árido, 40 mm (40) Designación del ambiente, ver articulo 8.2.1. Designación del ambiente, VER ARTICULO 8.2.1.





6.5

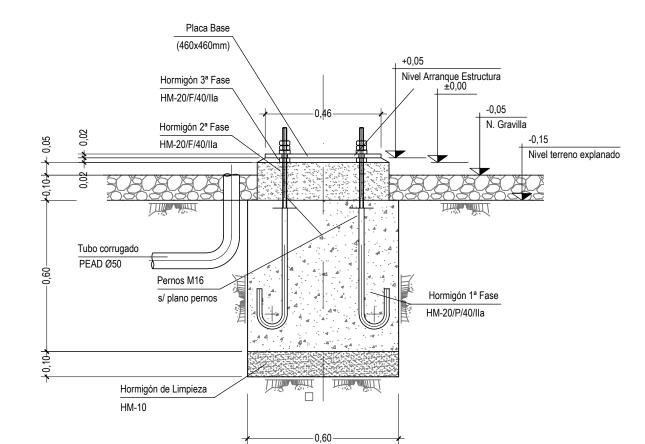




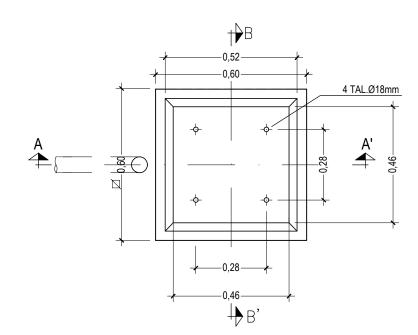
Marzo-2023

Marzo-2023

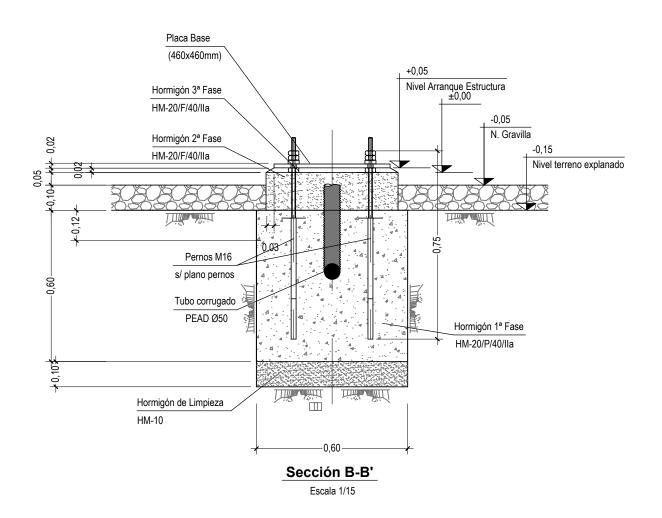




Sección A-A'
Escala 1/15



Planta
Escala 1/15



# Notas:

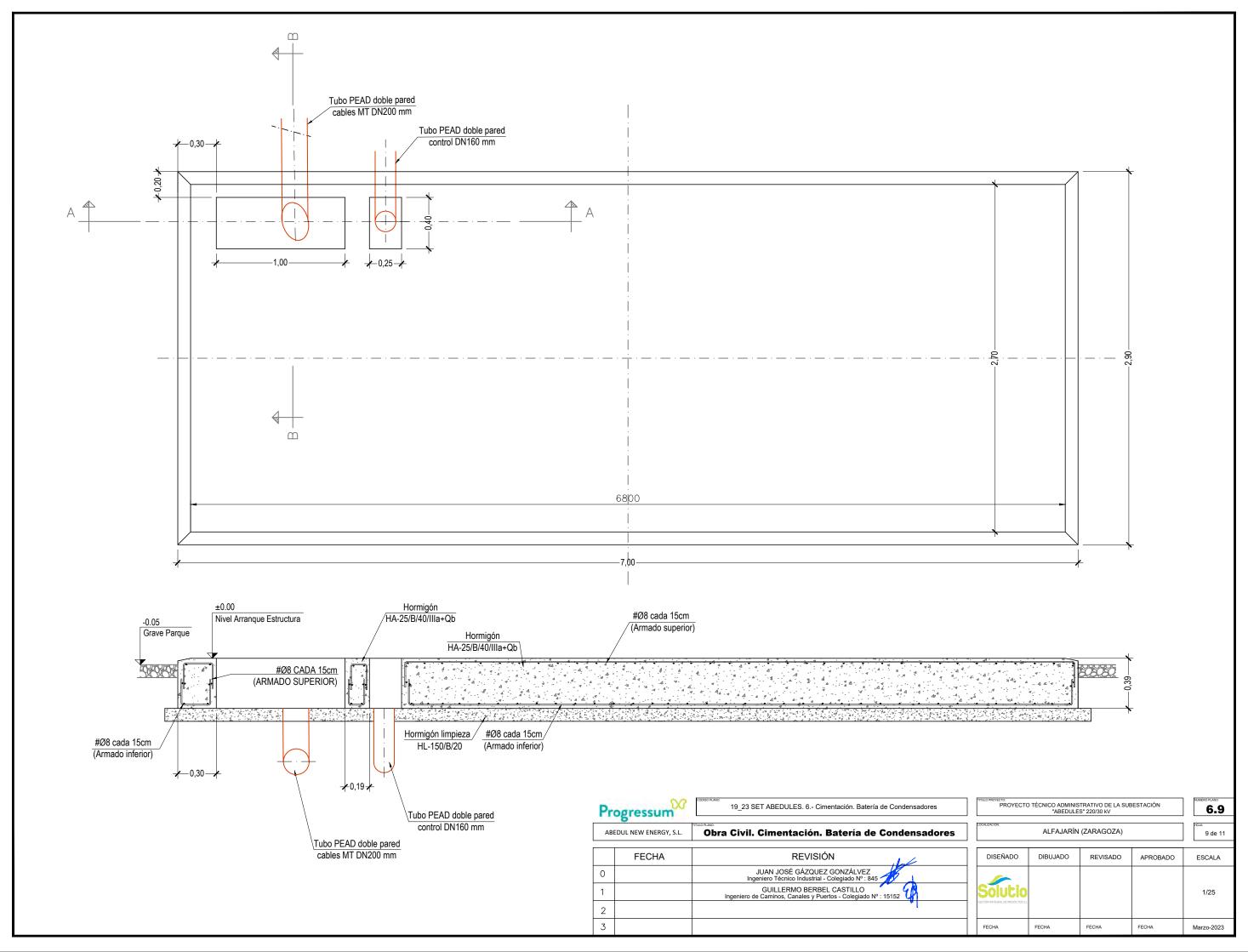
- Para situar la cimentación ver plano planta general cimentaciones . orientar según tubo salida
- La cimentación se hormigonara en tres fases, en la primera se colocaran los pernos de anclaje
   Mediante plantillas metálicas. la 2º fase se realizara después de colocar
- Los tubos pasacables y la 3ª fase después de colocar el soporte.
- La tensión admisible del terreno es 1'5kg/cm
- No se montará el mástil en el soporte hasta finalizada 1ª y 2ª fase de hormigonado
- Numero de cimentaciones a construir según planos de obra civil
- Resistencia característica del Hormigón en masa fck= 20n/mm². - Coeficiente de balasto: 1kg/cm3. Consistencias:

  Dado de cimentación: plástica

  Punta de diamante: fluida
- Nivel de control: normal

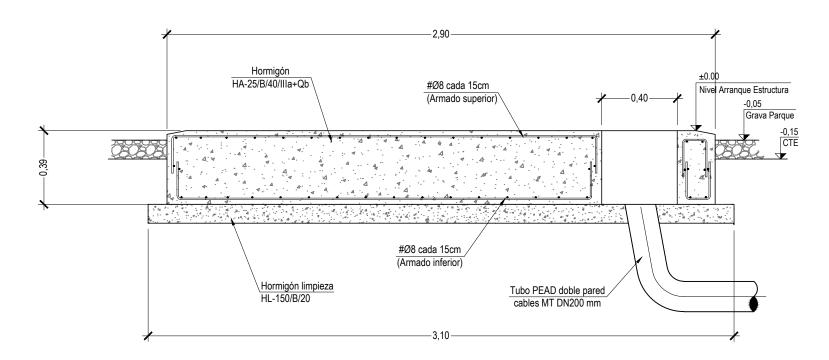
Pr	ogressum	19_23 SET ABEDULES. 6 Cimentación. Soporte Proyectores	PROYECTO		STRATIVO DE LA SUE S" 220/30 kV	BESTACIÓN	6.8
AB	EDUL NEW ENERGY, S.L.	Obra Civil. Cimentación. Soporte Proyectores	LOCALIZACION	ALFAJARÍN	(ZARAGOZA)		нола: 8 de 11
	FECHA	REVISIÓN	DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLVEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado №: 845	-				
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado № : 15152	Solutio				1/15
2		*1	GESTIÓN INTEGRAL DE PROYECTOS S.L.				
3			FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Marzo-2023











## Nota:

- 1.- La fundación, excepto el hormigón de limpieza, se hormigonará en una única fase. en ella se colocarán
- los tubos pasacables. posteriormente se rellenarán los cajeados (salvo el de MT).

  2.- La fundación dispone de dos tipos de cajeado para facilitar la colocación de los tubos pasacables el cajeado de 250 mm corresponde al tubo de paso para cables de control y un segundo tipo para la salida de cables de MT., para su orientación ver :
  - Planta cimentaciones - Planta red de tierras
- 3.- Para la orientación de esta fundación se atenderá a la situación de las marcas en la planta
- general .

  4.- La fundación está dimensionada para un terreno de capacidad portante 1,5 kg/cm².

  5.- Anclajes tipo HSV M16x140 de HILTI o similar incluido rosca M16 DIN 934 con arandela plana A17 DIN 125.
- 6.- Para la canalización de cables de control y potencia se utilizan tubos PEAD de doble pared, corrugada la exterior, lisa la interior.

Pro	ogressum	19_23 SET ABEDULES. 6 Cimentación. Batería de Condensadores	TITU
ABI	EDUL NEW ENERGY, S.L.	Obra Civil. Cimentación. Batería de Condensadores	LOC
	FECHA	REVISIÓN	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLVEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado № : 845	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado № : 15152	
2			GES
3			Г

TITULO PROYECTO: PROYECTO	TÉCNICO ADMINIS "ABEDULE	TRATIVO DE LA SUE S" 220/30 kV	BESTACIÓN	6.10
LOCALIZACION:	ALFAJARÍN	(ZARAGOZA)		10 de 11
DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
Solutio Gestión integral de proyectos s.l.				1/20

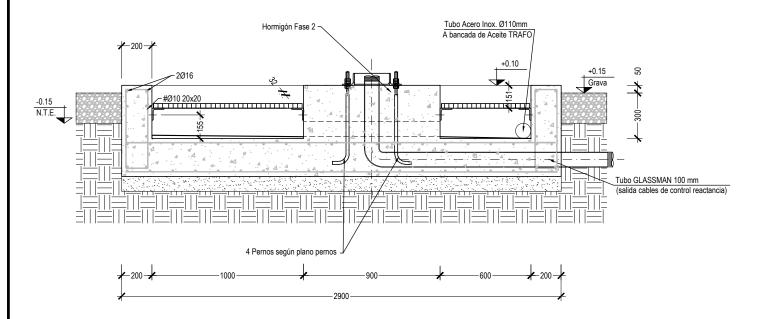
Marzo-2023

P.235-245



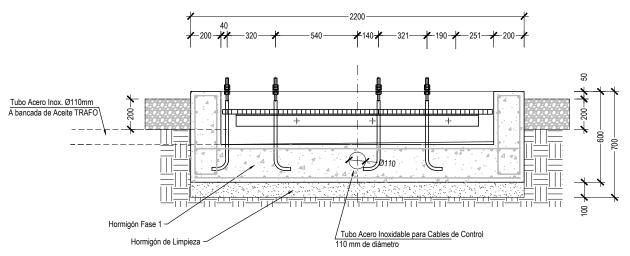


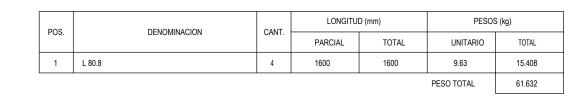
### Sección "A-A"



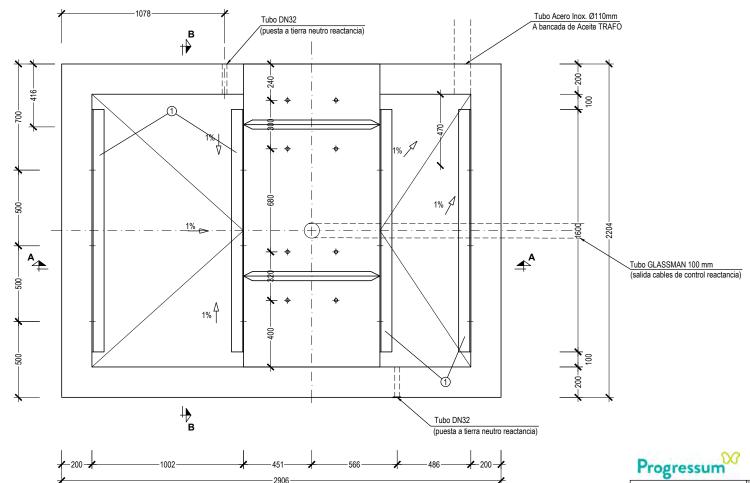
<u>Planta</u>

### Sección "B-B"





Cuadro de Pesos y Despiece



### Nota:

Ver plano de drenaje para confirmar pendientes interiores para la recogida de fugas de aceite.

Pro	gressum	19_23 SET ABEDULES. 6 Cimentación. Reactancia PAT E11
ABEC	DUL NEW ENERGY, S.L.	Obra Civil. Cimentación. Reactancia PAT E11
	FECHA	REVISIÓN

	DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
	Solutio GESTIÓN INTEGRAL DE PROVECTOS S.L.				1/25
	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Marzo-2023

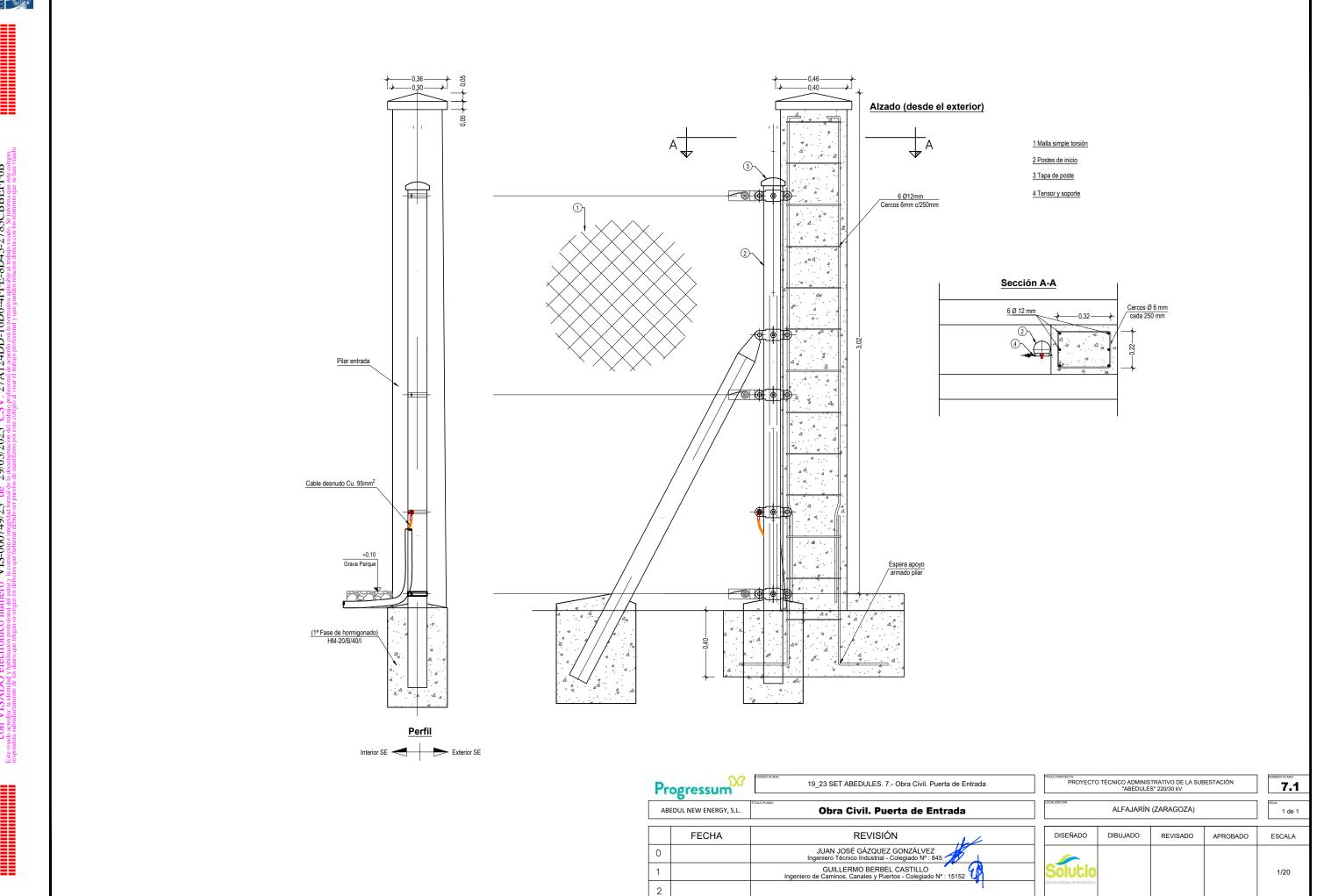
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA SUBESTACIÓN "ABEDULES" 220/30 kV

ALFAJARÍN (ZARAGOZA)

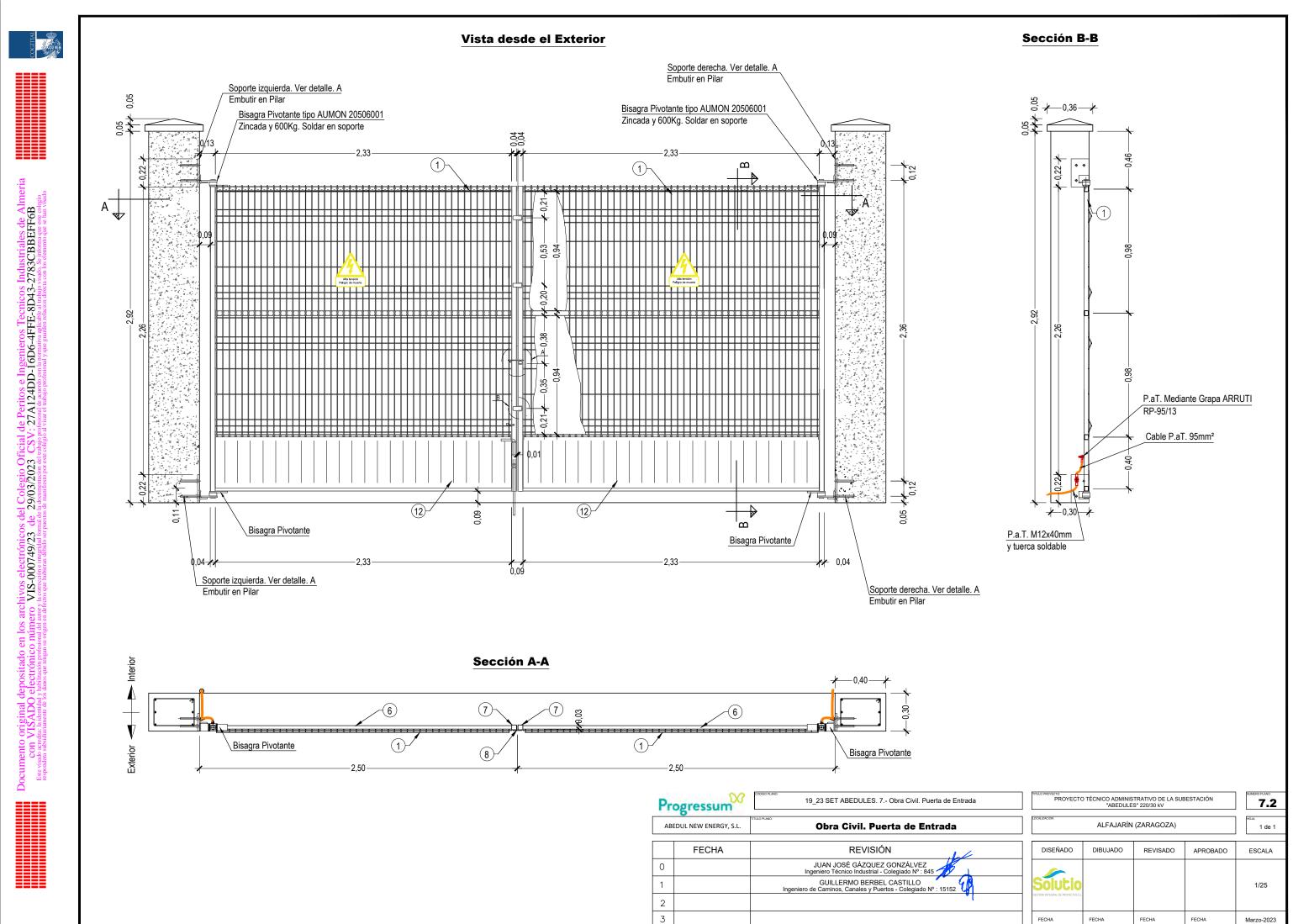
6.11

11 de 11

JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLVEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845 0 GUILLERMO BERBEL CASTILLO
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152 2 3

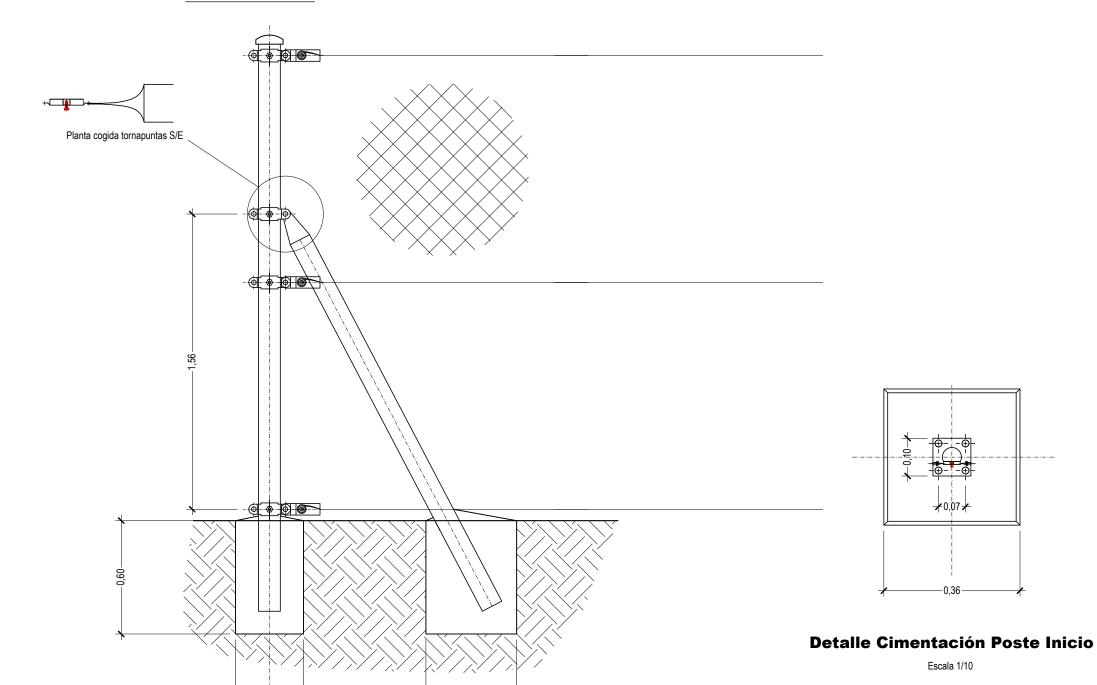


Marzo-2023





# Poste de Inicio



Pr	ogressum	19_23 SET ABEDULES. 7 Obra Civil. Vallado Lineal (I)		
AB	EDUL NEW ENERGY, S.L.	Obra Civil. Vallado Lineal (I)		LOC
	FECHA	REVISIÓN		
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLVEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845		
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado № : 15152		9
2		*1		GEST
3				F

		ALFAJARÍN	(ZARAGOZA)		1 de 1
	DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
_					
	Solutio GESTIÓN INTEGRAL DE PROYECTOS S.L.				1/20
	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Marzo-2023

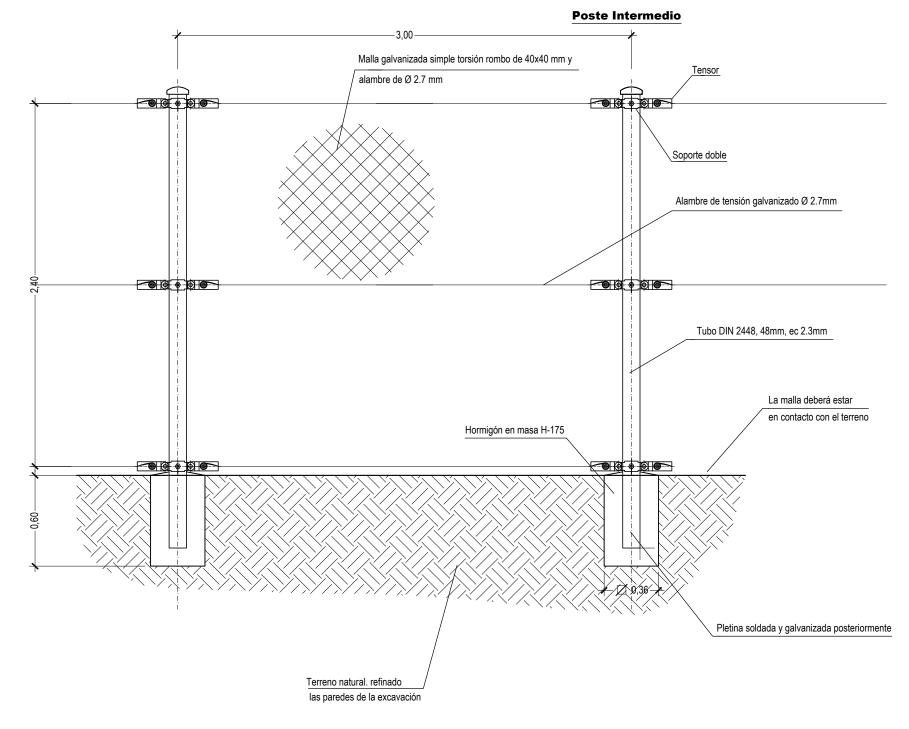
7.3

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA SUBESTACIÓN "ABEDULES" 220/30 kV

P.239-245







# Cerramiento de Malla

Pro	ogressum	19_23 SET ABEDULES. 7 Obra Civil. Vallado Lineal (II)
ABEDUL NEW ENERGY, S.L.		Obra Civil. Vallado Lineal (II)
	FECHA	REVISIÓN
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLVEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado № : 845
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152
2		
3		

LOCALIZACION:	1 de 1			
DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
Solutio GESTION INTEGRAL DE PROVECTOS S.L.				1/25

7.4

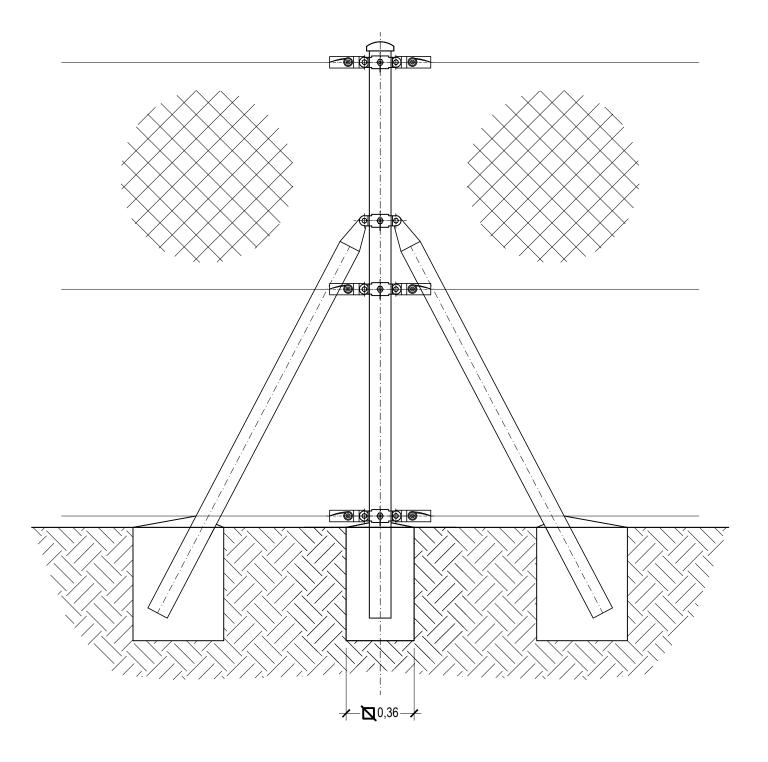
Marzo-2023

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA SUBESTACIÓN
"ABEDULES" 220/30 kV

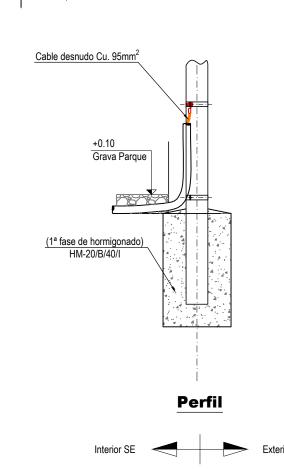
P.240-245



# Poste de Refuerzo



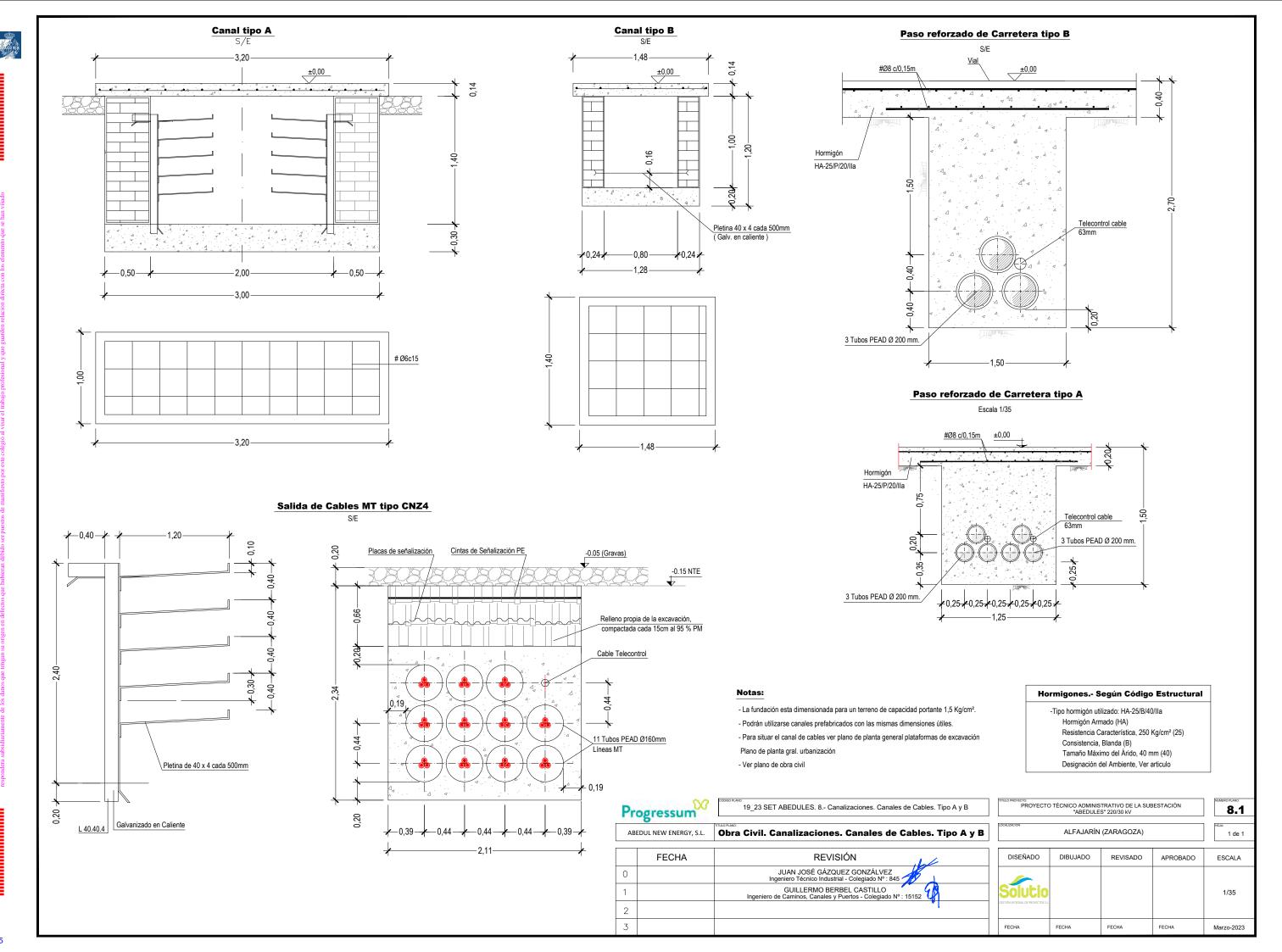




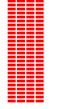
Soportes- agarres cable tensor y PAT

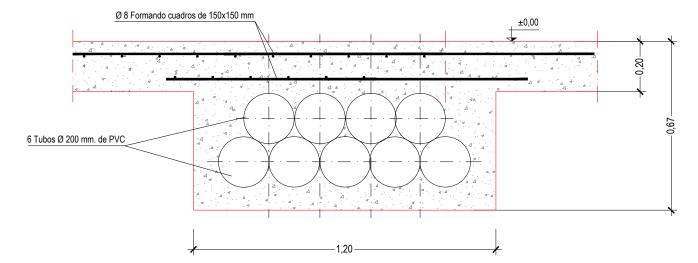
Detalles conexión a Tierra de Vallado

Pr	ogressum	19_23 SET ABEDULES. 7 Obra Civil. Vallado Lineal (III)	PROYECTO:	) TÉCNICO ADMINIS "ABEDULE	TRATIVO DE LA SUE S" 220/30 kV	BESTACIÓN	NUMERO PLANO:
АВ	EDUL NEW ENERGY, S.L.	Obra Civil. Vallado Lineal (III)	LOCALIZACION:	ALFAJARÍN	(ZARAGOZA)		нола: 1 de 1
	FECHA	REVISIÓN	DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLVEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado № : 845	<u> </u>				
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado № : 15152	Solutio				1/20
2		*1	GESTION INTEGRAL DE PROPELTOS S.L.				
3			FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Marzo-2023

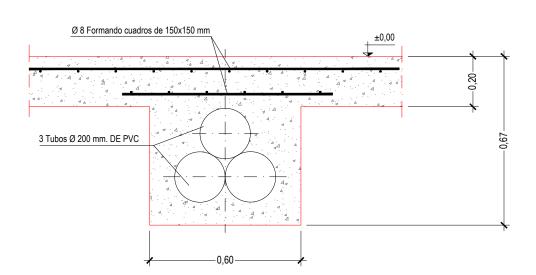




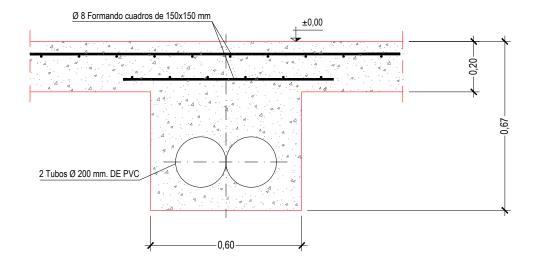




Paso Reforzado de Carretera Canal tipo A



Paso Reforzado de Carretera Canal tipo B

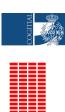


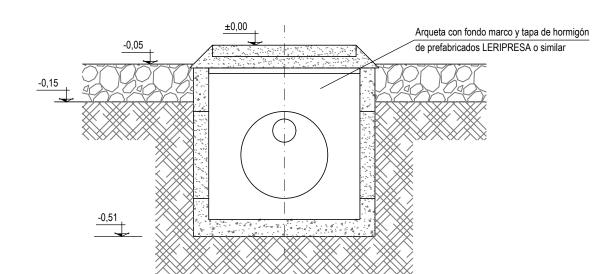
# Paso Reforzado de Carretera Canal tipo C

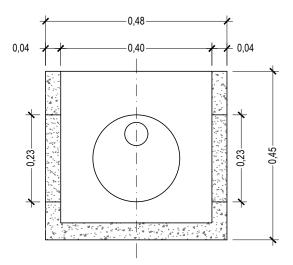


-Tipo hormigón utilizado: HA-25/B/40/IIa Hormigón Armado (HA) Resistencia Característica, 250 Kg/cm² (25) Consistencia, Blanda (B) Tamaño Máximo del Árido, 40 mm (40) Designación del Ambiente, Ver articulo

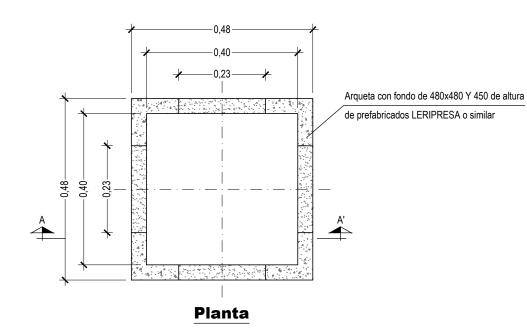
Hormigones.- Según Código Estructural

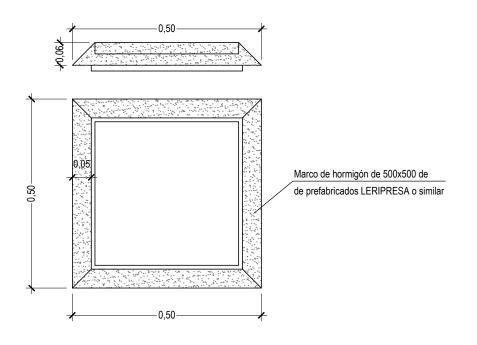




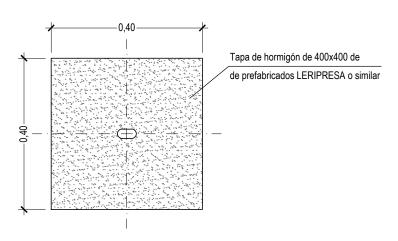


Sección A-A'





# **Marco Prefabricado**



Tapa Prefabricada

### -Notas:

-Para orientación de la cimentación ver la situación en la planta general de obra civil

	Pr	ogressum	19_23 SET ABEDULES. 8 Canalizaciones. Cables Arqueta Prefabricada Iluminación	TIT	PROYECTO: PROYECTO		TRATIVO DE LA SUE S" 220/30 kV	BESTACIÓN	NUMERO PLANO:
[	AB	EDUL NEW ENERGY, S.L.	Obra Civil. Canalizaciones. Cables Arqueta Prefabricada Iluminación	LO	OCALIZACION:	ALFAJARÍN	(ZARAGOZA)		HOJA: 1 de 1
		FECHA	REVISIÓN		DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
	0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLVEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado № : 845		<i>_</i>				
	1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152		Solutio				1/10
	2		*(	GE	SESTIÓN INTEGRAL DE PROYECTOS S.L.				
	3				FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Marzo-2023



# HOJA DE CONTROL DE FIRMAS VISADO

El Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Almería ha realizado esta trámite administrativo siguiendo los procedimientos del los Sistemas de Gestión de calidad UNE-EN ISO 9001 y Medioambiental UNE-EN ISO 14001, comprobándose los siguientes puntos:

- 1. El Ingeniero está Colegiado.
- 2. El Ingeniero tiene titulación declarada.
- 3. No consta que el Ingeniero haya sido inhabilitado profesionalmente, ni judicialmente.
- 4. El Ingeniero ha declarado que tiene seguro de responsabilidad civil profesional.
- 5. El Ingeniero ha declarado estar dado de alta para el ejercicio de la profesión.
- 6. La correcció n e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable.

•	DATOS DEL TRABAJO
Título	
Dirección	
Población	
Provincia	N.I.F./D.N.I
Cliente	
Firma institución	Firma institución
Firma institución	Firma institución
VERIFICADOR: la validez pued	de COMPROBARSE en la web https://cogitial.es/verificador
* Colegiado que realiza el trámite Nombre	COLEGIADOS  Nombre
Número de colegiado	Número de colegiado
Nombre	Nombre
Número de colegiado	Número de colegiado