

**MOLINOS  
DEL EBRO**

***PROYECTO DE EJECUCIÓN***  
***SET “CABIGORDO”***  
***220/20 KV***

***TÉRMINO MUNICIPAL DE CEDRILLAS (TERUEL)***

## CONTENIDO

<b><i>I. Memoria</i></b> .....	<b>8</b>
<b><i>II. Pliego de Condiciones</i></b> .....	<b>65</b>
<b><i>III. Presupuesto</i></b> .....	<b>76</b>
<b><i>IV. Planos</i></b> .....	<b>82</b>
<b><i>V. Estudio de Seguridad y Salud</i></b> .....	<b>93</b>
<b><i>VI. Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición</i></b> .....	<b>168</b>

<b><i>I. Memoria</i></b> .....	<b>8</b>
1. Objeto y Antecedentes .....	9
2. Acreditación de la capacidad legal, técnica y económica del solicitante .....	10
3. Emplazamiento y accesos .....	11
4. Afecciones a Montes de Utilidad Pública.....	12
5. Descripción general.....	13
6. Superficie de ocupación, movimiento de tierras y obra civil .....	14
6.1. Superficie de ocupación y movimiento de tierras. ....	14
6.2. Obra civil .....	14
7. Transformador de Potencia .....	16
7.1. Características Nominales.....	16
7.2. Características de Funcionamiento .....	17
7.3. Ensayos.....	17
7.4. Equipamiento y accesorios.....	18
7.5. Esquema de pintura .....	19
8. Elementos de Maniobra y Protección .....	19
8.1. Características de la aparamenta de alta tensión .....	22
8.1.1. Seccionador .....	22
8.1.2. Interruptor automático .....	24
8.1.3. Pararrayos autoválvulas.....	26
8.1.4. Transformadores de Intensidad.....	27
8.2. Transformadores de Tensión .....	28
8.3. Equipos de medida.....	29
9. Instalaciones de Media Tensión .....	30
9.1. Características generales de las Celdas .....	30
9.2. Celda de protección general (Salida a transformador de potencia).....	32

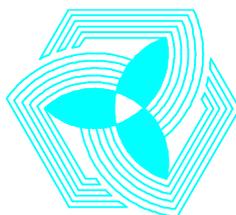
9.3.	Celdas colectoras (Protección alineaciones aerogeneradores).....	33
9.4.	Celda de protección de servicios auxiliares.....	33
9.5.	Ensayos.....	34
9.6.	Complementos .....	34
10.	Instalaciones de baja tensión .....	35
10.1.	Transformador MT/BT .....	35
10.2.	Cuadro Auxiliar de Distribución de Corriente Alterna de 50 Hz .....	35
10.3.	Equipos Rectificador-Batería y Panel de 125 Vcc.....	36
10.4.	Alumbrado .....	37
10.4.1.	Sala de Control.....	37
10.4.2.	Subestación Transformadora.....	37
10.4.3.	Alumbrado de Emergencia.....	37
10.5.	Potencia contratada prevista para el consumo de servicios auxiliares.....	37
11.	Puesta a tierra .....	38
11.1.	Puesta a tierra. Nivel de Tensión de 220 KV.....	38
11.2.	Puesta a tierra. Nivel de Tensión de 20 KV.....	38
11.3.	Características de la Malla de tierra.....	39
11.3.1.	Cálculo de la Instalación de puesta a tierra.....	40
11.3.2.	Resultados .....	42
12.	Dimensionado de líneas .....	44
12.1.	Determinación de la caída de tensión en la línea.....	44
12.2.	Intensidad máxima admisible en servicio permanente .....	45
12.2.1.	Conexión celdas 20 KV subestación – Transformador de potencia.....	45
12.2.2.	Conexión aparamenta 220 kV Subestación Transformadora.....	46
12.3.	Intensidad máxima admisible en cortocircuito.....	47
12.3.1.	Efecto corona .....	48
13.	Estudio de corrientes de cortocircuito.....	49
13.1.	Modelo de la instalación.....	49
13.2.	Determinación de impedancias .....	50
13.3.	Cálculo de corrientes de cortocircuito.....	55
13.3.1.	Resultados del cálculo de corrientes de cortocircuito.....	57
13.3.2.	Comentarios y conclusiones del cálculo.....	62
14.	Sistemas de mando, protección y control.....	63
15.	Códigos, Normas y Reglamentos Técnicos.....	63
<b>II. Pliego de Condiciones.....</b>		<b>65</b>
1.	General.....	66
1.1.	Objeto.....	66
1.2.	Códigos y Normas .....	67
1.3.	Calidad y seguridad en el trabajo .....	69
2.	Control de calidad.....	70
2.1.	Control de materiales .....	70

2.2. Control de ejecución.....	71
3. Inspección, pruebas y ensayos .....	72
4. Plazo de ejecución.....	73
5. Documentación.....	74
<b>III. Presupuesto .....</b>	<b>76</b>
<b>IV. Planos .....</b>	<b>82</b>
01 - Localización geográfica SET Cabigordo.....	83
02 - Emplazamiento y perímetro SET Cabigordo.....	84
03 - Planta general SET Cabigordo .....	85
04 - Alzado SET Cabigordo .....	86
05 - Planta general Edificio de control SET Cabigordo.....	87
06 - Alzado Edificio de control SET Cabigordo .....	88
07 - Esquema unifilar funcional 220 kV SET Cabigordo .....	89
08 - Esquema Unifilar funcional 20 kV SET Cabigordo.....	90
09 – Afección a Monte de Utilidad Pública (MUP TE0443).....	91
<b>V. Estudio de Seguridad y Salud .....</b>	<b>93</b>
1. General.....	94
2. Características de la obra.....	94
2.1. Alcance.....	94
2.2. Medios auxiliares y maquinaria .....	95
2.3. Materiales previstos en la construcción.....	95
3. Protecciones Colectivas .....	96
4. Protecciones personales .....	97
5. Medidas de seguridad aplicadas al proceso constructivo.....	99
5.1. Obra civil .....	99
5.1.1. Riesgos más frecuentes.....	99
5.1.2. Normas básicas de seguridad. Protecciones colectivas.....	101
5.1.3. Normas básicas de seguridad. Protecciones personales.....	107
5.2. Montaje de equipos e instalaciones .....	108
5.2.1. Riesgos más frecuentes.....	108
5.2.2. Normas básicas de seguridad. Protecciones colectivas.....	109
5.2.3. Normas básicas de seguridad. Protecciones personales.....	110
6. Instalaciones sanitarias .....	111
6.1. Dotación de aseos.....	111
6.2. Dotación de los vestuarios .....	111
6.3. Dotación del comedor.....	111
6.4. Normas generales de conservación y limpieza .....	111

7.	Instalación eléctrica provisional .....	112
7.1.	Características generales .....	112
7.2.	Riesgos más frecuentes .....	112
7.3.	Normas básicas de seguridad .....	112
7.4.	Protecciones personales .....	113
7.5.	Protecciones colectivas .....	114
8.	Maquinaria .....	115
8.1.	Camiones con volquete, caja o plataforma .....	115
8.1.1.	Riesgos más frecuentes .....	115
8.1.2.	Normas básicas de seguridad .....	115
8.1.3.	Protecciones personales .....	115
8.1.4.	Protecciones colectivas .....	115
8.2.	Camión Grúa .....	116
8.2.1.	Riesgos más frecuentes .....	116
8.2.2.	Normas básicas de seguridad .....	116
8.2.3.	Protecciones Personales .....	116
8.2.4.	Protecciones colectivas .....	116
8.3.	Retroexcavadora .....	117
8.3.1.	Riesgos más frecuentes .....	117
8.3.2.	Normas básicas de seguridad .....	117
8.3.3.	Protecciones personales .....	117
8.3.4.	Protecciones colectivas .....	118
8.4.	Grúa torre. Grúa móvil .....	118
8.4.1.	Riesgos más frecuentes .....	118
8.4.2.	Normas básicas de seguridad .....	118
8.4.3.	Protecciones personales .....	119
8.4.4.	Protecciones colectivas .....	119
8.5.	Hormigonera .....	120
8.5.1.	Riesgos más frecuentes .....	120
8.5.2.	Normas básicas de seguridad .....	120
8.5.3.	Protecciones personales .....	121
8.5.4.	Protecciones colectivas .....	121
8.6.	Soldadura .....	122
8.6.1.	Soldadura eléctrica .....	122
8.6.2.	Soldadura autógena y oxicorte .....	122
8.6.3.	Protecciones individuales .....	123
8.7.	Motovolquete autopropulsado (Dumper) .....	124
8.7.1.	Riesgos más frecuentes .....	124
8.7.2.	Protecciones colectivas .....	124
8.7.3.	Protecciones individuales .....	124
8.8.	Cortadora de material cerámico .....	125
8.8.1.	Riesgos más frecuentes .....	125
8.8.2.	Normas básicas de seguridad .....	125

8.8.3.	Protecciones personales .....	125
8.8.4.	Protecciones colectivas.....	125
8.9.	Compresor.....	126
8.9.1.	Riesgos más frecuentes.....	126
8.9.2.	Protecciones colectivas.....	126
8.10.	Martillo neumático .....	127
8.10.1.	Medidas preventivas .....	127
8.10.2.	Protecciones individuales.....	127
8.11.	Vibrador.....	128
8.11.1.	Riesgos más frecuentes.....	128
8.11.2.	Normas básicas de seguridad.....	128
8.11.3.	Protecciones personales .....	128
8.11.4.	Protecciones colectivas.....	128
8.12.	Sierra circular .....	129
8.12.1.	Riesgos más frecuentes.....	129
8.12.2.	Normas básicas de seguridad.....	129
8.12.3.	Protecciones Personales.....	129
8.12.4.	Protecciones colectivas.....	129
9.	Medios auxiliares .....	130
9.1.	Descripción de los medios auxiliares.....	130
9.2.	Riesgos más frecuentes .....	130
9.2.1.	Andamios de servicios .....	130
9.2.2.	Andamios colgados .....	130
9.2.3.	Andamios de borriquetas. ....	130
9.2.4.	Escalera de mano .....	130
9.3.	Normas básicas de seguridad .....	131
9.3.1.	Andamios de servicios y colgantes .....	131
9.3.2.	Andamios de borriquetas o caballetes .....	131
9.3.3.	Escaleras de mano.....	131
9.3.4.	Estrobos, cables y cuerdas .....	132
9.4.	Protecciones personales .....	132
9.5.	Protecciones colectivas .....	132
10.	Operación de instalaciones eléctricas .....	133
10.1.	Maniobras en instalaciones eléctricas.....	133
10.1.1.	Normas básicas de seguridad.....	133
10.1.2.	Instrucciones básicas para maniobras .....	134
10.1.3.	Reposición de fusibles .....	134
10.1.4.	Protecciones personales .....	138
10.1.5.	Protecciones colectivas.....	139
10.1.6.	Disposiciones adicionales .....	140
11.	Pliego de condiciones.....	141
11.1.	Disposiciones legales de aplicación .....	141
11.2.	Condiciones de los medios de protección .....	143

11.2.1. General .....	143
11.2.2. Protecciones personales .....	143
11.2.3. Protecciones colectivas .....	143
11.3. Servicios de Prevención. Botiquín .....	145
11.4. Coordinador de seguridad .....	146
11.5. Comité de seguridad y salud .....	147
11.6. Instalaciones de higiene y bienestar .....	149
11.7. Plan de seguridad e higiene y condiciones generales .....	150
12. Presupuesto .....	152
13. Planos .....	154
13.1. Ordenación general de la obra. Direcciones y teléfonos .....	155
13.2. Señalización (I) .....	156
13.3. Señalización (II) .....	157
13.4. Balizamiento en cortes de carretera con desvío .....	158
13.5. Barandilla de protección .....	159
13.6. Línea de anclaje de cinturones de seguridad para trabajar sobre vigas de puentes .....	160
13.7. Protección en excavaciones (I) .....	161
13.8. Protección en excavaciones (II) .....	162
13.9. Protección en excavaciones (III) .....	163
13.10. Tope de retroceso para vertidos de tierra .....	164
13.11. Modelo de instalación para comedor, vestuarios y servicios higiénicos de obra .....	165
13.12. Protecciones eléctricas .....	166
<b>VI. Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición .....</b>	<b>168</b>
1. Objeto .....	169
2. Descripción del proceso de gestión de residuos .....	170
3. Estimación de la cantidad de residuos generados .....	172
4. Medidas de prevención de residuos .....	174
5. Operaciones de reutilización, valorización y eliminación de residuos .....	175
5.1. Gestión de residuos .....	175
5.2. Almacenamiento de residuos en obra .....	177
5.3. Reutilización de residuos .....	179
5.4. Valorización de residuos .....	179
5.5. Eliminación de residuos mediante depósito en vertedero .....	179
6. Medidas de separación de residuos en obra .....	180
7. Prescripciones técnicas particulares del proyecto .....	180
8. Presupuesto .....	181



**MOLINOS  
DEL EBRO**

***Proyecto de Ejecución***

# ***I. Memoria***

**SET “Cabigordo” 220/20 kV**

**Término Municipal de Cedrillas (Teruel)**

## 1. OBJETO Y ANTECEDENTES

MOLINOS DEL EBRO S.A. es una compañía perteneciente al Grupo empresarial SAMCA (Sociedad Anónima Minera Catalano-Aragonesa), creada en el año 1995 y dedicada a la producción de energía eléctrica.

MOLINOS DEL EBRO S.A. prevé ejecutar el Parque Eólico "Cabigordo I" (Términos Municipales de Corbalán y Cedrillas, Teruel), que es objeto de proyecto aparte. La evacuación del parque se realizará por medio de la Subestación Transformadora "Cabigordo" (T.M. de Cedrillas). El parque eólico dispondrá de su propio transformador de potencia 220/20KV.

La Subestación Eléctrica Transformadora "Cabigordo" será compartida con el Parque Eólico "Monteagudo", propiedad de MOLINOS DEL EBRO, S.A. y objeto de proyecto a parte, a través de una posición de línea (posición de línea "Monteagudo") y compartiendo el embarrado simple y la posición de línea "Hoyalta" con el Parque Eólico "Cabigordo I".

El presente proyecto se elabora a efectos de solicitar autorización administrativa previa y autorización administrativa de construcción para la Subestación Transformadora 220/20KV "Cabigordo" por parte de la administración competente.

## 2. ACREDITACIÓN DE LA CAPACIDAD LEGAL, TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL SOLICITANTE

Se acompañan de manera independiente al presente proyecto de ejecución las declaraciones responsables que acreditan que MOLINOS DEL EBRO, S.A. dispone de capacidad legal, técnica y económico-financiera.

En dichos documentos se justifica que MOLINOS DEL EBRO, S.A.:

- Tiene capacidad legal para realizar el proyecto, al ser una sociedad mercantil de nacionalidad española, que tiene como objeto social el desarrollo de la actividad de producción de energía eléctrica.
- Tiene capacidad técnica para realizar el proyecto, al haber ejercido la actividad de producción de energía eléctrica durante, al menos, los últimos tres años.
- Tiene capacidad económica para realizar el proyecto, al ser una empresa solvente económicamente, que cuenta con financiación suficiente para ejecutar la subestación eléctrica con fondos propios, que se complementarán con las aportaciones y financiación que sean necesarias por parte de la empresa matriz, S.A. Minera Catalano Aragonesa.

Conforme a dicha justificación se concluye, por tanto, que MOLINOS DEL EBRO, S.A. cumple los requisitos exigidos por:

- El Artículo 12 del Decreto-Ley 2/2016, de 30 de agosto, de medidas urgentes para la ejecución de las sentencias dictadas en relación con los concursos convocados en el marco del Decreto 124/2010, de 22 de junio, y el impulso de la producción de energía eléctrica a partir de la energía eólica en Aragón.
- El Artículo 121 del 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.

### 3. EMPLAZAMIENTO Y ACCESOS

La Subestación Transformadora prevista se situará en la parcela 34 del polígono 1 del término municipal de Cedrillas, en la provincia de Teruel. Al emplazamiento se accede desde la carretera TE-V-8001 en su punto kilométrico 2+180, margen derecha, aproximadamente.

La Subestación Eléctrica Transformadora ocupará el polígono definido por los vértices siguientes, en coordenadas U.T.M. en sistema de referencia ETRS 89:

VÉRTICE	UTM-X	UTM-Y
1	676.910	4.480.614
2	676.982	4.480.614
3	676.982	4.480.557
4	676.910	4.480.557

En el **Plano nº 01** se indica la Localización Geográfica y en el **Plano nº 02** se detalla el emplazamiento y perímetro de la subestación.



SET "CABIGORDO" 220/20kV  
TÉRMINO MUNICIPAL DE CEDRILLAS (TERUEL)



#### 4. AFECCIONES A MONTES DE UTILIDAD PÚBLICA

Las obras de construcción de la Subestación Eléctrica Transformadora afectarán al Monte de Utilidad Pública Nº 443 "Sierra Baja y Sierra Alta", titularidad del Ayuntamiento de Cedrillas (Teruel).

En el **Plano nº 09** se muestran las citadas afecciones.

## 5. DESCRIPCIÓN GENERAL

La Subestación Transformadora 220/20KV "Cabigordo" dispondrá de las siguientes posiciones de 220 kV en intemperie:

- Posición de transformación "Cabigordo I": transformador 220/20 kV destinado a elevar de 20 a 220 kV la energía procedente del Parque Eólico "Cabigordo I".
- Posición de línea "Monteagudo": se corresponde con la llegada de la línea destinada a la evacuación de energía del Parque Eólico "Monteagudo" hacia la SET "Cabigordo" (a través de la línea LAAT "220 kV SET Monteagudo – SET Cabigordo").
- Embarrado simple.
- Posición de línea "Hoyalta": se corresponde con la salida de la línea destinada a la evacuación de energía de los Parques Eólicos "Cabigordo I" y "Monteagudo" hacia la SET "Hoyalta" (a través de la línea LAAT "220 kV SET Cabigordo – SET Hoyalta").

Todos los elementos de la subestación están ubicados en un recinto vallado que incluye, además de la apartamentada de 220 kV, un edificio que alberga armarios de control, medida y protección, así como los cuadros de servicios auxiliares de corriente alterna, continua, baterías de acumuladores y celdas de 20 kV.

El sistema de 20 kV está constituido por un conjunto de celdas en simple barra, que incluirá celdas colectoras (energía producida por los aerogeneradores), celda de protección general (salida a transformador), protección de servicios auxiliares y medida. El sistema dispondrá de un transformador 20.000/420-240 V de 50KVA para alimentación de sistemas auxiliares.

En los **Planos nº 03** y **nº 04** se detallan la planta general y el alzado de la subestación.

## 6. SUPERFICIE DE OCUPACIÓN, MOVIMIENTO DE TIERRAS Y OBRA CIVIL

### 6.1. SUPERFICIE DE OCUPACIÓN Y MOVIMIENTO DE TIERRAS.

La superficie total ocupada por esta subestación, incluyendo los desmontes y taludes necesarios para su nivelación será de 5.822 m<sup>2</sup>.

En cuanto al movimiento de tierras previsto, se resume en la siguiente tabla:

SET CABIGORDO			
SECCIÓN	VOL.DESMONTE (m3)	VOL.TERRAPLÉN (m3)	VOL.NETO (m3)
SET	3.904,24	3.904,19	0,05
	TOTAL VOL.NETO SET (m <sup>3</sup> )		0,05

### 6.2. OBRA CIVIL

La obra civil de la Subestación comprende la excavación, explanación y nivelado del terreno, caseta de control y mantenimiento, cimentación y soportes para la aparamenta, cerramientos y acabados. En su diseño y ejecución se tendrán en cuenta todas las normativas expuestas en la Instrucciones Técnicas Complementarias que resulten de aplicación.

El terreno ocupado por la subestación, de 72 x 57 m, será explanado y recubierto de grava para evitar la emanación de polvo y mejorar las condiciones de protección. Para evitar encharcamientos de agua se darán pendientes al terreno o se establecerá un sistema de drenaje adecuado.

Se dispondrá la bancada para un transformador de potencia, con peso aproximado de 87.000 Kg, con depósito de recogida de aceite con una capacidad para 24.000 litros.

Se realizarán canalizaciones para los conductores separando los cables de baja tensión de los cables de potencia. En cualquier caso, las galerías, atarjeas, zanjas y tuberías para alojar los conductores serán amplias y se ejecutarán con una ligera pendiente hacia los pozos de recogida de agua o estarán provistas de tubos de drenaje.

La subestación contará con una sola edificación, consistente en una caseta de una sola planta de 32'2 x 7'4m, 5'17m de altura.

La caseta agrupará los puntos de control y servicios. En el edificio se dispondrá espacio para la colocación de celdas de protección de Servicios auxiliares, Transformador de servicios auxiliares y celdas de 20 KV para evacuación de la energía producida, puesto de telecontrol y telesupervisión del parque, cuadros de mando y control, cuadros de servicios auxiliares, equipos de medida y cualquier otro elemento necesario para la correcta operación y gestión de la subestación. Contará con un área para servicios generales, vestuarios, servicios, almacén de consumibles, material de seguridad y repuestos, y un recinto para realizar pequeñas reparaciones.

Se procederá al cercado de la Subestación Transformadora para mayor seguridad del personal, transeúntes, animales y los propios equipos mediante una valla metálica de 2'20 m.

El vigente Reglamento de Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad prescribe, en su Instrucción Técnica Complementaria ITC-RAT 12 Punto 3, las distancias en el aire entre elementos en tensión y entre estos y estructuras metálicas puestas a tierra. En el caso presente, con una tensión máxima para el material de 245 kV y seleccionado el nivel de tensión soportado por impulsos tipo rayo de 1.050 kV cresta, las distancias mínimas en el aire serán de 210 cm.

Las distancias entre fases de las conexiones de cable serán de 4'5 m en barras generales y 3'5 m en las posiciones de salida de línea y transformación, lo que permite mantener unas distancias superiores a las preceptuadas por el Reglamento.

En todas las zonas accesibles de la instalación, los elementos en tensión se colocarán a una altura mínima, medida desde el contacto del aislador a su zócalo puesto a tierra, de 230 cm., no siendo necesario establecer medidas adicionales de protección, conforme a lo indicado en ITC-RAT 15, Punto 4.1.5.

Todos los pasillos de maniobra e inspección que se dispongan en el recinto tendrán una anchura mínima de 1'2 m entre elementos en tensión y/o estructuras metálicas puestas a tierra. Todos los elementos en tensión sobre dichos pasillos estarán situados a 470 cm. de altura, mínimo (superando el mínimo exigido por ITC-RAT 15 Punto 4.1.1, de 460 cm.).

Para evitar contactos accidentales desde el exterior de la instalación se dispondrá una distancia horizontal de 250 cm, mínimo, desde cualquier elemento en tensión hasta el enrejado exterior (cumpliendo con lo dispuesto en ITC-RAT 15 Punto 3.2 que indica una distancia mínima de 220 cm).

## 7. TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Se instalará un transformador de potencia de 60 MVA destinado a la posición de transformación del parque eólico "Cabigordo I".

### 7.1. CARACTERÍSTICAS NOMINALES

Tipo .....	En baño de aceite mineral
Servicio .....	Continuo, Intemperie
Tensión Primaria nominal .....	220.000 V
Tensión secundaria nominal .....	20.000 V
Regulación .....	En carga, lado de alta, $\pm 10 \times 1,5\%$
Grupo de conexión .....	Ynd 11
Frecuencia .....	50 Hz
Potencia Nominal .....	50 MVA ONAN / 60 MVA ONAF
Temperatura ambiente (Max / Min) .....	40°C / -25°C
Altitud .....	< 2.000 m
Niveles de aislamiento arrollamientos (50 Hz 1 min / impulso 1,2/50 $\mu$ s)	
AT .....	395 / 950 KV
Neutro .....	140 / 325 KV
BT .....	50 / 125 KV
Niveles de aislamiento pasatapas (50 Hz 1 min / impulso 1,2/50 $\mu$ s)	
AT .....	460 / 1.050 KV
Neutro .....	140 / 325 KV
BT .....	50 / 125 KV
Normas de construcción .....	CEI-76 / UNE 20101

## 7.2. CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO

Pérdidas en vacío a tensión primaria y frecuencia nominal .....	Según norma
Pérdidas en el cobre 100% carga ONAF (75°C) .....	Según norma
Tensión de cortocircuito (75°C) .....	12'5%
Tolerancias	
Sobre las pérdidas en vacío .....	Según norma
Sobre las pérdidas en el cobre .....	Según norma
Sobre el total de las pérdidas .....	Según norma
Sobre la tensión de cortocircuito .....	Según norma
Incrementos de temperatura (temperatura ambiente 40°C)	
Cobre (medida por variación de resistencias) .....	65 K
Aceite en la capa superior (medida por termómetro) .....	60 K
Sobreexcitación del núcleo .....	10%
Nivel de ruido 100% carga .....	LPA (2m) ≤ 70 dB
Sobrecargas admisibles .....	Según norma
Comportamiento ante cortocircuitos .....	Según norma

## 7.3. ENSAYOS

El transformador deberá ser sometido a los siguientes ensayos conforme CEI-76:

Ensayos de Rutina:

- Medida de relaciones de Transformación y grupo de conexión.
- Medida de resistencia y aislamiento de arrollamientos.
- Medida de las pérdidas en vacío y de la corriente de excitación al 100% y al 110%.
- Medida de las tensiones de cortocircuito y las pérdidas en cortocircuito en las posiciones nominal, máxima y mínima.
- Ensayos de tensión inducida y tensión aplicada.

Ensayos adicionales:

- Ensayo a impulso tipo rayo lado AT.
- Ensayo de calentamiento.
- Medición de nivel sonoro.

#### 7.4. EQUIPAMIENTO Y ACCESORIOS

El transformador deberá estar equipado, como mínimo, con los siguientes accesorios:

- Cuba reforzada para soportar pleno vacío.
- Aceite primer llenado según UNE 21.320, CEI 296, clase II.
- Válvulas, para vaciado y filtrado de aceite.
- Torneras, para toma de muestras, posiciones inferior y media.
- Bujón, para vaciado total del transformador.
- Terminales para conexión de la cuba a tierra.
- Ruedas con pestaña que permitan el desplazamiento longitudinal y transversal del transformador. Patillas de arrastre y fijación del transformador. Apoyos para gatos de elevación. Ojales y ganchos para elevación separada o conjunta de la tapa y de la parte activa de la cuba o del transformador completo.
- Juntas ciegas para transporte (cuba y radiadores).
- Depósito de expansión, con válvula de independización y tapas desmontables para su limpieza.
- Desecador de aire con silicagel recuperable, según DIN 42562.
- 1 Indicador magnético de nivel de aceite con contactos de alarma y disparo tipo.
- 1 Relé Buchholz de dos flotadores con contactos de alarma y disparo, con dispositivos de purga y recuperación de gases situados a altura de operario.
- 1 Termómetro de cuadrante con 4 contactos de alarma y disparo tipo.
- Válvula de sobrepresión con 1 contacto.
- Radiadores galvanizados, incluyendo sujeciones, soportes, y válvulas de paso e independización.
- Motoventiladores.
- Armarios para mando de ventiladores y centralización de conexiones servicios auxiliares.
- Cambiador de tomas en carga con botellas de vacío.
- 3 Aisladores de AT.
- 1 Aislador de AT-Neutro.
- 3 Aisladores de BT.
- Placas de características y esquema.

## 7.5. ESQUEMA DE PINTURA

- Cuba, Tapa y conservador (superficies exteriores):
  - Chorreado por granalla hasta grado Sa 2 ½.
  - Una capa de primario de base epoxi de dos componentes, rica en zinc (50 µm).
  - Una capa intermedia de primario base epoxi de dos componentes (70 µm).
  - Una capa de acabado de poliuretano (35 µm).
- Radiadores (superficies exteriores):
  - Una capa de primario anticorrosivo de base epoxi (35 µm).
  - Dos capas de primario intermedio base epoxi 2 componentes (35 µm cada una)
  - Una capa de acabado de poliuretano (35 µm).
- Superficies interiores (cuba, tapa, conservador y radiadores) protegidas por barniz resistente al aceite del transformador.
- Color de acabado: RAL 7510.

## 8. ELEMENTOS DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN

La aparamenta de maniobra y protección a instalar estará de acuerdo con la legislación vigente y se diseñarán de forma que proporcionen una protección eficaz de los equipos y una selectividad adecuada.

### Posición de Transformación "Cabigordo I":

- Transformador de potencia 220/20 kV (50/60 MVA).
- Juego de tres pararrayos autoválvulas del tipo de óxido metálico.
- Juego de 3 transformadores de intensidad.
- Interruptor automático tripolar (52T1).
- Seccionador tripolar de barras (89B-T1).
- Protección de sobrecarga térmica para cables (49).
- Protecciones del transformador: propias de gas (63B), liberador de presión (63L).
- Doble protección diferencial de transformador (87T).
- Relé de enclavamiento (86).
- Protección de fallo interruptor (50BF).

- Protección de sobreintensidad instantánea (50).
- Protección de sobreintensidad de tiempo inverso (51).
- Protección de sobreintensidad de neutro para faltas a tierra (50N y 51N).
- Protección de mínima tensión (27).
- Protección de máxima tensión (59).
- Protección de máxima frecuencia (32).
- Protección de frecuencia (81).
- Protección homopolar (64).

#### Embarrado Simple:

- Juego de 3 transformadores de tensión.

#### Posición de Línea "Monteagudo":

- Juego de tres pararrayos autoválvulas del tipo de óxido metálico.
- Seccionador tripolar de línea con puesta a tierra (89L2)
- Juego de 3 transformadores de intensidad.
- Interruptor automático tripolar (52L2).
- Seccionador tripolar de barras (89B-L2).
- Doble protección diferencial de Línea (87L).
- Doble protección de distancia (21)
- Protección de sobreintensidad de fases y neutro (67/67N).
- Reenganchador automático (79).
- Protección de máxima tensión (59).
- Teleprotección – teledisparo (85)

#### Posición de Línea "Hoyalta":

- Juego de tres pararrayos autoválvulas del tipo de óxido metálico.
- Seccionador tripolar de línea con puesta a tierra (89L1)
- Juego de 3 transformadores de intensidad.

- Interruptor automático tripolar (52L1).
- Seccionador tripolar de barras (89B-L1).
- Doble protección diferencial de Línea (87L).
- Doble protección de distancia (21)
- Protección de sobreintensidad de fases y neutro (67/67N).
- Reenganchador automático (79).
- Protección de máxima tensión (59).
- Teleprotección – teledisparo (85)

## 8.1. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

### 8.1.1. SECCIONADOR

Se instalarán, cinco seccionadores tripolares giratorios (de 3 columnas con apertura central o dos columnas con doble apertura lateral), servicio exterior, 245 KV. Tres conectados a barras y dos de línea con cuchillas puesta a tierra.

Tipo .....	Trifásico. Giratorio
Uso .....	Intemperie, servicio continuo
Nº de columnas por polo .....	3
Disposición .....	Horizontal
Altitud .....	< 2.000 m
Temperatura ambiente (Max / Min) .....	40°C / -25°C
Intensidad Nominal .....	2.000 A
Frecuencia .....	50 Hz
Tensión de servicio .....	220 KV
Tensión máxima de la red .....	245 KV
Tensión de ensayo a tierra y entre polos	
Tensión a frecuencia industrial bajo lluvia (50 Hz, 1 min) .....	460 KV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 µs) .....	1.050 KV
Tensión de ensayo sobre la distancia de seccionamiento	
Tensión a frecuencia industrial bajo lluvia (50 Hz, 1 min) .....	530 KV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 µs) .....	1.200 KV
Intensidad admisible corta duración (1s) .....	40 KA
Valor cresta intensidad .....	100 KA cresta
Aisladores .....	Porcelana, C4-1050 / 6.300 mm línea de fuga
Accionamiento cuchillas principales .....	Tripolar, 125 Vcc
Mando y auxiliares .....	125 Vcc
Calefacción .....	220 Vca

Dispondrán de mando motorizado para maniobra principal montado en columna central.

Ensayos según norma:

- Examen visual y comprobaciones.
- Tensión soportada en seco 460KV.
- Tensión soportada mandos y auxiliares 2.000 V.
- Resistencia circuito principal.
- Resistencia calefacción y bobinas.
- Funcionamiento mecánico.
- Inspección del cableado.
- Prueba de presión de contactos.
- Prueba de accionamientos.
- Prueba de contactos auxiliares.
- Prueba de enclavamiento.
- Comprobación de conexiones a tierra.

Se considerará incluido en el suministro:

- 1 accionamiento eléctrico, tipo AE-89, para maniobra tripolar de seccionador principal.
- Transmisiones mecánicas entre seccionador y accionamiento de forma indirecta, bajo columna-desplazada, así como los correspondientes enlazamientos entre polos.
- 1 accionamiento manual por palanca, tipo AMP, para maniobra tripolar de las cuchillas de puesta a tierra (en las unidades en las que sea aplicable).
- Transmisiones mecánicas entre cuchillas de P.A.T. y accionamiento, de forma indirecta, desplazada (en las unidades en las que sea aplicable).
- Supervisión de descarga, montaje y puesta en servicio.

### 8.1.2. INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

Se instalarán tres interruptores automáticos de hexafluoruro de azufre (SF6), servicio exterior, 40KA de poder de corte, 245 KV, accionamiento tripolar. Uno en cada una de las posiciones.

Tipo .....	Trifásico, Intemperie, servicio continuo
Normas de construcción .....	CEI-56
Altitud .....	< 2.000 m
Temperatura ambiente (Max / Min) .....	40°C / -25°C
Aislamiento interno y fluido extintor .....	SF6
Presión SF6 20°C .....	7'5 bar
Tasa de fuga máxima admisible al año .....	< 1%
Frecuencia .....	50 Hz
Tensión de servicio .....	220 KV
Niveles de aislamiento	
Tensión más elevada del material .....	245 KV
Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min)	
A tierra y entre fases .....	460 KV
Entre bornes de un mismo polo .....	460 KV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 µs)	
A tierra y entre fases .....	1.050 KV cresta
Entre bornes de un mismo polo .....	1.050 KV cresta
Intensidad Nominal .....	3.150 A
Corriente asignada de corta duración (3 s) .....	40 KA
Poder de corte asignado en cortocircuito .....	40 KA
Poder de cierre asignado en cortocircuito .....	100 KA cresta
Secuencia de maniobras .....	O – 0.3s – CO – 1 min – CO // CO – 15s – CO
Poder de corte de líneas en vacío .....	125 A
Poder de corte cables en vacío .....	250 A
Factor primer polo .....	1'3
Nº de contactos auxiliares libres .....	≥ 6 + 6
Accionamiento .....	Tripolar, 125 Vcc
Mando y auxiliares .....	125 Vcc
Calefacción .....	220 Vca
Aislamiento externo .....	Porcelana marrón
Línea de fuga fase tierra .....	≥ 6.125 mm (≥ 25 mm/KV)

Ensayos según norma:

- Examen visual y comprobaciones.
- Funcionamiento mecánico.
- Resistencia calefacción y bobinas.
- Tensión soportada en seco 460KV.
- Tensión soportada mandos y auxiliares 2.000 V.
- Resistencia circuito principal.
- Inspección del cableado.
- Comprobación antibombeo.
- Diagrama espacio-tiempo.

Se considerará incluido en el suministro:

- 1 mando electromecánico a resortes.
- 1 motor, 1 bobina de cierre y 2 de apertura.
- Relé antibombeo.
- Resistencia anticondensación 220 Vc.a.
- 3 manómetros y 3 densímetros para vigilancia de presión (con dos niveles).
- Manivela para tensado manual del resorte de cierre de mando.
- Embalaje y transporte a obra, con gas a presión de transporte.
- Supervisión de descarga y montaje.
- Llenado de gas hasta presión de servicio.
- Pruebas previas y puesta en servicio.

### 8.1.3. PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS

Se instalarán nueve pararrayos de óxido de zinc, 220 KV, 10 KA, servicio exterior. Deberán cumplir con todas las prescripciones impuestas por la Norma del Grupo ENDESA Nº GE SNE014 "Pararrayos de Óxido de Zinc, 220KV, servicio exterior" y las características técnicas reflejadas en el siguiente apartado.

El suministro incluye la fabricación, ensayos de rutina, embalaje y transporte a destino. Otros elementos a incluir en el suministro: terminales de línea y tierra, contador de descargas, zócalo aislante.

Adicionalmente, el suministrador entregará un juego completo de documentación conteniendo especificaciones técnicas, planos constructivos, manuales de operación y mantenimiento y resultados de los ensayos.

Deberán cumplir las siguientes Características Técnicas:

Tipo .....	ZnO, Intemperie, servicio continuo
Altitud .....	< 2.000 m
Temperatura ambiente (Max / Min) .....	40°C / -25°C
Frecuencia .....	50 Hz
Tensión máxima de operación continua (U <sub>c</sub> ) .....	154 KV
Tensión asignada (U <sub>r</sub> ) .....	192 KV
Tensión de servicio entre fases .....	245 KV
Corriente nominal de descarga onda 8/20 µs .....	10 KA
Clase de descarga de larga duración .....	3
Capacidad de absorción de energía térmica .....	8 KJ/KV
Nivel de aislamiento externo .....	≥ 550 / 1050 KV
Corriente de prueba del limitador de presión .....	≥ 65 KA 0.2s Clase A
Tensión residual máxima onda 10 KA 1/5 µs .....	498 KV
Tensión residual máxima onda 10 KA 8/20 µs .....	470 KV
Tensión residual máxima onda 1 KA 30/80 µs .....	390 KV
Funcionamiento con impulso tipo rayo 8/20 µs .....	10 KA
Impulso de corriente de gran amplitud 4/10 µs .....	100 KA
Impulso de corriente de larga duración 2.000 µs .....	850 A
Aislamiento .....	Porcelana marrón
Línea de fuga fase tierra .....	6.380 mm
Fuerzas máximas admisibles en el cabezal	
Estática .....	1.700 N
Dinámica .....	4.300 N
Protección corrosión .....	si

Ensayos según norma:

- Examen visual y comprobaciones.
- Tensión y corriente de referencia.
- Tensión residual con impulso tipo rayo 8/20  $\mu$ s.
- Descargas parciales.

#### 8.1.4. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD

Se instalarán nueve transformadores de intensidad.

Deberán cumplir las siguientes Características Técnicas:

Tipo .....	Intemperie
Tensión de servicio .....	220 kV
Tensión máxima de servicio .....	245 kV
Frecuencia .....	50 Hz
Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min)	
Primario .....	460 KV
Secundario .....	3 KV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 $\mu$ s) .....	1.050 KV p
Aislador .....	Porcelana marrón
Línea de fuga .....	$\geq 6.125$ mm ( $\geq 25$ mm/KV)
Intensidad nominal primario .....	200-400-800
Intensidades nominales secundarios .....	5-5-5-5-5 A
Potencias y clase de precisión	
Devanado 1 .....	10 VA CL 0'2S Fs5
Devanado 2 .....	20VA CL 0,5
Devanado 3 .....	30VA CL5P20
Devanado 4 .....	30VA CL5P20
Devanado 5 .....	30VA CL5P20
Intensidad nominal permanente .....	1'2 x I <sub>n</sub>
Intensidad límite térmica .....	40 kA 1s
Intensidad límite dinámica .....	100 kA p

## 8.2. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN

Se instalará un juego de tres transformadores de tensión de 245 KV bajo el pórtico de barras del embarrado simple.

Tipo .....	Intemperie
Tecnología .....	Inductivo
Tensión de servicio .....	220 KV
Tensión máxima de servicio .....	245 KV
Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min)	
Primario .....	460 KV
Secundario .....	3 KV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 µs) .....	1.050 KV p
Aislador .....	Porcelana marrón
Línea de fuga .....	≥ 6.125 mm (≥ 25 mm/KV)
Relación de Transformación .....	220.000:√3 / 110:√3 - 110:√3 - 110:3
Potencias y clase de precisión	
Devanado 1 .....	25VA CL 0'2
Devanado 2 .....	25VA CL 0'5-3P
Devanado 3 .....	10 VA CL 6P
Sobretensión admisible en permanencia .....	1'2 Un
Factor de tensión .....	1'5 Un 30s

### 8.3. EQUIPOS DE MEDIDA

Se instalarán contadores de energía activa y reactiva bidireccional y registrador en el lado 220 kV del transformador de potencia de la subestación.

Los equipos de medida se instalarán cumpliendo los requisitos de clase de precisión especificados para un punto de medida de Tipo 1. Los circuitos de intensidad y tensión de los equipos de medida estarán alimentados por los transformadores de tensión e intensidad con la precisión requerida.

Adicionalmente, por ser un punto de medida de Tipo 1, se dispondrán equipos para medida principal y redundante, duplicando contadores y registradores. Se compartirán los secundarios de los equipos de medida principales.

Tipo de punto	Clase de Precisión			
	Transformadores		Contadores	
	Tensión	Intensidad	Activa	Reactiva
1	0,2	0,2S	≤ 0,2S	≤ 0,5

Los equipos de medida dispondrán de:

- Dispositivo de comunicación para la lectura remota.
- Puerto serie RS-232 y/o optoacoplador para permitir la lectura local y parametrización del equipo en modo local.
- Integrador totalizador y elemento visualizador de la energía circulada.
- Registrador, integrado en contador combinado o como dispositivo independiente del contador.

De manera general, la configuración de media será conforme al Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico, así como a los Procedimientos de Operación y normativa vigente en el momento en que la instalación entre en servicio.

## 9. INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN

### 9.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS CELDAS

Todas las celdas deberán cumplir las siguientes características:

Tipo .....	Blindada, servicio interior, aislamiento al aire
Temperatura ambiente (Max / Min) .....	40°C / -5°C
Altitud .....	< 2.000 m
Grado de Protección .....	IP3X
Tensión de servicio / diseño .....	20 / 24 kV
Tensiones de ensayo, a tierra y entre polos	
Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min) .....	50 kV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 µs) .....	125 kV
Tensiones de ensayo, sobre la distancia de seccionamiento	
Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min) .....	60 kV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 µs) .....	145 kV
Intensidad nominal en barras .....	1.600 A
Intensidad de cortocircuito de corta duración .....	25 kA 1 seg
Intensidad de cortocircuito, valor cresta .....	63 kA
Resistencia al arco interno .....	25 KA 1 seg
Seccionador de puesta a tierra .....	Incluido
Tensiones auxiliares	
Motor rearmado .....	125 Vcc
Electroimán de activación / desactivación .....	125 Vcc
Control y señalización .....	125 Vcc
Calefacción .....	220 Vca

- En todas las celdas equipadas con interruptor automático se instalará una unidad de control y mando DCX.
- Los transformadores de tensión a instalar en las celdas serán extraíbles por su parte frontal, equipados con fusibles.
- Los transformadores de intensidad a instalar en las celdas admitirán sobreintensidad en permanencia del 120%.
- Los circuitos de BT de las celdas cumplirán con lo siguiente:
  - Calefacción: por cada conjunto de celdas y en el cubículo de BT de la más próxima a la sala de control, se instalará un contactor activado por termostato que conecte / desconecte las calefacciones de todo el conjunto de celdas. La protección de este circuito se realizará fuera de las celdas.

- Motores: celdas preparadas para recibir la alimentación individualmente. Este circuito irá protegido en la celda a través de un interruptor magnetotérmico equipado con contactos auxiliares (al menos uno NC) cableado a bornas.
- Mando y Señalización: cada celda estará preparada para recibir la alimentación individualmente. Este circuito irá protegido en la celda a través de un interruptor magnetotérmico equipado con contactos auxiliares (al menos uno NC) cableado a bornas.
- Las celdas de protección general (salidas a transformador de potencia), unión de barras y remonte se equiparán con un juego de 6 bornas de intensidad y 6 bornas de tensión precintables, para medidas destinadas a facturación.
- Las celdas de protección del transformador de servicios auxiliares incorporarán una bobina de disparo del seccionador en carga a emisión de tensión de 125Vcc cableada a bornas.
- En las celdas en las que existan los siguientes elementos, se dispondrán al menos los contactos auxiliares indicados cableados a bornas:

Interruptor Abierto/cerrado .....	2NA+2NC
Interruptor Conectado/seccionado .....	1NA+1NC
Resorte tensado/destensado .....	1NA+1NC
Seccionador de tierras .....	1NA+2NC
Seccionador bajo carga abierto/cerrado .....	1NA+1NC
Fusibles Protección Trafo SAUX .....	1NA disparo fusibles
- Enclavamientos adicionales
  - Celdas de llegada de 1600 A de transformador, equipadas con una cerradura con llave libre con la puesta a tierra abierta.
  - Celdas de protección transformador Serv. Aux, equipadas con cerradura con llave libre con la puesta a tierra cerrada (acceso a envoltorio trafo Serv. Aux.).

## 9.2. CELDA DE PROTECCIÓN GENERAL (SALIDA A TRANSFORMADOR DE POTENCIA)

Celdas para conexión a barras de intemperie de 20 kV, 24 kV, blindadas, aisladas al aire, protegidas mediante interruptor automático 25 kA de corte en vacío, intensidad nominal de embarrados y derivaciones 1.600 A, con transformadores de tensión e intensidad.

Se instalarán una celda de protección general con salida al transformador de potencia.

Tipo .....	Blindada, servicio interior, aislamiento en SF6
Temperatura ambiente (Max / Min) .....	40°C / -25°C
Grado de Protección .....	IP3X
Tensión de servicio / diseño .....	20 / 24 kV
Tensiones de ensayo, a tierra y entre polos	
Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min) .....	50 kV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 µs) .....	125 kV
Tensiones de ensayo, sobre la distancia de seccionamiento	
Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min) .....	60 kV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 µs) .....	145 kV
Intensidad nominal en barras .....	1.600 A
Intensidad de cortocircuito de corta duración .....	25 kA 1 seg
Intensidad de cortocircuito, valor cresta .....	63 kA
Resistencia al arco interno .....	25 kA 1 seg
Intensidad nominal en derivaciones .....	800 A
Nº Máximo de cables .....	12 x 630 mm <sup>2</sup>
Interruptor automático .....	Vacío
Poder asignado de corte de servicio en cortocircuito .....	25 kA
Ciclo de funcionamiento .....	O – 0'3 seg – CO – 15 seg – CO
Relación de transformación .....	1600 / 5 – 5 – 5 – 5 A
Gama extendida .....	120%
Potencias y clase de precisión	
Devanado 1 .....	10VA CL 0'2S Fs5
Devanado 2 .....	10VA CL 0'5
Devanado 3 .....	15VA CL 5P30
Devanado 4 .....	15VA CL 5P30
Transformadores de Tensión .....	3
Relación de transformación .....	22.000:√3 / 110:√3 - 110:√3 - 110:3
Potencias y clase de precisión	
Devanado 1 .....	10VA CL0'2
Devanado 2 .....	10VA CL 0'5 – 3P
Devanado 3 .....	25VA CL 3P

### 9.3. CELDAS COLECTORAS (PROTECCIÓN ALINEACIONES AEROGENERADORES)

Celdas para evacuación de la energía producida por alineaciones completas de aerogeneradores, 24 kV, blindadas, aisladas al aire, protegidas mediante interruptor automático 25 kA de corte en vacío, intensidad nominal de embarrados 1.600 A, intensidad nominal en derivaciones 800 A, con transformadores de intensidad.

Se instalarán tres celdas colectoras de protección de las alineaciones de aerogeneradores.

Intensidad nominal en derivaciones .....	800 A
Nº Máximo de cables .....	6 x 630 mm <sup>2</sup>
Interruptor automático .....	Vacío
Poder asignado de corte de servicio en cortocircuito .....	25 kA
Ciclo de funcionamiento .....	O – 0'3 seg – CO – 15 seg – CO
Transformadores de Intensidad .....	3
Relación de transformación .....	800 / 5 – 5 A
Potencias y clase de precisión	
Devanado 1 .....	15VA CL0'5
Devanado 2 .....	10VA CL 5P30
Gama extendida .....	120%

### 9.4. CELDA DE PROTECCIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES

Celda para protección de transformador de servicios auxiliares, 24 kV, blindadas, aisladas al aire, protegidas mediante interruptor-seccionador con fusibles combinados, intensidad nominal de embarrados 1.600 A, intensidad nominal en derivaciones 800 A.

Se instalará una celda de protección de servicios auxiliares.

Intensidad nominal en derivaciones .....	800 A
Nº Máximo de cables .....	3 x 95 mm <sup>2</sup>
Poder de corte del interruptor seccionador .....	630 A
Poder de cierre nominal en cortocircuito .....	25 kA cresta
Intensidad nominal fusibles .....	10 A

## 9.5. ENSAYOS

Todas las unidades se someterán a los siguientes ensayos:

- Verificación de conformidad de construcción.
- Verificación de funciones mecánicas y bloqueos de explotación por cerraduras.
- Ensayo de resistencia a la tensión a frecuencia industrial del circuito principal y circuitos auxiliares de mando.
- Verificación de la continuidad eléctrica de las masas metálicas.
- Verificación del grado de protección.
- Verificación de funciones eléctricas.
- Verificación de la continuidad eléctrica de las masas metálicas.
- Sobre la parte móvil:
  - Verificación de conformidad de construcción.
  - Verificación de la presión de llenado y de estanqueidad del aparato.
  - Verificación de las funciones eléctrica y mecánica de la parte móvil.
  - Ensayo de resistencia a la tensión a frecuencia industrial del circuito principal y circuitos auxiliares de mando.
  - Verificación de la continuidad eléctrica de las masas metálicas.
  - Medida de resistencia del circuito principal.

## 9.6. COMPLEMENTOS

- 1 Juego de accesorios completo conteniendo:
  - Carro de extracción para interruptores 1.000mm.
  - Carro de extracción para interruptores 800mm.
  - Manivela de seccionamiento de interruptores y manivela de rearme.
  - Palanca de cuchillas de puesta a tierra.
  - Palanca para seccionador.
  - 4 lámparas para señalización de presencia de tensión.
  - 2 llaves para compartimentos de baja tensión.

## 10. INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN

En este capítulo se relacionan los componentes más importantes de Baja Tensión, cuya necesidad viene determinada en función de los requerimientos de suministro de energía eléctrica en Baja Tensión a los diversos receptores auxiliares incluidos en la instalación completa de la subestación. Para atender el consumo de estos equipos se necesitan esencialmente los siguientes elementos:

### 10.1. TRANSFORMADOR MT/BT

Se instalará un transformador de servicios auxiliares en el nuevo edificio.

La alimentación general de los servicios a Baja Tensión se realizará mediante un transformador instalado en su propia celda, junto a las celdas de 20 kV. El transformador tiene las siguientes características:

Relación de Transformación .....	20 $\pm$ 2,5% $\pm$ 5% $\pm$ 7,5% / 0,420-0,240 kV
Conexión .....	Triángulo / Estrella Neutro accesible
Potencia Nominal.....	50 kVA
Frecuencia .....	50 Hz
Grupo de Conexión.....	Dyn11
Tensión de cortocircuito .....	4,5%
Nivel de Aislamiento Alta Tensión.....	25 kV
Nivel de Aislamiento Baja Tensión.....	3 kV

La protección de este transformador está garantizada en el lado de media tensión mediante interruptor-seccionador con fusibles combinados y en baja tensión por interruptor automático, accionado en caso de falta por relés magnetotérmicos.

La alimentación en el lado de media del transformador se efectúa mediante cable y piezas de conexión apropiadas. Del secundario del transformador, mediante cables aislados de sección apropiada, se alimentará el armario general de distribución de corriente alterna, ubicado en el edificio del cuadro.

### 10.2. CUADRO AUXILIAR DE DISTRIBUCIÓN DE CORRIENTE ALTERNA DE 50 HZ

Se instalará un Cuadro Auxiliar de Distribución de corriente alterna que dispondrá de las siguientes salidas:

- 1 Salida al panel de alumbrado.
- 1 Salida al equipo de aire acondicionado.
- 1 Salida al equipo de alimentación ininterrumpida.

- 1 Salida al centro de control de motores de aerogeneradores.
- 1 Salida al panel de 125 Vcc, alimentado desde un rectificador-batería para suministrar tensión de mando y control a las cabinas.
- 1 Salida de alimentación a equipos en el parque de intemperie de 220 KV.

Las distribuciones se realizarán con cable de cobre con aislamiento de XLPE y cubierta de PVC. La alimentación al Parque de Intemperie se hará con cable armado. En general, el tendido será por zanja visitable.

### 10.3. EQUIPOS RECTIFICADOR-BATERÍA Y PANEL DE 125 VCC

Se instalarán los equipos descritos en este apartado e irán destinados a suministrar tensión de mando y control a las cabinas de 20 KV. El equipo completo constituido por un Rectificador-Cargador, Batería y Panel de Distribución irá alojado en un armario de chapa, registrable frontalmente, con grado de protección IP-42.

En estas condiciones normales de funcionamiento el equipo estará alimentado desde el cuadro auxiliar de distribución de 380 V.

El rectificador se encargará de suministrar la tensión continua al embarrado de 125 Vcc. del Panel de Distribución incluido en el equipo. En caso de fallo de la alimentación, será la batería de acumuladores la que suministre la tensión, con una autonomía de 3 horas.

- Batería de Acumuladores

Capacidad .....	30 A/h
Tensión nominal.....	125 Vcc
Tensión Máxima.....	137,5 Vcc
Tensión Mínima .....	106 Vcc
Nº de elementos .....	93

La batería está formada por elementos semiestancos de tipo medio de descarga. Está prevista para que al final de 5 horas de situación de emergencia, con el consumo solicitado, la tensión en la misma sea superior a 106 V.

- Rectificador para carga y mantenimiento de la batería

Alimentación.....	Monofásico
Tensión de alimentación (entrada).....	220 V, 50 Hz
Variación de la tensión de alimentación (salida) .....	+10% -20%
Tensión de salida normal .....	±1%
Intensidad Nominal .....	10 A

## 10.4. ALUMBRADO

Los equipos descritos en este apartado serán instalados en la subestación.

El alumbrado de las instalaciones se ha diseñado teniendo en cuenta los distintos requerimientos de las diversas zonas que constituyen las mismas. Las características principales de los diferentes equipos de alumbrado en las distintas zonas se indican a continuación.

### 10.4.1. SALA DE CONTROL

En la Sala de Control y debido a la existencia de pantallas de ordenador se ha optado por la instalación de luminarias LED, que proporcionan una alta uniformidad de iluminancias en el plano de trabajo y un bajo índice de deslumbramiento. Estas luminarias serán del tipo empotradas en falso techo.

### 10.4.2. SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA.

Se utilizarán los siguientes tipos de alumbrado:

- En la zona de equipos de alta Tensión, el alumbrado se realizará mediante proyectores LED de alta potencia. Estos proyectores serán aptos para instalación en intemperie y se instalarán sobre la estructura metálica del Parque.
- En el Edificio Auxiliar, se instalarán luminarias LED. Las luminarias serán para adosar a techo.

### 10.4.3. ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

Se instalarán equipos autónomos de alumbrado, que estarán permanentemente conectados a circuitos de alumbrado normal.

Estos equipos se encenderán automáticamente en caso de fallo y se apagarán cuando se restablezca el servicio normal. Estarán dotados de baterías, capaces de mantener al menos una hora la autonomía.

## 10.5. POTENCIA CONTRATADA PREVISTA PARA EL CONSUMO DE SERVICIOS AUXILIARES

La Potencia contratada prevista para el consumo de los servicios auxiliares de la instalación es 40 kW, que corresponden con el consumo de las instalaciones de media y alta tensión en vacío, cuando la instalación no se encuentre generando.

## 11. PUESTA A TIERRA

Los sistemas de puesta a tierra de las instalaciones se han diseñado teniendo en cuenta los reglamentos vigentes. Como norma general y fundamental, se tiene en cuenta la máxima seguridad para el personal, con el criterio de establecer el corte al primer defecto en un tiempo inferior al establecido y considerando que los potenciales de las masas con respecto a tierra no excedan los máximos permitidos.

### 11.1. PUESTA A TIERRA. NIVEL DE TENSIÓN DE 220 KV

En la Subestación existen los siguientes sistemas de tierras:

- Puesta a tierra de Protección.

Diseñada con objeto de dar mayor seguridad al personal que transite por la subestación y garantizar un buen funcionamiento de las protecciones.

- Puesta a tierra de Servicio.

Se conectarán a tierras de servicio, mediante electrodos de puesta a tierra los siguientes servicios:

- Las autoválvulas.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.

### 11.2. PUESTA A TIERRA. NIVEL DE TENSIÓN DE 20 KV

Se conectarán a la tierra de servicio, mediante un electrodo de puesta a tierra los siguientes servicios:

- El neutro del transformador de tierra (en la celda de 20 KV).
- Las autoválvulas de protección de los alternadores de 20 KV.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra de las cabinas de 20 KV.

### 11.3. CARACTERÍSTICAS DE LA MALLA DE TIERRA

La instalación estará provista de una malla de tierra principal enterrada, unida al cable de tierra de la línea que amarra a la estructura. Esta malla se diseña de forma que cubra suficientemente dos finalidades principales: la seguridad del personal que se relacione con la instalación y la provisión de una buena unión eléctrica con tierra, que garantice el correcto funcionamiento de las protecciones.

En la subestación se instalará una malla de 72 m x 57 m con conductor de cobre desnudo de 120 mm<sup>2</sup> de sección, enterrada a 80 cm de profundidad, formando cuadrículas lo más uniformes posible de 2,5x2,5 m.

A esta malla están conectadas y se deberán conectar las nuevas partes metálicas de la instalación que no están en tensión normalmente, pero que pueden estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. Las conexiones se realizarán mediante conductor de cobre de 120 mm<sup>2</sup> de sección, aislados hasta una profundidad mínima de 50 cm.

Las uniones para formar la cuadrícula se formarán por soldadura aluminotérmica, mientras que para las conexiones a aparatos se utilizarán grapas de derivación de bronce o latón. En los puntos de la periferia de dicha malla, se situarán 6 picas metálicas de 2 m de longitud, hincadas en el suelo. Todas las picas de puesta a tierra dispondrán de registros de hormigón para la inspección de sus tomas de contacto

El cierre de la subestación está constituido por un conducto enterrado, unido a picas, que sigue su mismo recorrido, al que se une a intervalos de 20 m. Debido a la modificación en el cierre será necesaria la extensión de dicha red. La red de tierras de la subestación estará unida a la red de tierras de los aerogeneradores del parque eólico a los que dará servicio.

Todos los bastidores y demás elementos metálicos de la subestación, para el neutro del transformador, para las tomas de tierra de unión con el mallazo del edificio de control, así como la conexión eléctrica de la valla perimetral se encuentran unidas al electrodo de puesta a tierra, de acuerdo a lo previsto en el reglamento.

Los cálculos relativos a la seguridad de la malla se han realizado considerándola aislada y no se han tenido en cuenta la unión a esta de los conductores de tierra de la línea que acomete la instalación, lo que mejoraría considerablemente los resultados obtenidos.

### 11.3.1. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Mediante los cálculos presentados a continuación se puede ver que la malla planteada para el proyecto original sigue cumpliendo las normas para el supuesto actual.

#### 11.3.1.1. METODOLOGÍA

Para determinar la máxima corriente de defecto a tierra supondremos una falta monofásica a tierra en bornes de alta del transformador 220/20KV en la subestación. En tales condiciones, la corriente de defecto a tierra,  $I_e$ , viene dada por:

$$I_e = \frac{\sqrt{3} \cdot U}{(Z_D + Z_I + Z_O)}$$

Donde:

- $U$ = Tensión nominal de la red, en V.
- $Z_D, Z_I, Z_O$ = Impedancias directa, inversa y homopolar del sistema resultante, en  $\Omega$ .

Los valores de impedancia directa e inversa del sistema resultante se considerarán proporcionados por la red, mientras que el valor de la impedancia homopolar se calculará como los valores de las impedancias homopolares de la red y de los tres transformadores en paralelo. Para realizar los cálculos supondremos que en el caso de la red  $Z_D = Z_I$  y  $Z_O = 0,8 \cdot Z_D$ . La impedancia homopolar del transformador se calculará como:

$$Z_O = \frac{U_{cc} \cdot U^2}{100 \cdot S_n}$$

Donde:

- $U$ = Tensión nominal de la red, en KV.
- $U_{cc}$ = Tensión de cortocircuito del transformador, en %.
- $S_n$ = Potencia aparente del transformador, en MVA.

Y la impedancia directa de la red se calculará como:

$$Z_O = \frac{U^2}{S_{cc}}$$

Donde

- $U$ = Tensión nominal de la red, en KV.
- $S_{cc}$ = Potencia aparente de cortocircuito, en MVA.

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra  $R_{pat}$  y la máxima elevación del potencial de malla,  $V_m$ , se calcularán como:

$$R_{pat} = \rho_a \cdot \left( \frac{1}{4} r + \frac{1}{L} \right) \quad y \quad V_m = R_{pat} \cdot I_e$$

Donde:

- $\rho_a$ = Resistividad media del terreno ( $\Omega \cdot m$ )
- $r$  = Radio equivalente de la malla de puesta a tierra
- $L$  = Longitud total del conductor enterrado

Siguiendo las instrucciones marcadas en ITC-RAT 13, se determinan las tensiones de contacto máximas admisibles por el cuerpo humano (para tiempo de despeje de falta 0,5 s):

$$V_p \text{ max} = 46.920 \text{ V}$$

$$V_c \text{ max} = 1.326 \text{ V}$$

El cálculo de las tensiones de paso y de contacto máximas que pueden aparecer en la instalación, siguiendo las indicaciones ANSI / IEEE Std 80-1986, ha arrojado los siguientes resultados:

$$V_p = 2.091 \text{ V} (<<46.920 \text{ V})$$

$$V_c = 399 \text{ V} (<1.326 \text{ V})$$

Las tensiones de paso y de contacto máximas que pueden aparecer en la instalación disponen de un margen de seguridad muy amplio sobre las máximas admisibles. Los cálculos relativos a la seguridad de la malla se realizan considerándola aislada y no se han tenido en cuenta la unión a esta de los conductores de tierra de las líneas que acometen la instalación, lo que mejoraría considerablemente los resultados obtenidos. En cualquier caso y tras la instalación de las nuevas posiciones, deberán realizarse los ensayos y mediciones oportunas que justifiquen la validez de la red de tierras, en lo relativo a tensiones de paso y contacto.

## 11.3.2 RESULTADOS

### 11.3.2.1 MÁXIMA CORRIENTE DE DEFECTO A TIERRA

Impedancia Homopolar del Transformador

$$S_n = 60.000 \text{ KVA}$$

$$U_{cc} = 13,0\%$$

$$Z_{OT} = 12'5/100 * 220^2/50 = 104,9 \text{ Ohm}$$

Impedancias de Red

$$S_{cc} = 4.057 \text{ MVA}$$

$$Z_D = 220^2 / 4057 = 11,9 \text{ Ohm}$$

$$Z_I = Z_D = 11,9 \text{ Ohm}$$

$$Z_{OR} = 0,8 * Z_D = 9,5 \text{ Ohm}$$

Impedancia Homopolar Equivalente

$$Z_0 = Z_{OT} \parallel Z_{OR} = 8,7 \text{ Ohm}$$

Máxima corriente de defecto a tierra ( $I_e$ )

$$I_e = 3^{0,5} * 220.000 / (Z_0 + Z_D + Z_I) = 11.686 \text{ A}$$

Se considera un coeficiente de reducción de 0,7 en la intensidad de defecto a tierra , al tener en cuenta la escasa probabilidad de coincidencia de las condiciones más desfavorables

$$I_e' = 0,7 * I_e = 8.180 \text{ A}$$

### 11.3.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA MALLA Y DEL TERRENO

Mallado: Área rectangular	57 x 72 m
Área cubierta por la malla (A)	4.104 m <sup>2</sup>
Radio equivalente de la malla (r)	36,14 m
Profundidad de enterramiento (h)	80 cm
Separación entre conductores paralelos (D)	2,5 m
Conductores paralelos (n)	24
Longitud del conductor enterrado (L)	3.412 m
Material del conductor	Cobre desnudo
Sección mínima del conductor ( $I_e/160$ )	51 mm <sup>2</sup>
Sección del conductor	120 mm <sup>2</sup>
Diámetro del conductor (d)	12 mm
Resistividad media del terreno ( $\rho_a$ )	200 Ohm*m
Resistividad superficial, suelo de grava ( $\rho_s$ )	3.000 Ohm*m

### 11.3.2.3 RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

$$R_{pat} = \rho_a * (1/4r + 1/L) = 1,442 \text{ Ohm}$$

### 11.3.2.4 MÁXIMA ELEVACIÓN DEL POTENCIAL DE MALLA

$$V_m = R_{pat} * I_e = 11.796 \text{ V} < 24 \text{ KV}$$

### 11.3.2.5 TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MÁXIMAS

- Tensiones de paso y contacto máximas admisibles (según MIE RAT 13)

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

Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada  $U_{ca}$   
en función del tiempo de despeje de falta (tabla 1 reglamento)

$$204 \text{ V}$$

Tensión de paso máxima admisible

$$V_{pmax} = 10 * U_{ca} * (1 + [2 * R + 6 \rho_s] / 1.000) = 46.920 \text{ V}$$

Tensión de contacto máxima admisible

$$V_{cmax} = U_{ca} * (1 + [R/2 + 1,5 \rho_s] / 1.000) = 1.326 \text{ V}$$

- Tensiones de paso y contacto máximas en la instalación  
(según ANSI / IEEE Std 80-1986)

Tensión de paso máxima

$$V_p = K_p * K_i * r_a * I_e / L$$

Tensión de contacto máxima

$$V_c = K_c * K_i * r_a * I_e / L$$

Donde:

$$K_p = 1/\pi * [1/2h + 1/(D+h) + 1/2D + 1/3D + \dots + 1/nD] = 0,6435$$

$$K_c = 1/\pi * \ln[D^2/(16hd)] + 1/\pi * \ln[(3/4)(5/6) \dots (2n-3)/(2n-2)] = 0,1228$$

$$K_i = 0,65 + 0,172n = 4,7436$$

Valores de  $V_p$  y  $V_c$  máximos que pueden aparecer en la instalación:

$V_p = 2.091 \text{ V}$	$<< 46.920 \text{ V}$
$V_c = 399 \text{ V}$	$< 1.326 \text{ V}$

## 12. DIMENSIONADO DE LÍNEAS

Para determinar las secciones de los cables se realizará un cálculo basándose en cuatro consideraciones:

- Caída de tensión en la línea.
- Intensidad máxima admisible por el cable en servicio permanente.
- Intensidad máxima admisible en cortocircuito durante un tiempo determinado.
- Efecto corona.

### 12.1. DETERMINACIÓN DE LA CAÍDA DE TENSIÓN EN LA LÍNEA

Se calcula la caída de tensión de cada tramo ( $\Delta U$ , en V), considerando la intensidad máxima que puede circular en régimen permanente por él, según la siguiente ecuación:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_n \cdot L \cdot \cos \varphi \cdot (R' + X' \tan \varphi)$$

donde:

- $I_n$  : Intensidad nominal máxima en régimen permanente, en A.
- $L$  : Longitud del tramo considerado, en km.
- $R'$  : Resistencia efectiva del cable, en  $\Omega/m$ .
- $X'$ : Reactancia del cable, en  $\Omega/m$ .
- $\cos \varphi$  : Factor de potencia.

El factor de potencia en el lado de red del aerogenerador es 1 y, por tanto:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_n \cdot L \cdot R'$$

También se calcula la caída de tensión en cada tramo en porcentaje:

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U}{U_n} \cdot 100$$

Por último, se calcula la caída de tensión máxima en la instalación para cada circuito, desde el aerogenerador más lejano hasta el embarrado de 20 kV del transformador 220/20 kV de la subestación, sumando las caídas de los tramos correspondientes, y se comprueba que se cumpla la siguiente relación:  $\Delta U_{max} < 5\%$

## 12.2. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN SERVICIO PERMANENTE

La sección se determina de acuerdo a las Normas UNE 21144 e IEC 287, en base a la intensidad máxima admisible por calentamiento.

En primer lugar, se calcula la corriente máxima permanente que el cable va a transportar ( $I_n$ , en A), la cual viene dada por:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi}$$

Donde:

- $U_n = 220$  kV, Tensión nominal en la red.
- $\cos \varphi = 0,95$ , Factor de potencia resultante en el lado de red del aerogenerador.
- $P =$  Potencia máxima a transportar en el tramo de línea considerado, en kW.

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{107.500}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 1} = 282,42A$$

Esta intensidad que circulará es menor que la máxima admitida por el conductor.

### 12.2.1. CONEXIÓN CELDAS 20 KV SUBESTACIÓN – TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Para el tramo que conecta las celdas de media tensión de la subestación con el transformador 220/20 kV se considera:

- Conductores de cobre RHZ1
- Tensión nominal 12/20 kV
- $T^a$  máxima de trabajo de los cables = 90 °C.
- Ternas de cables unipolares, en contacto entre sí y con la pared, agrupadas sobre el suelo de una galería (se considera bandeja continua donde la circulación del aire es restringida).
- $T^a$  del aire del ambiente = 40 °C.

Estas condiciones obligan a la introducción de un factor de corrección en el valor de  $I_{max}$ , siguiendo las especificaciones de la siguiente tabla:

Número de bandejas	Número de cables o ternas				
	2	3	4	6	9
	<b>Factor de corrección</b>				
1	0.84	0.80	0.78	0.75	0.73
2	0.80	0.76	0.74	0.71	0.69
3	0.78	0.74	0.72	0.70	0.68
6	0.76	0.72	0.70	0.68	0.66

Tabla 2. Factores de corrección de  $I_{max}$  para ternas de cables agrupados, con circulación del aire restringida.

Consideraremos tendidos de tres cables por fase de sección 400 mm<sup>2</sup> Cu. La intensidad máxima admisible en un cable de estas características es de 745 A; considerando un coeficiente reductor de 0'75 por tendido de múltiples cables en galería. No se considerará ningún coeficiente de simultaneidad en la energía que se vierte a la red.

$$I_{max} = 745 \cdot 0'75 = 559A$$

$$I_n = \frac{1}{4} \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{1}{4} \frac{10.000}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 0.95} = 418A$$

De forma que se cumple:  $I_n/I_{max} < 1$

### 12.2.2. CONEXIÓN APARAMENTA 220 kV SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA

Para conexión entre la aparamenta de interperie en la Subestación transformadora se prevé cable de aluminio-acero LA-545 (CARDINAL). Con las siguientes características:

Carga de rotura .....	15.150 Kg
Masa .....	1.832 Kg/m
Módulo de elasticidad .....	7.000 Kg/mm <sup>2</sup>
Resistencia eléctrica a 20°C .....	0'0596 Ω/Km
Coefficiente de dilatación lineal .....	19'3
<b>Sección</b>	
Aluminio .....	484,5 mm <sup>2</sup>
Acero .....	62,8 mm <sup>2</sup>
Total .....	547,3 mm <sup>2</sup>
Equivalencia en cobre .....	305 mm <sup>2</sup>
<b>Diámetros</b>	
Alma .....	10,14 mm
Total .....	30,42 mm

Composición (Nº y diámetro de alambres)

Aluminio .....	54 x 3,38 mm
Total .....	7 x 3,38 mm

Según el artículo 4 de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 07 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad le es de aplicación una densidad de corriente de 1'72 A/mm<sup>2</sup> por su sección y un factor de corrección de 0'95 para una configuración de 54+7 hilos.

$$I_{\max} = D \cdot S \cdot k = 893A$$

Con lo que la intensidad máxima admisible resultante es de 893 A. La potencia máxima admisible es de 340 MVA, ampliamente superior a la potencia necesitada.

Para determinar si las secciones de los conductores elegidos son válidas un cálculo en base a las siguientes consideraciones:

1. Intensidad máxima admisible por el cable en servicio permanente.
2. Intensidad máxima admisible en cortocircuito durante un tiempo determinado.

### 12.3. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN CORTOCIRCUITO

Para verificar si las secciones elegidas son suficientes para soportar la corriente de cortocircuito, conocido el valor de ésta ( $I_{cc}$ , en amperios) y su duración ( $t$ , en segundos), debe cumplirse la condición:

$$I_{cc} \sqrt{t} \leq K \cdot S$$

Donde:

- K= Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al principio y final del cortocircuito
- S= Sección en mm<sup>2</sup> del conductor

Suponiendo que los conductores parten de la situación de máxima temperatura en servicio (90°C) y alcanzan, al final del cortocircuito la máxima admisible (250°C), podemos considerar el valor de  $K$  para cables de aluminio como aproximadamente igual a 142.

Todas las corrientes de cortocircuito se despejarán en tiempos menores de 0'1s; suponiendo la peor situación que pueda darse, para la mayor corriente de cortocircuito calculada (ver apartado correspondiente) y las secciones empleadas (CARDINAL), puede comprobarse que la relación antes indicada se cumple satisfactoriamente:

$$50.000 \cdot \sqrt{0'1} = 15.811 \ll 142 \times 547,33 = 77.720$$

### 12.3.1. EFECTO CORONA

Para evitar la aparición de este fenómeno deberá cumplirse la siguiente relación:

$$Grad_{spf} < Grad_{adm}$$

Con

$$Grad_{adm} = 18'84 - \frac{2}{0'3} \log(r)$$

$$Grad_{spf} = \frac{43'452 \cdot U}{100 \cdot \sqrt{3} \cdot r \cdot \log\left(\frac{\sqrt[3]{2} \cdot a}{r}\right)}$$

Donde

- $Grad_{spf}$ : Gradiente de potencial en la superficie del conductor
- $Grad_{adm}$ : Gradiente de potencial admisible en la superficie del conductor
- $U$ : Tensión nominal, en el presente caso  $U = 220$  kV
- $a$ : distancia entre fases, en el presente caso  $a = 400$  cm
- $r$ : radio exterior del conductor, en el presente caso  $r = 1'269$  cm

Obteniéndose los siguientes resultados:

$$Grad_{spf} = 14,39 \text{ kV/cm}$$

$$Grad_{adm} = 17'62 \text{ kV/cm}$$

Con lo que efectivamente se verifica:

$$Grad_{spf} < Grad_{adm}$$

## 13. ESTUDIO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

### 13.1. MODELO DE LA INSTALACIÓN

Se despreciarán las impedancias de la línea aérea de alta tensión de evacuación del parque, modelándose la red como una potencia de cortocircuito de potencia.

De la misma forma, se despreciarán las impedancias de los juegos de barras y de todas las líneas de 20 KV ya que su pequeño valor hace que apenas influyan en los resultados finales ya que pueden estimarse diferencias menores del 1% para cálculos en cortocircuitos a 20KV y menores al 1% en cálculos en baja tensión. En cualquier caso, el hecho de despreciar todos los elementos mencionados, aumentará el margen de seguridad del cálculo.

De esta forma, se puede considerar el parque eólico como un conjunto de 5 aerogeneradores (cada uno con su correspondiente transformador 20/0'720 KV) en paralelo, conectados en serie con el transformador 220/20KV y en serie con la línea de evacuación del parque, aunque esta última no sea considerada al considerarse nula su impedancia.

Cada elemento se reducirá a una impedancia equivalente referida al lado de media tensión (20 kV.), calculándose posteriormente la impedancia equivalente del sistema en su conjunto, válida para cortocircuitos producidos en cualquier punto de la instalación.

Se ha de reseñar que para el cálculo de la impedancia del generador se tomarán los valores de su modelado como máquina asíncrona.

Para realizar el estudio se utilizará el método de cálculo recomendado por la UNE EN 60909, aplicable a redes eléctricas cuya tensión de servicio sea inferior a 230 kV. Se supondrá en todos los casos cortocircuito trifásico, por ser el que presenta un requerimiento mayor de las prestaciones de los interruptores a instalar.

## 13.2. DETERMINACIÓN DE IMPEDANCIAS

- **Impedancia de red:**

Los datos de partida necesarios para los cálculos son:

Potencia de cortocircuito de la red	→ $P_{CC} = 4.107 \text{ MVA}$
Tensión nominal de la red	→ $U_{RED} = 220 \text{ kV}$
Tensión nominal del parque	→ $U_{RMT} = 20 \text{ kV}$
Frecuencia	→ $f = 50 \text{ Hz}$

La impedancia, resistencia y reactancia equivalentes de la red se calcularán según las siguientes expresiones:

$$Z_{RED} = \frac{U_{RED}^2}{P_{CC}}$$

$$R_{RED} = 0,1 \cdot X_{RED}$$

$$X_{RED} = 0,995 \cdot Z_{RED}$$

Con el fin de poder operar con las diferentes impedancias y crear de ese modo un modelo general del parque, se referirán todas las impedancias a la tensión de 20 kV. Para obtener los valores referidos a 20 kV de los ya obtenidos para la tensión de la red se utilizará la siguiente expresión, según el apartado 3.2 de la UNE EN 60909:

$$Z_{RED\_20kV} = \left( \frac{U_{RMT}}{U_{RED}} \right)^2 \cdot Z_{RED}$$

- **Impedancia del transformador de potencia de la subestación:**

El circuito de secuencia directa del transformador se ha supuesto siempre con el modelo de impedancia serie correspondiente a la tensión de cortocircuito, despreciando el efecto de la rama magnetizante, dado que por su elevado valor la corriente que se absorbe por ella no es significativa (equivale a suponer corrientes de vacío nulas).

Los datos necesarios para hallar las impedancias se exponen a continuación. Se ha de reseñar que para los cálculos se utilizará la potencia asignada con ventilación natural (ONAN), ya que el transformador, constructivamente, está diseñado para dicha potencia. En cuanto al factor de tensión "C", se escogerá el relativo al cálculo de la máxima intensidad de cortocircuito de la norma UNE EN 60909 y de la CEI 909.

Tensión de cortocircuito	→ $U_{CC} = 12,50 \%$
Potencia asignada	→ $S_n = 50 \text{ MVA ONAN} / 60 \text{ MVA ONAF}$

Tensión secundaria	→ $U_{SEC} = 20 \text{ kV}$
Pérdidas del transformador	→ $\Delta P_{TR} = 0.5\% \text{ de } S_n \text{ (kW)}$
Corriente secundaria asignada	→ $I_{SEC} = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_{RMT}} \text{ (A)}$
Factor "C"	→ $C = 1,10$

La impedancia, resistencia y reactancia equivalentes del transformador se calcularán según las siguientes expresiones:

$$Z_{TR} = \frac{U_{CC} \cdot U_{RMT}^2}{S_n}$$

$$R_{TR} = \frac{\Delta P_{TR}}{3 \cdot I_{SEC}^2}$$

$$X_{TR} = \sqrt{Z_{TR}^2 - R_{TR}^2}$$

De forma análoga al caso anterior, se deben calcular las impedancias equivalentes referidas a la tensión de la red interna del parque. Según el apartado 3.3.1 de la norma UNE EN 60909, en el caso de los transformadores la conversión se realiza multiplicando las impedancias obtenidas por el factor  $K_{TS}$ , que según el apartado 3.3.3 de la misma norma se define según la siguiente expresión:

$$K_{TR} = \frac{0,95 \cdot C}{1 + \frac{0,6 \cdot X_{TR}}{\frac{V_{SEC}^2}{S_n}}}$$

$$Z_{TR\_20kV} = K_{TR} \cdot Z_{TR}$$

- **Equivalente de Red y transformador de potencia referido a 20 kV:**

La impedancia equivalente del sistema integrado por la red eléctrica externa y el transformador de potencia de la subestación es la suma de las dos impedancias correspondientes, ya que se encuentran situadas en serie. Para el posterior uso de la impedancia se hallará su valor en coordenadas polares, distinguiendo entre el módulo del vector y su ángulo o fase, expresado en grados. A continuación, se indican las ecuaciones correspondientes, incluyendo las relativas al paso de coordenadas cartesianas a coordenadas polares.

$$R_{R+T} = R_{RED} + R_{TR}$$

$$X_{R+T} = X_{RED} + X_{TR}$$

$$|Z_{R+T}| = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$\alpha(Z_{R+T}) = \arctg\left(\frac{X_{R+T}}{R_{R+T}}\right)$$

- **Impedancia del generador (equivalente en M.T.):**

Como ya se ha mencionado, se utilizarán los valores de modelado del generador como máquina asíncrona, ya que es del tipo asíncrono doblemente alimentado. Los datos de partida necesarios para los cálculos se exponen a continuación. En el caso del coeficiente KG y según el apartado 4.7 de la UNE EN 60909, se escogerá el valor para un motor en baja tensión con cables de conexión. En cuanto a la corriente estatórica, se escogerá aquella correspondiente a la saturación del circuito magnético del generador.

Tensión base de la reactancia	→ U <sub>G</sub> = 0,70 kV
Potencia base de la reactancia	→ R <sub>G</sub> = 8 MVA
K <sub>G</sub>	→ K <sub>G</sub> = 1,3
Corriente estatórica a rotor bloqueado	→ I <sub>lr</sub> = 19.500 A
Corriente estatórica asignada	→ I <sub>rG</sub> = 2.580 A
Factor "C"	→ C = 1,10
Frecuencia	→ f = 50 Hz
Duración de la corriente de corto	→ T <sub>K</sub> = 0,11 seg

Para la realización del cálculo de los parámetros del circuito equivalente del generador y, según el apartado 3.8.1 de la UNE EN 60909, se deberá realizar la siguiente aproximación:

$$Z'_G = \frac{I_{rG}}{I_{lr}} \cdot \frac{U_G}{S_n}$$

$$X'_G = 0,922 \cdot Z'_G$$

$$R'_G = 0,42 \cdot X'_G$$

Al igual que en los demás casos, se deberán calcular la impedancia, resistencia y reactancia equivalentes referidas a la tensión de la red interna del parque (20 kV). Al igual que en el caso de la red, se deberán multiplicar los valores obtenidos por el cuadrado del cociente entre la tensión del parque y la tensión a la que se han calculado, pero esta vez esta última tensión es la correspondiente al generador (720 V.):

$$Z_G = \sqrt{R_G^2 + X_G^2}$$

$$R_G = \left( \frac{U_{RMT}}{U_G} \right)^2 \cdot R'_G$$

$$X_G = \left( \frac{U_{RMT}}{U_G} \right)^2 \cdot X'_G$$

- **Impedancia del transformador del centro de transformación del aerogenerador:**

El circuito de secuencia directa del transformador se ha supuesto siempre con el modelo de impedancia serie correspondiente a la tensión de cortocircuito, despreciando el efecto de la rama magnetizante, dado que por su elevado valor la corriente que se absorbe por ella no es significativa (equivale a suponer corrientes de vacío nulas). Los datos necesarios para hallar las impedancias se exponen a continuación.

Las ecuaciones necesarias para el cálculo de las impedancias equivalentes del transformador del centro de transformación del aerogenerador son similares a las ya expuestas en el apartado del transformador de potencia de la subestación, aunque las tensiones y los parámetros del transformador son distintos. En este caso no será necesario calcular el parámetro KTR ya que se obtendrán directamente los valores referenciados a 20 kV. En cuanto a la tensión de cortocircuito, se escogerá la definida sobre el secundario de 720 V.

Tensión de cortocircuito	→ $U_{CC} = 9 \%$
Potencia asignada	→ $S_n = 8.421 \text{ kVA ONAN}$
Tensión secundaria	→ $U_{RMT} = 20 \text{ kV}$
Pérdidas en el transformador	→ $\Delta P_{TR} = 0.5\% \text{ de } S_n \text{ (kW)}$
Corriente secundaria asignada	→ $I_{SEC} = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_{RMT}} \text{ (A)}$

La impedancia, resistencia y reactancia equivalentes del transformador se calcularán según las siguientes expresiones:

$$Z_{TR} = \frac{U_{CC} \cdot U_{RMT}^2}{S_n}$$

$$R_{TR} = \frac{\Delta P_{TR}}{3 \cdot I_{SEC}^2}$$

$$X_{TR} = \sqrt{Z_{TR}^2 - R_{TR}^2}$$

- **Equivalente de Aerogenerador (transformador + generador) referido a 20 kV:**

La impedancia equivalente del sistema integrado por el generador y el transformador del centro de transformación del aerogenerador es la suma de la impedancia del transformador con la impedancia del generador, ya que se encuentran situadas en serie. Como ya se ha mencionado, se desprecia la impedancia de los cables existentes entre el generador y el transformador.

Para el posterior uso de la impedancia se hallará su valor en coordenadas polares, distinguiéndose entre el módulo del vector y su fase, expresada en grados.

$$R_{G+T} = R_G + R_{TR}$$

$$X_{G+T} = X_G + X_{TR}$$

### 13.3. CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Se despreciará durante el cálculo el tendido de los cables de potencia de media tensión, con lo que se puede considerar que la totalidad de los aerogeneradores se encuentran en paralelo.

Una vez determinadas las impedancias equivalentes en cada caso, se calcularán las intensidades de cortocircuito. De todas ellas se obtendrá un resultado vectorial, cuyo módulo será calculado en los apartados siguientes y su ángulo será el correspondiente a la impedancia que ha dado lugar a la correspondiente intensidad.

Las intensidades de cortocircuito serán calculadas para tres casos: el conjunto de red y transformador de potencia de la subestación, el aerogenerador (conjunto de centro de transformación y generador) y el total del parque. Para obtener la intensidad de cortocircuito en el conjunto del parque, se sumarán las intensidades aportadas por cada uno de los generadores que lo integran, ya que se encuentran en paralelo. La intensidad de cortocircuito obtenida para el total del parque será válida para cualquier punto del parque eólico.

- **Corriente de cortocircuito simétrica inicial**

Según los apartados 4.2 y 4.7 de la norma UNE EN 60909, el módulo de la corriente de cortocircuito rms simétrica inicial será calculado según la siguiente expresión. El ángulo corresponderá al de la impedancia utilizada para el cálculo.

$$I_K'' = \frac{C \cdot U_{RMT}}{\sqrt{3} \cdot |Z|}$$

- **Corriente de cortocircuito pico**

Según los apartados 4.3.1.1 y 4.7 de la norma UNE EN 60909, será calculada según la siguiente expresión:

$$i_p = K \cdot \sqrt{2} \cdot I_K''$$

El valor de "K" varía según el tipo de elemento considerado. De esta forma su valor, según la impedancia considerada, será:

- Impedancia equivalente de la red y el transformador de subestación.

$$K = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3 \cdot \frac{R}{X}}$$

- Impedancia equivalente del generador y el transformador del centro de transformación.

$$K = K_G = 1,3$$

- **Corriente de cortocircuito térmica equivalente**

El módulo de la corriente de cortocircuito térmica equivalente será calculado según la siguiente expresión al considerar el apartado 4.8 de la UNE EN 60909:

$$I_{th} = \sqrt{m+n} \cdot |I_K''|$$

donde:

$$m = \frac{e^{4 \cdot f \cdot T_K \cdot \ln(K-1)} - n}{2 \cdot f \cdot T_K \cdot \ln(K-1)}$$

y donde:

$$n = \frac{I_k''}{I_k}$$

Según el apartado 4.8 de la UNE EN 60909, en los cortocircuitos alejados de los alternadores, como es el caso de los producidos en las proximidades de la impedancia equivalente de red y transformador de subestación,  $I_k'' \approx I_k$ , por lo que se puede considerar  $n = 1$ . Por el contrario, en los cortocircuitos próximos a los alternadores, como es el caso de los producidos en las proximidades de la impedancia equivalente de aerogenerador,  $I_k'' \gg I_k$ , por lo que se considerará  $n = 0$ .

### 13.3.1 RESULTADOS DEL CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

#### IMPEDANCIA DE LA RED

##### Datos de partida

$$\begin{aligned}P_{CC} &= 4.107 \text{ MVA} \\U_{RED} &= 220 \text{ kV} \\U_{RMT} &= 20 \text{ kV} \\f &= 50 \text{ Hz}\end{aligned}$$

##### Impedancia Red 220 kV

$$\begin{aligned}Z_{RED} &= 11,7848 \Omega \\R_{RED} &= 1,1726 \Omega \\X_{RED} &= 11,7258 \Omega \\|Z_{R_{220}}| &= 11,7843 \\ \alpha(Z_{R_{220}}) &= 84,29^\circ \\Z_{R_{220}} &= 11,78 \angle 84,29^\circ\end{aligned}$$

##### Impedancia Red de 220 kV referida a 20 kV

$$\begin{aligned}Z_{RED} &= 0,0974 \Omega \\R_{RED} &= 0,0097 \Omega \\X_{RED} &= 0,0969 \Omega \\|Z_{R_{20}}| &= 0,0974 \\ \alpha(Z_{R_{20}}) &= 84,29^\circ \\Z_{R_{20}} &= 0,10 \angle 84,29^\circ\end{aligned}$$

#### IMPEDANCIA DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE LA SUBESTACIÓN

##### Datos de partida

$$\begin{aligned}U_{CC} &= 12,5\% \\S_n &= 50 \text{ MVA ONAN} \\U_{SEC} &= 20 \text{ kV} \\ \Delta P_{TR} &= 250 \text{ KW} \\I_{SEC} &= 1.443,4 \text{ A} \\C &= 1,10\end{aligned}$$

##### Impedancia transformador

$$\begin{aligned}Z_{TR} &= 1,0000 \Omega \\R_{TR} &= 0,0400 \Omega \\X_{TR} &= 0,9992 \Omega \\|Z_{TR_{220}}| &= 1,0000 \\ \alpha(Z_{TR_{220}}) &= 87,71^\circ \\Z_{TR_{220}} &= 1,00 \angle 87,71^\circ \\K_{TR} &= 0,9721\end{aligned}$$

*Impedancia transformador referida a 20 kV*

$$\begin{aligned} Z_{TR} &= 0,9721 \Omega \\ R_{TR} &= 0,0389 \Omega \\ X_{TR} &= 0,9714 \Omega \\ |Z_{TR\_20}| &= 0,9721 \\ \alpha(Z_{TR\_20}) &= 87,71^\circ \\ Z_{TR\_20} &= 0,97 \angle 87,71^\circ \end{aligned}$$

**IMPEDANCIA EQUIVALENTE DE RED DE 220kV Y TRANSFORMADOR REFERIDA A 20 kV**

*Impedancia Red + Trafo*

$$\begin{aligned} R_{R+T} &= 0,0486 \Omega \\ X_{R+T} &= 1,0683 \Omega \\ |Z_{R+T}| &= 1,0694 \\ \alpha(Z_{R+T}) &= 87,40^\circ \\ Z_{R+T} &= 1,07 \angle 87,40^\circ \end{aligned}$$

*Corriente de cortocircuito simétrica inicial*

$$\begin{aligned} |I_k''| &= 11,88 \\ \alpha(I_k'') &= 87,40^\circ \\ I_k'' &= 11,88 \angle 87,40^\circ \text{ kA (referidos a 20 kA)} \end{aligned}$$

*Corriente de cortocircuito pico*

$$\begin{aligned} K &= 1,8750 \\ |i_p| &= 31,50 \\ \alpha(i_p) &= 87,40^\circ \\ i_p &= 31,50 \angle 87,40^\circ \end{aligned}$$

**$i_p = 31,50 \text{ kA}$**  (referidos a 20 kA)

*Corriente de cortocircuito térmica equivalente*

$$\begin{aligned} T_k &= 0,11 \text{ seg} \\ m (n=1) &= 0,6449 \\ |I_{th}| &= 15,2334 \\ \alpha(I_{th}) &= 87,40^\circ \\ I_{th} &= 15,23 \angle 87,40^\circ \text{ kA} \end{aligned}$$

**$I_{th} = 15,23 \text{ kA}$**  (referidos a 20 kA)

## IMPEDANCIA EQUIVALENTE DEL GENERADOR

### Datos de partida

Tensión base de la reactancia:	$U_G = 0,69 \text{ kV}$
Potencia base de la reactancia:	$S_n = 8,4 \text{ MVA}$
$K_G$ :	$K_G = 1,3$
Corriente estatística a rotor bloqueado:	$I_{lr} = 19.500 \text{ A}$
Corriente estatística asignada:	$I_{rG} = 2.580 \text{ A}$
Factor "C":	$C = 1,1$
Frecuencia:	$f = 50 \text{ Hz}$
Duración de la corriente de corto:	$T_k = 0,11 \text{ seg}$
	$Z_M = 0,0075 \Omega$
	$X_M = 0,0069 \Omega$
	$R = 0,0029 \Omega$

### Impedancia generador referida a 20 kV

$$Z_G = 6,2848 \Omega$$
$$R_G = 2,4337 \Omega$$
$$X_G = 5,7945 \Omega$$

## IMPEDANCIA DEL TRANSFORMADOR DEL C.T. DEL AEROGENERADOR

### Datos de partida

Tensión de cortocircuito:	$U_{CC} = 9,0\%$
Potencia de referencia:	$S_n = 8.421 \text{ kVA ONAN}$
Tensión:	$U_{RMT} = 20 \text{ kV}$
Pérdidas trafo:	$\Delta P_{TR} = 42,1 \text{ KW}$
Corriente asignada:	$I_{SEC} = 243,09 \text{ A}$

### Impedancia transformador referida a 20 kV

$$Z_{TR} = 4,2750 \Omega$$
$$R_{TR} = 0,2375 \Omega$$
$$X_{TR} = 4,2684 \Omega$$

## IMPEDANCIA EQUIVALENTE DEL AEROGENERADOR (TRANSFORMADOR + GENERADOR)

### Impedancia Generador + Trafo

$$\begin{aligned}R_{G+T} &= 2,6712 \, \Omega \\X_{G+T} &= 10,0629 \, \Omega \\|Z_{G+T}| &= 10,4114 \\ \alpha(Z_{G+T}) &= 75,13^\circ \\Z_{G+T} &= 10,41 \, \angle 75,13^\circ\end{aligned}$$

### Corriente de cortocircuito simétrica inicial

$$\begin{aligned}|I_k''| &= 1,22 \\ \alpha(I_k'') &= 75,13^\circ \\ I_k'' &= 1,22 \, \angle 75,13^\circ \, \text{kA} \quad (\text{referidos a } 20 \, \text{kA})\end{aligned}$$

### Corriente de cortocircuito pico

$$\begin{aligned}K_G &= 1,3 \\ |i_p| &= 2,24 \\ \alpha(i_p) &= 75,13^\circ \\ i_p &= 2,24 \, \angle 75,13^\circ\end{aligned}$$

$$\boxed{i_p = 2,24 \, \text{kA}} \quad (\text{referidos a } 20 \, \text{kA})$$

### Corriente de cortocircuito térmica equivalente

$$\begin{aligned}T_k &= 0,11 \, \text{seg} \\ m \, (n=0) &= 0,0755 \\ |I_{th}| &= 0,3352 \\ \alpha(I_{th}) &= 75,13^\circ \\ I_{th} &= 0,34 \, \angle 75,13^\circ \, \text{kA}\end{aligned}$$

$$\boxed{I_{th} = 0,34 \, \text{kA}} \quad (\text{referidos a } 20 \, \text{kA})$$

## CORRIENTE DE DEFECTO RED + AEROS

*Datos de partida:*

Nº aerogeneradores:	9
Corriente $I_{th}$ de RED:	15,23 $\angle$ 87,40° kA
Corriente $I_{th}$ de AERO:	0,34 $\angle$ 75,13° kA

*Corriente de cortocircuito equivalente en todo el parque*

$$\begin{aligned} |i_{p\_red}| &= 31,50 \\ \alpha(i_{p\_red}) &= 87,40^\circ \\ |i_{p\_aeros}| &= 20,19 \\ \alpha(i_{p\_aeros}) &= 75,13^\circ \end{aligned}$$

$$i_{p\_red} = 31,50 \angle 87,40 = 1,43 + 31,46 j$$

$$i_{p\_aeros} = 20,19 \angle 75,13 = 5,18 + 19,51 j$$

$$i_{p\_parq} = 6,61 + 50,97 j = 51,40 \angle 82,61^\circ \text{ kA}$$

$$\boxed{i_{p\_parq} = 51,40 \text{ kA}}$$

*Corriente de cortocircuito térmica equivalente en todo el parque*

$$\begin{aligned} |I_{th\_red}| &= 15,23 \\ \alpha(I_{th\_red}) &= 87,40^\circ \\ |I_{th\_aeros}| &= 3,02 \\ \alpha(I_{th\_aeros}) &= 75,13^\circ \end{aligned}$$

$$I_{th\_red} = 15,23 \angle 87,40 = 0,69 + 15,22 j$$

$$I_{th\_aeros} = 3,02 \angle 75,13 = 0,77 + 2,92 j$$

$$I_{th\_parque} = 1,47 + 18,13 j = 18,19 \angle 85,38^\circ \text{ kA}$$

$$\boxed{I_{th\_parq} = 18,19 \text{ kA}}$$

### 13.3.2. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES DEL CÁLCULO

El cálculo anterior, tiene carácter aproximado, y se ha realizado utilizando simplificaciones en el cálculo que obtienen aproximaciones de resultados por el lado de la seguridad (hipótesis desfavorables). Es previsible que en la realidad los valores de intensidades de cortocircuito sean menores a los mostrados en el cálculo.

Dentro de las simplificaciones consideradas caben destacar las siguientes:

- Se desprecian las impedancias de los cables de MT y los embarrados entre el transformador por el lado de MT y las celdas situadas en la subestación.
- Se desprecian las impedancias de los cables aislados de MT entre aerogeneradores y entre aerogeneradores y SET.
- Se desprecia la impedancia de la línea de evacuación que conecta con la subestación de enlace.

Las conclusiones más significativas de los análisis realizados son las siguientes:

- Las celdas de MT a instalar en los aerogeneradores, deberán ser capaces de soportar intensidades iniciales de cortocircuito de al menos 20 kA eficaces (poder asignado de corte en servicio de cortocircuito,  $I_{CS}$ ), e intensidades de pico no inferiores a 50 kA de cresta (poder asignado de corte último o sollicitación electrodinámica que la celda ha de ser capaz de soportar,  $I_{CU}$ ).
- Los valores de intensidad de cortocircuito obtenidos corresponden a un cortocircuito trifásico. Para monofásicos-tierra las intensidades de cortocircuito que pueden obtenerse son inferiores a los valores obtenidos para cortocircuitos trifásicos, dado que la red de 20 kV se explota con neutro aislado.
- El aporte principal de corriente al cortocircuito lo realiza la red exterior, siendo pues las intensidades de cortocircuito obtenidas, muy dependientes de la potencia de cortocircuito de la red exterior.

## 14. SISTEMAS DE MANDO, PROTECCIÓN Y CONTROL

Para la subestación proyectada, se plantea un sistema integrado de mando, medida, protección y control de la instalación, constituido a base de relés electrónicos de protección y control, comunicados todos ellos con una UCS (Unidad de Control de Subestación) y un sistema SCADA.

La captación de señales de tensión e intensidad se realiza a través de los relés de protección y control, al igual que la señalización de aparamenta y alarmas asociadas.

Los nuevos relés de protección y control se instalarán en un cuadro de control.

## 15. CÓDIGOS, NORMAS Y REGLAMENTOS TÉCNICOS

Todo el suministro será realizado de acuerdo con la práctica más avanzada para esta clase de equipos. Todos los materiales y componentes empleados y todos los trabajos realizados estarán de acuerdo con los códigos, normas, reglamentos y guías que sean aplicables y hayan sido editados hasta la fecha de adjudicación por UNE (o, en su defecto, DIN) y CEI. Las indicaciones escritas que hayan de figurar en el equipo, así como los manuales de Operación y Mantenimiento, estarán redactadas en español.

A cada equipo le serán realizados todos los ensayos de rutina que le sean de aplicación conforme a las normas establecidas.

El Suministro deberá estar homologado por la Comunidad Europea con el marcado "CE", viniendo obligado el Suministrador a presentar y entregar a *MOLINOS DEL EBRO S.A.* la oportuna "Declaración de conformidad CE" de acuerdo con el Real Decreto 1435/1992, según la Directiva del Consejo 89/392/CEE.



SET "CABIGORDO" 220/20 kV  
TÉRMINO MUNICIPAL DE CEDRILLAS (TERUEL)



## Memoria. Proyecto ejecución SET 220/20 kV "Cabigordo"

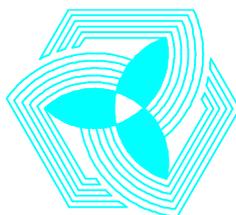
Firmado:

**Javier del Pico Aznar**

Ingeniero Industrial / Colegiado Nº 1.717

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

Zaragoza, septiembre de 2024



**MOLINOS  
DEL EBRO**

*Proyecto de Ejecución*

# ***II. Pliego de Condiciones***

**SET “Cabigordo” 220/20 kV**

**Término Municipal de Cedrillas (Teruel)**



SET "CABIGORDO" 22020411  
TÉRMINO MUNICIPAL DE CEDRILLAS (TERUEL)



## 1. GENERAL

### 1.1. OBJETO

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir los requisitos a cumplir por la empresa contratista en lo referente a obra civil, materiales, montaje, documentación y controles en la ejecución del parque eólico proyectado por MOLINOS DEL EBRO S.A.

## 1.2. CÓDIGOS Y NORMAS

El trabajo se realizará conforme a la última edición de los siguientes códigos y normas:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 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 del 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (BOE 18 de Septiembre de 2.002).
- 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.
- Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico
- Orden de 5 de Septiembre de 1.985 sobre normas administrativas y técnicas para funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5.000 KVA y centrales de autogeneración eléctrica.
- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (R.A.M.I.N.P.).
- Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE).
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y Normativa de desarrollo de la misma.
- Real Decreto 1627/1997, del 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 junio, sobre protección de la salud y seguridad de trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 996/1999, de 11 de junio, por el que se modifican el Real Decreto 1177/1992, de 2 de octubre, por el que se reestructura la Comisión Permanente del Hormigón, y el Real Decreto 2661/1998, de 11 de diciembre, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).
- Real Decreto 2365/1985, de 20 de Noviembre, sobre Armaduras activas de acero para hormigón pretensado.

- Norma UNE 36099-1996: Alambres corrugados de acero para armaduras de hormigón armado.
- Norma UNE 36831-1997: Armaduras pasivas de acero para hormigón estructural. Corte, doblado y colocación de barras y mallas. Tolerancias. Formas preferentes de armado.
- Norma UNE 36832-1997: Especificaciones para la ejecución de uniones.

En general, cualquier otra norma o reglamento aplicable, además de las aquí contempladas.

Se podrá aceptar cualquier otra norma o recomendación internacionalmente reconocida siempre y cuando MOLINOS DEL EBRO S.A. así lo apruebe.

Todo el suministro será realizado de acuerdo con la práctica más avanzada para esta clase de equipos. Todos los materiales y componentes empleados y todos los trabajos realizados estarán de acuerdo con los códigos, normas, reglamentos y guías que sean aplicables y hayan sido editados hasta la fecha de adjudicación por UNE (o, en su defecto, DIN) y CEI. Las indicaciones escritas que hayan de figurar en el equipo, así como los manuales de Operación y Mantenimiento, estarán redactadas en español.

A cada equipo le serán realizados todos los ensayos de rutina que le sean de aplicación conforme a las normas establecidas.

El Suministro deberá estar homologado por la Comunidad Europea con el marcado "CE", viniendo obligado el Suministrador a presentar y entregar a MOLINOS DEL EBRO S.A. la oportuna "Declaración de conformidad CE" de acuerdo con el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

### 1.3. CALIDAD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Todos los materiales suministrados serán nuevos, de buena calidad, sin defectos y apropiados para el uso en las condiciones de servicio consideradas. Todo el equipo y utillaje usado en la ejecución del trabajo deberá estar en buen estado, siendo moderno y acorde con las normas de seguridad. Todos los trabajos serán ejecutados por personal cualificado.

El Contratista deberá disponer de procedimientos adecuados en el campo de la Seguridad y Salud en el trabajo, donde se recojan las normas de seguridad y medidas preventivas referentes a trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas y de obra civil, así como de Manuales de Control y Garantía de Calidad. Dichos manuales o procedimientos estarán a disposición de MOLINOS DEL EBRO S.A. para su examen o uso.

MOLINOS DEL EBRO S.A. se reserva el derecho a no permitir la entrada a trabajadores y/o contratistas/subcontratistas que a su juicio no dispongan de la capacidad para realizar el trabajo contratado (técnica, recursos, humana...).

## 2. CONTROL DE CALIDAD

### 2.1. CONTROL DE MATERIALES

Se comprobará que todos los materiales son conformes con las especificaciones del proyecto:

- *Cemento*: aunque la recepción del cemento será realizada por la central de hormigón, los albaranes que establecen las condiciones de suministro e identificación deberán estar a disposición de MOLINOS DEL EBRO S.A., pudiendo exigir que se realicen los ensayos físicos, mecánicos y químicos que indica la "Instrucción para la Recepción de Cementos" y, en concreto, el ensayo de resistencia a compresión. Para la utilización de cementos especiales se deberá contar con la aprobación de MOLINOS DEL EBRO S.A. Se deberá determinar la existencia de sulfatos; en caso afirmativo, deberá poseer la característica adicional de resistencia a los sulfatos.
- *Agua*: el agua utilizada, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no debe contener ningún elemento dañino que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras contra la corrosión.
- *Áridos*: la naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón; se aportará certificado de las condiciones de suministro por la central de hormigón. Además, se podrá exigir que se realicen ensayos del "Equivalente de arena" para la determinación de los áridos finos aportados a la masa.
- *Aditivos*: se deberá suministrar los certificados de todos los aditivos utilizados en la fabricación de la cimentación, que determinarán las características, comportamiento, proporciones y condiciones previstas de utilización. El cambio de ejecución o de componentes en los aditivos deberá ser consultado con MOLINOS DEL EBRO S.A.
- *Hormigón*: el control de calidad comprenderá la revisión de su resistencia y consistencia. Para el control de la consistencia se utilizará el ensayo de Cono de Abrams; durante el transcurso de la obra MOLINOS DEL EBRO S.A. exigirá la realización de un ensayo de cualquiera de las cubas de transporte de hormigón. El control de la resistencia se realizará mediante probetas cilíndricas de 15x30 cm, curadas y ensayadas a compresión a 28 días. Las probetas se conservarán junto a los elementos hormigonados y en las mismas condiciones de curado.
- *Acero*: las partidas de acero deberán ir acompañadas del certificado de garantía del fabricante.

## 2.2. CONTROL DE EJECUCIÓN

Tiene por objeto comprobar que se respeten las especificaciones establecidas en el proyecto. Se realizarán los ensayos de control de calidad que se consideren necesarios para la construcción de la subestación eléctrica transformadora, en especial los que siguen:

- Comprobaciones previas al comienzo de la ejecución:
  - Directorio en el que se determinen los agentes involucrados.
  - Libro de registro.
  - Archivo para los distintos certificados de materiales, hojas de suministro, resultados de control...
  - Revisión de planos.
- Comprobaciones de replanteo y geométricas:
  - Informe geotécnico de resistencia del terreno para la cimentación de los apoyos de la aparamenta.
- Comprobaciones de armaduras:
  - Control del tipo, diámetro y posición.
  - Control de las separaciones y separadores si fuera necesario.
  - Control de empalmes.
- Comprobaciones de encofrados (en el caso de ser necesarios):
  - Estanqueidad.
  - Humedad.
- Transporte, vertido y compactación:
  - Tiempo de transporte.
  - Condiciones del vertido, método, secuencia, altura...
  - Condiciones meteorológicas.
- Curado:
  - Método aplicado.
  - Plazos de curado.

### 3. INSPECCIÓN, PRUEBAS Y ENSAYOS

Todos los materiales y elementos suministrados por el Contratista, así como el trabajo realizado, estarán sujetos en su totalidad a la inspección y aprobación por parte de MOLINOS DEL EBRO S.A., teniendo derecho a rechazar los materiales o el trabajo que a su juicio estime defectuoso o mal realizado, de acuerdo a esta especificación o a normas o reglamentos que sean aplicables.

El Contratista deberá establecer un plan racional de acopios, adecuado al programa de ejecución, de forma que se evite la exposición a la intemperie de cualquiera de los suministros. A tal fin, deberá adecuarse un lugar cerrado de almacenamiento en obra o próximo a la misma, a fin de realizar el transporte a obra en el momento del montaje. MOLINOS DEL EBRO S.A. podrá rechazar cualquier suministro que, a su juicio, no haya sido almacenado debidamente en obra o pudiera haber sido dañado por su exposición a la intemperie.

Antes de la puesta en servicio de la instalación, se revisarán los siguientes puntos:

- Limpieza de todas las instalaciones.
- Revisión de normas de explotación y verificación de su concordancia con las prescripciones reglamentarias.
- Revisión de normas y manuales de cada uno de los aparatos a poner en servicio.
- Funcionamiento de los dispositivos de mando y enclavamiento de los aparatos, haciendo todas las maniobras que se realizarán en el funcionamiento habitual.
- Limpieza y revisión de todos los contactos.
- Comprobación de conexiones de embarrados y equipos.
- Nivel de aceite de transformadores.
- Comprobación de tomas de tierra y aseguramiento del buen aislamiento eléctrico de la instalación, realizando las siguientes medidas:
  - Medida de la resistividad del terreno.
  - Medida de la resistencia de puesta a tierra.
  - Medida de las tensiones de paso y contacto.
- Medida el tarado de los relés y del tiempo de actuación.

Antes de la puesta en marcha, el Contratista deberá realizar los ensayos pertinentes, por normativa o por recomendación del fabricante, para probar a entera satisfacción de MOLINOS DEL EBRO S.A. que los equipos y las interconexiones funcionan correctamente. Estas mediciones serán realizadas por técnicos cualificados, con sobrada experiencia en este tipo de trabajos y con los equipos de medida adecuados.



SET "CABIGORDO" 2202011  
TÉRMINO MUNICIPAL DE CEDRILLAS (TERUEL)



#### 4. PLAZO DE EJECUCIÓN

El Contratista presentará un programa de ejecución detallado de la obra diferenciando claramente obra civil, acopios, montaje de estructura metálica, montaje de aparataje, tendido de cableado, montaje y conexión de cuadros de control.

## 5. DOCUMENTACIÓN

Previo al inicio de la obra, el Contratista presentará un dossier con todas las tareas a desarrollar, tiempos de ejecución, acopios, protocolos, pruebas, ensayos, lista de materiales a instalar (marcas y modelos) etc. y que será sometido a aprobación por parte de MOLINOS DEL EBRO S.A.

Al finalizar la ejecución, se presentará un informe final en el que se recojan los tiempos reales de ejecución, incidentes ocurridos, etc. En dicho informe se incluirán los protocolos de pruebas y certificados de fabricante de todos los equipos instalados, así como de todas las pruebas o ensayos realizados.

Toda la documentación requerida se presentará por triplicado, en soportes papel y formato electrónico y será sometida a aprobación por parte de MOLINOS DEL EBRO S.A.

## Pliego de Condiciones. Proyecto de Ejecución

### SET "Cabigordo" 220/20 kV

Firmado:

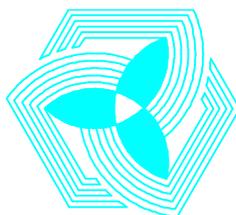


**Javier del Pico Aznar**

Ingeniero Industrial / Colegiado Nº 1.717

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

Zaragoza, septiembre de 2024



**MOLINOS  
DEL EBRO**

***Proyecto de Ejecución***

# ***III. Presupuesto***

**SET “Cabigordo” 220/20 kV**

**Término Municipal de Cedrillas (Teruel)**

## Presupuesto Proyecto de Ejecución SET 220/20 kV "Cabigordo"

### Apartado A) PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

#### CAPITULO A1: OBRA CIVIL

Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL EUR
A1.1	750	m2 Desbroce capa vegetal	1,75	1.312,50
A1.2	375	m3 Desmonte, relleno y compactación 95% SET	8,38	3.140,63
A1.3	1	Cimentaciones pórtico, alumbrado y apartamenta SET	23.750,00	23.750,00
A1.4	1	Ud. bancada transformador de potencia/foso recogida aceite	9.000,00	9.000,00
A1.5	1	Ud. playa de aproximación de transformador	3.750,00	3.750,00
A1.6	1	Ud. entramado metálico galvanizado en caliente de foso de recogida de aceite de transformador	3.375,00	3.375,00
A1.7	500	m conductor de cobre desnudo de 120 mm2, enterrado a 0,8 m de profundidad	12,75	6.375,00
A1.8	85	m conductor de cobre desnudo de 95 mm2, tendido en canalizaciones como tierra de acompañamiento	2,38	201,88
A1.9	107	m de canalización prefabricada, para cables de control y potencia	187,50	20.062,50
A1.10	366	m2 de extendido de capa de grava	2,25	823,50
A1.11	96	m de cerramiento perimetral Set	81,25	7.800,00
A1.12	1	Edificio de control	93.750,00	93.750,00
<b>Total CAPITULO A1: OBRA CIVIL</b>				<b>173.341,00</b>

#### CAPITULO A2: SUMINISTRO Y MONTAJE DE ESTRUCTURA METÁLICA

Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL EUR
A2.1	1	Ud. Estructuras metálicas soporte de apartamenta, incluido suministro y montaje	37.500,00	37.500,00
A2.2	1	Ud. Estructura metálica transformador de potencia, incluido suministro y montaje	1.437,50	1.437,50
A2.3	3	Ud. Estructura metálica galvanizada para cajas de formación de corriente continua y alterna de parque	400,00	1.200,00
<b>Total CAPITULO A2: SUMINISTRO Y MONTAJE DE ESTRUCTURA METÁLICA</b>				<b>40.137,50</b>

### CAPITULO A3: MONTAJE DE APARAMENTA Y OTROS MATERIALES

Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL EUR
A3.1	6	ml. tubo de cobre 50x5, para montaje en intemperie. (salida transformador 20 kV)	27,50	165,00
A3.2	275	ml. conductor de aluminio - acero LA-545	5,31	1.460,94
A3.3	4	Ud. Piezas de conexión 220 kV, cable LA545	1.750,00	7.000,00
A3.4	3	ml. cable cobre desnudo conexión embarrado lado de 20 kV con autoválvulas	2,88	8,63
A3.5	1	Ud piezas de conexión salida transformador lado 20 kV	250,00	250,00
A3.6	100	ml. conexiones transformador - celdas	10,63	1.062,50
A3.7	1	Partida botellas terminal	175,00	175,00
A3.8	5	Montaje celdas 24 kV	450,00	2.250,00
A3.9	1	Celda alojamiento trafo servicios auxiliares	2.312,50	2.312,50
A3.10	1	Puente de cables celda general - trafo	18.750,00	18.750,00
A3.11	3	Ud. Caja de formación de corriente alterna CFA, continua CFC de parque, intensidades y tensiones	1.500,00	4.500,00
A3.12	5	Ud. montaje de seccionador	500,00	2.500,00
A3.13	3	Ud. montaje de transformador de tensión de 220 kV	100,00	300,00
A3.14	9	Ud. montaje de transformador de intensidad de 220 kV	100,00	900,00
A3.15	3	Ud. montaje de interruptor tripolar de 220 kV	350,00	1.050,00
A3.16	9	Ud. montaje de pararrayos autoválvula 24kV	50,00	450,00
A3.17	1	Ud. Conexionado de transformador 60 MVA	5.625,00	5.625,00
<b>Total CAPITULO A3: MONTAJE DE APARAMENTA Y OTROS MATERIALES</b>				<b>48.759,56</b>

### CAPITULO A4: INTERCONEXIÓN Y PRUEBAS

Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL EUR
A4.1	1	Ud. Interconexión de armarios con resto de equipos y armarios	2.500,00	2.500,00
A4.2	1	Ud. Pruebas de rutina de la instalación	2.150,00	2.150,00
<b>Total CAPITULO A4: INTERCONEXIÓN Y PRUEBAS</b>				<b>4.650,00</b>

### Apartado A) PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

Capítulo	TOTAL EUR
A1 OBRA CIVIL	173.341,00
A2 SUMINISTRO Y MONTAJE DE ESTRUCTURA METÁLICA	40.137,50
A3 MONTAJE DE APARAMENTA Y OTROS MATERIALES	48.759,56
A4 INTERCONEXIÓN Y PRUEBAS	4.650,00
<b>Total Apartado A) PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (EUR)</b>	<b>266.888,06</b>

## Apartado B) MAQUINARIA Y EQUIPOS

### CAPITULO B1: APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL EUR
B1.1	3	Seccionadores 245KV de barras	10.000,00	30.000,00
B1.2	2	Seccionadores 245KV de línea con P.A.T.	11.250,00	22.500,00
B1.3	3	Interruptores SF6 245KV, 40KA, In=2.500A	45.000,00	135.000,00
B1.4	9	Pararrayos autoválvulas, 220KV, 10KA	1.187,50	10.687,50
B1.6	3	Transformadores de tensión 245KV	9.525,00	28.575,00
B1.5	9	Transformadores de intensidad 245KV, 4 secundarios	10.000,00	90.000,00
<b>Total CAPITULO B1: APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN</b>				<b>316.762,50</b>

### CAPITULO B2: EQUIPAMIENTO MEDIA TENSIÓN

Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL EUR
B2.1	3	Celdas 24KV 1.600A, In=1.600A	19.500,00	58.500,00
B2.2	1	Celda 24 kV protección Trafo Servicios Auxiliares	5.937,50	5.937,50
B2.3	1	Transformador de servicios auxiliares	5.625,00	5.625,00
B2.4	3	Pararrayos autoválvulas, 24KV, 10KA	500,00	1.500,00
B2.5	1	Ud. Contador de descargas para autoválvulas pararrayos	187,50	187,50
<b>Total CAPITULO B2: EQUIPAMIENTO MEDIA TENSIÓN</b>				<b>71.750,00</b>

### CAPITULO B3: EQUIPAMIENTO BAJA TENSIÓN

Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL EUR
B3.1	2	Cuadros de control	10.000,00	20.000,00
B3.2	2	Protecciones	17.812,50	35.625,00
B3.3	1	Cuadro servicios auxiliares	7.500,00	7.500,00
B3.4	1	Baterías CC	18.125,00	18.125,00
B3.5	1	Equipos de medida	4.000,00	4.000,00
B3.6	1	Alumbrado	5.625,00	5.625,00
<b>Total CAPITULO B3: EQUIPAMIENTO BAJA TENSIÓN</b>				<b>90.875,00</b>

### CAPITULO B4: TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL EUR
B4.1	1	Transf. 220/20 50 MVA ONAN / 60 MVA ONAF	500.000,00	500.000,00
<b>Total CAPITULO B4: TRANSFORMADOR DE POTENCIA</b>				<b>500.000,00</b>

## Apartado B) MAQUINARIA Y EQUIPOS

Capítulo	TOTAL EUR
B1 APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN	316.762,50
B2 EQUIPAMIENTO MEDIA TENSIÓN	71.750,00
B3 EQUIPAMIENTO BAJA TENSIÓN	90.875,00
B4 TRANSFORMADOR DE POTENCIA	500.000,00
<b>Total Apartado B) MAQUINARIA Y EQUIPOS (EUR)</b>	<b>979.387,50</b>

## Apartado C) OTROS

### CAPITULO C1: HONORARIOS PROFESIONALES

Partida	Uds.	Descripción	TOTAL EUR
C1.1	p/a	Honorarios profesionales (Proyecto)	46.750,00
C1.2	p/a	Honorarios profesionales (Dirección Obra)	31.200,00
<b>Total CAPITULO C1: HONORARIOS PROFESIONALES</b>			<b>77.950,00</b>

### CAPITULO C2: GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL

PartiCa	Uds.	Descripción	TOTAL EUR
C2.1	p/a	Gastos generales	124.650,00
C2.2	p/a	Beneficio industrial	186.950,00
<b>Total CAPITULO C2: GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL</b>			<b>311.600,00</b>

## Apartado C) OTROS

Capitulo	TOTAL EUR
C1 HONORARIOS PROFESIONALES	77.950,00
C2 GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL	311.600,00
	<b>389.550,00</b>

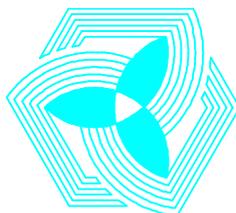
## Presupuesto. Proyecto de Ejecución SET 220/20 kV "Cabigordo"

<b>Apartado A) PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>TOTAL EUR</b>
<b>A1</b>	OBRA CIVIL	173.341,00
<b>A2</b>	SUMINISTRO Y MONTAJE DE ESTRUCTURA METÁLICA	40.137,50
<b>A3</b>	MONTAJE DE APARAMENTA Y OTROS MATERIALES	48.759,56
<b>A4</b>	INTERCONEXIÓN Y PRUEBAS	4.650,00
<b>Total Apartado A) PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (EUR)</b>		<b>266.888,06</b>
<b>Apartado B) MAQUINARIA Y EQUIPOS</b>		<b>TOTAL EUR</b>
<b>B1</b>	APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN	316.762,50
<b>B2</b>	EQUIPAMIENTO MEDIA TENSIÓN	71.750,00
<b>B3</b>	EQUIPAMIENTO BAJA TENSIÓN	90.875,00
<b>B4</b>	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	500.000,00
<b>Total Apartado B) MAQUINARIA Y EQUIPOS (EUR)</b>		<b>979.387,50</b>
<b>Apartado C) OTROS</b>		<b>TOTAL EUR</b>
<b>C1</b>	HONORARIOS PROFESIONALES	77.950,00
<b>C2</b>	GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL	311.600,00
<b>Total Apartado C) OTROS (EUR)</b>		<b>389.550,00</b>
<b>Total PRESUPUESTO</b>		<b>TOTAL EUR</b>
<b>A</b>	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	266.888,06
<b>B</b>	<b>MAQUINARIA Y EQUIPOS</b>	979.387,50
<b>C</b>	<b>OTROS</b>	389.550,00
<b>Total PRESUPUESTO (EUR)</b>		<b>1.635.825,56</b>

El presente presupuesto, que comprende la instalación de 1 transformador de potencia de 60 MVA 220/20KV, una posición de transformación, dos posiciones de línea aérea 220KV, embarrado simple, servicios auxiliares, edificio de control y la correspondiente obra civil necesaria, asciende a la cantidad de **1.635.825,56** Euros



**Javier del Pico Aznar**  
Ingeniero Industrial / Colegiado Nº 1.717  
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja  
Zaragoza, septiembre de 2024



**MOLINOS  
DEL EBRO**

***Proyecto de Ejecución***

# ***IV. Planos***

**SET “Cabigordo” 220/20 kV**

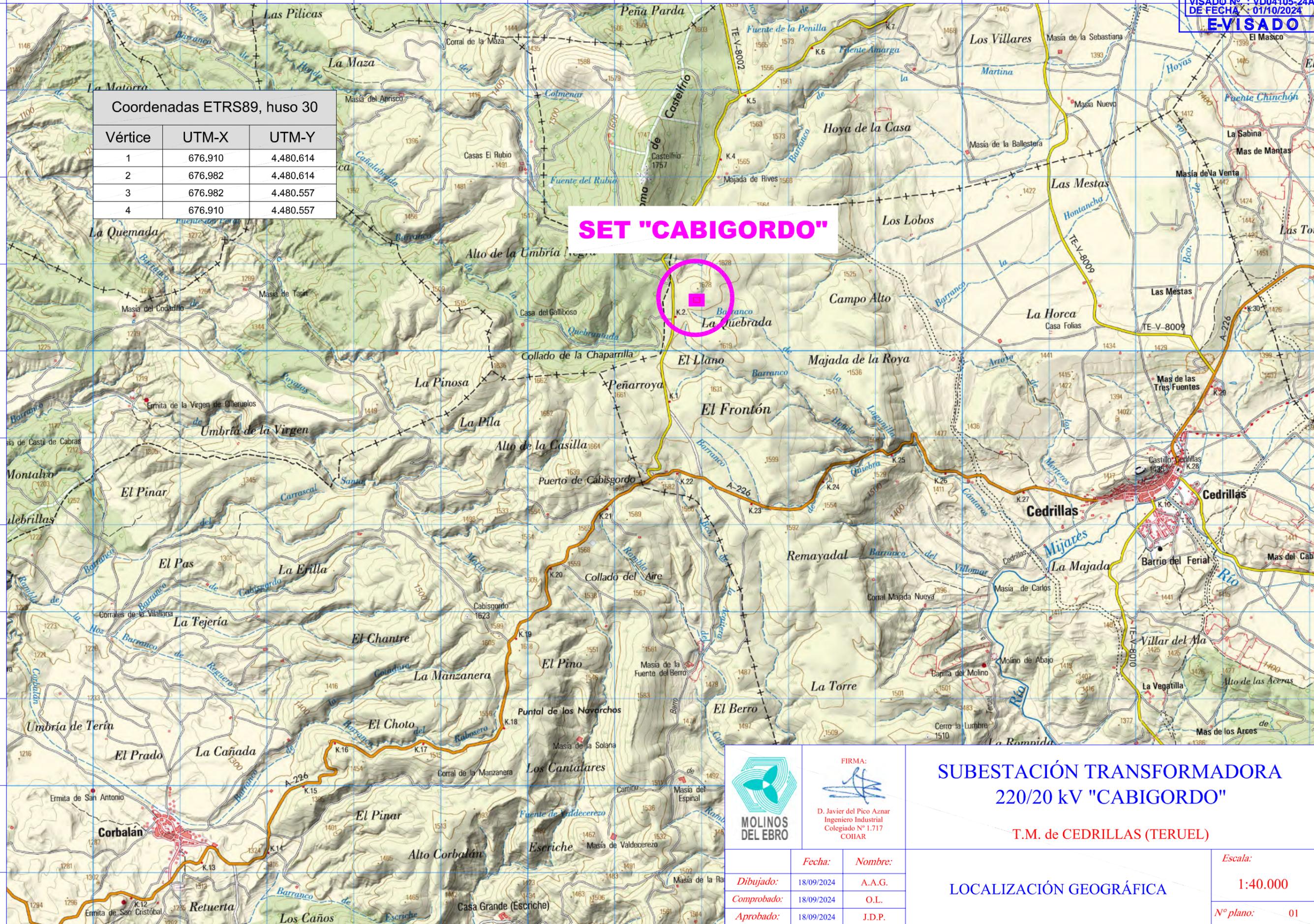
**Término Municipal de Cedrillas (Teruel)**

669.000 670.000 671.000 672.000 673.000 674.000 675.000 676.000 677.000 678.000 679.000 680.000 681.000 682.000

4.484.000  
4.483.000  
4.482.000  
4.481.000  
4.480.000  
4.479.000  
4.478.000  
4.477.000  
4.476.000  
4.475.000  
4.474.000

Coordenadas ETRS89, huso 30		
Vértice	UTM-X	UTM-Y
1	676.910	4.480.614
2	676.982	4.480.614
3	676.982	4.480.557
4	676.910	4.480.557

**SET "CABIGORDO"**



FIRMA:  
  
 D. Javier del Pico Aznar  
 Ingeniero Industrial  
 Colegiado Nº 1.717  
 COIAR

**SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA  
 220/20 kV "CABIGORDO"**

T.M. de CEDRILLAS (TERUEL)

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	18/09/2024	A.A.G.
Comprobado:	18/09/2024	O.L.
Aprobado:	18/09/2024	J.D.P.

**LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA**

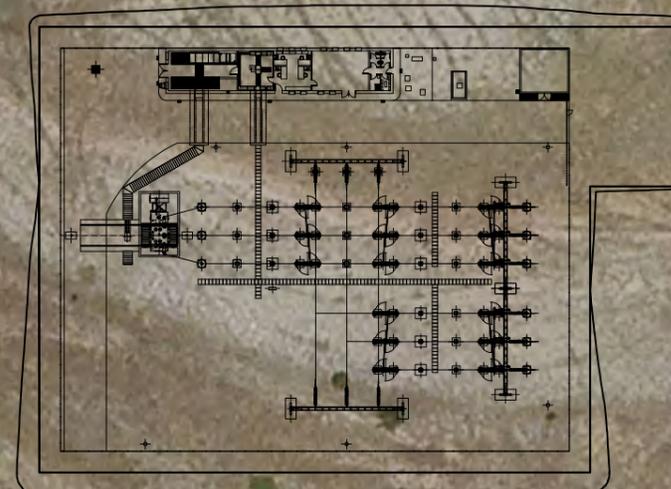
Escala:
1:40.000
Nº plano:
01

Coordenadas ETRS89,  
huso 30

Vértice	UTM-X	UTM-Y
1	676.910	4.480.614
2	676.982	4.480.614
3	676.982	4.480.557
4	676.910	4.480.557

Aguilar del Alfambra >

Parcela 34, polígono 1



CARRETERA TE-V-8001

ACCESO 2  
Ctra. TE-V-8001  
p.k. 2+180

< Teruel



FIRMA:

D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

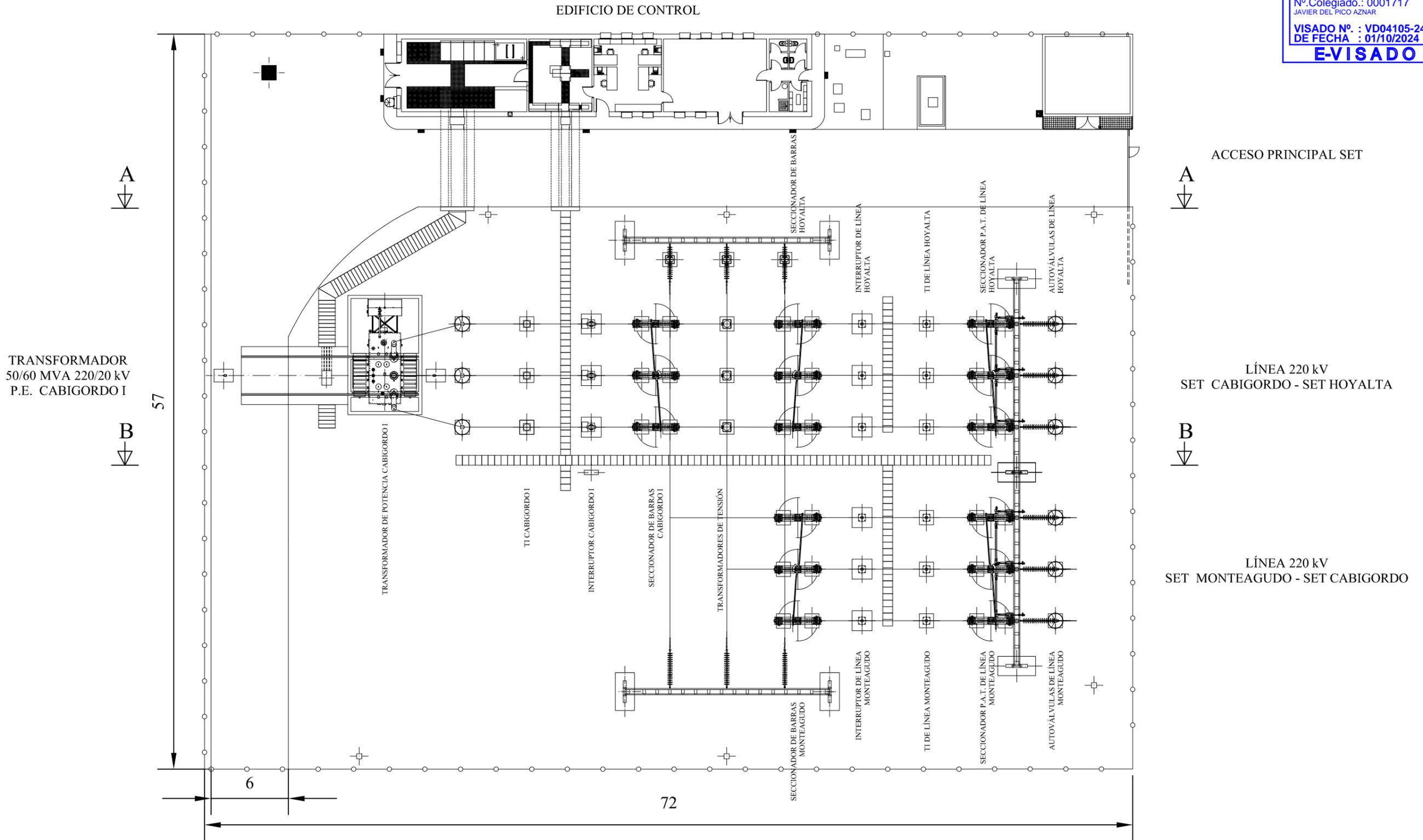
**SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA  
220/20 kV "CABIGORDO"**

T.M. de CEDRILLAS (TERUEL)

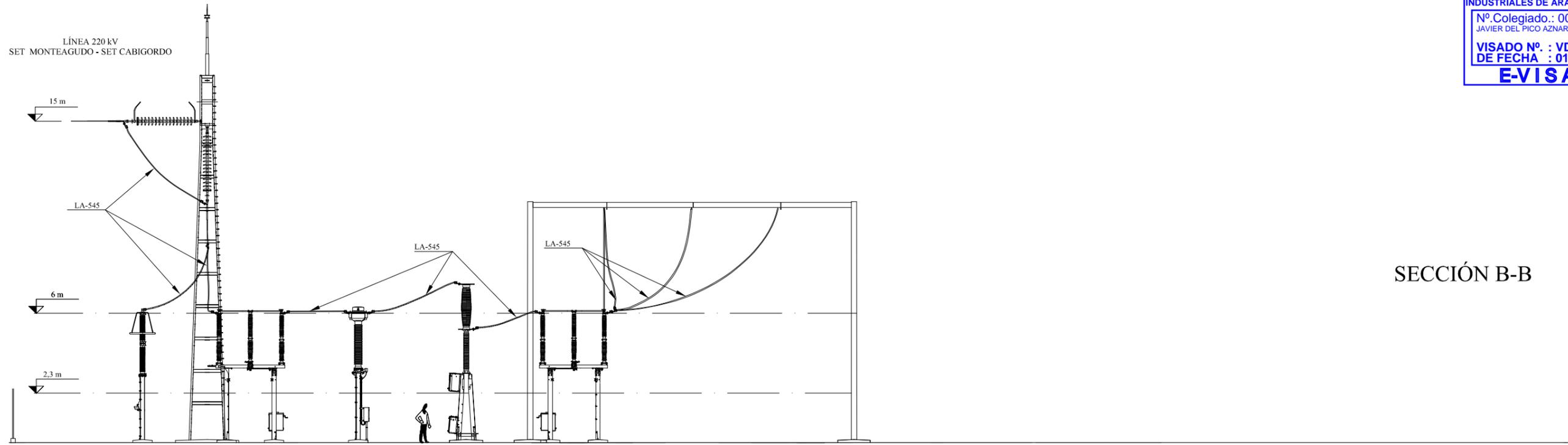
	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	18/09/2024	A.A.G.
Comprobado:	18/09/2024	O.L.
Aprobado:	18/09/2024	J.D.P.

**EMPLAZAMIENTO Y PERÍMETRO**

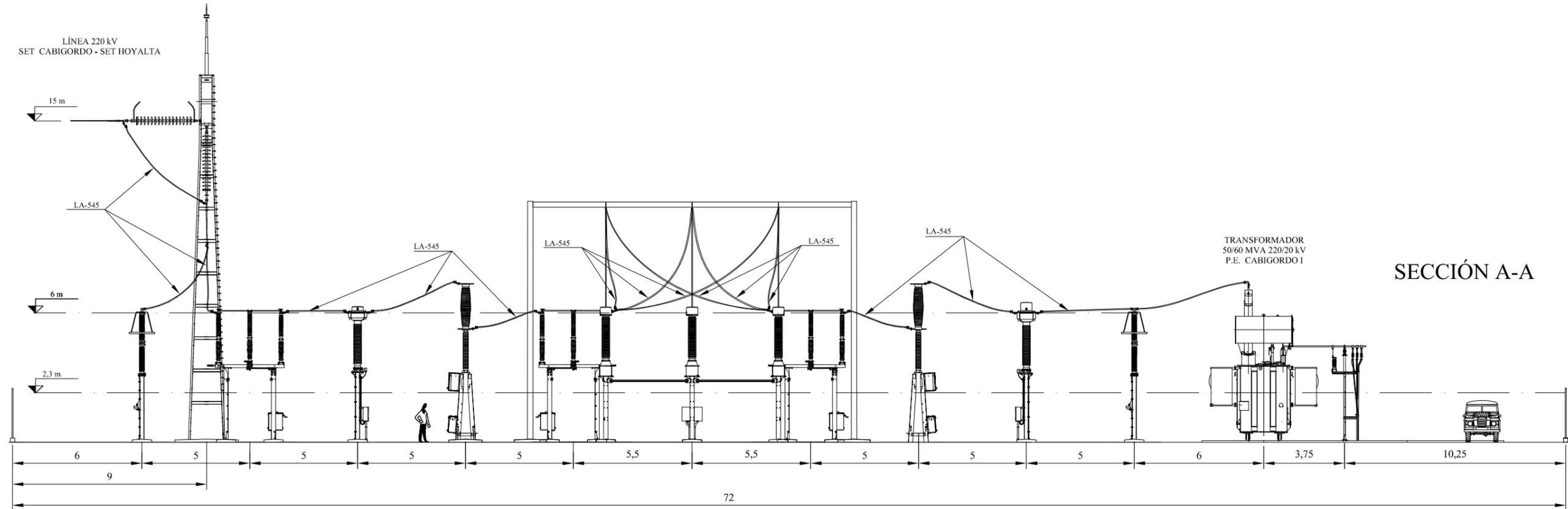
Escala:
1:1.000
Nº plano:
02



 <p><b>MOLINOS DEL EBRO</b></p>	<p>FIRMA:</p>  <p>D. Javier del Pico Aznar                  Ingeniero Industrial                  Colegiado Nº 1.717                  COHAR</p>		<p><b>SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA                  220/20 kV "CABIGORDO"</b></p> <p>T.M. de CEDRILLAS (TERUEL)</p>	
		Fecha:	Nombre:	<p><b>PLANTA GENERAL</b></p>
	Dibujado:	18/09/2024	A.A.G.	
	Comprobado:	18/09/2024	O.L.	
Aprobado:	18/09/2024	J.D.P.	<p>Escala:</p> <p style="text-align: center;"><b>1:300</b></p> <p>Nº plano: 03</p>	



SECCIÓN B-B



SECCIÓN A-A



FIRMA:

D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COHAR

## SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA 220/20 kV "CABIGORDO"

T.M. de CEDRILLAS (TERUEL)

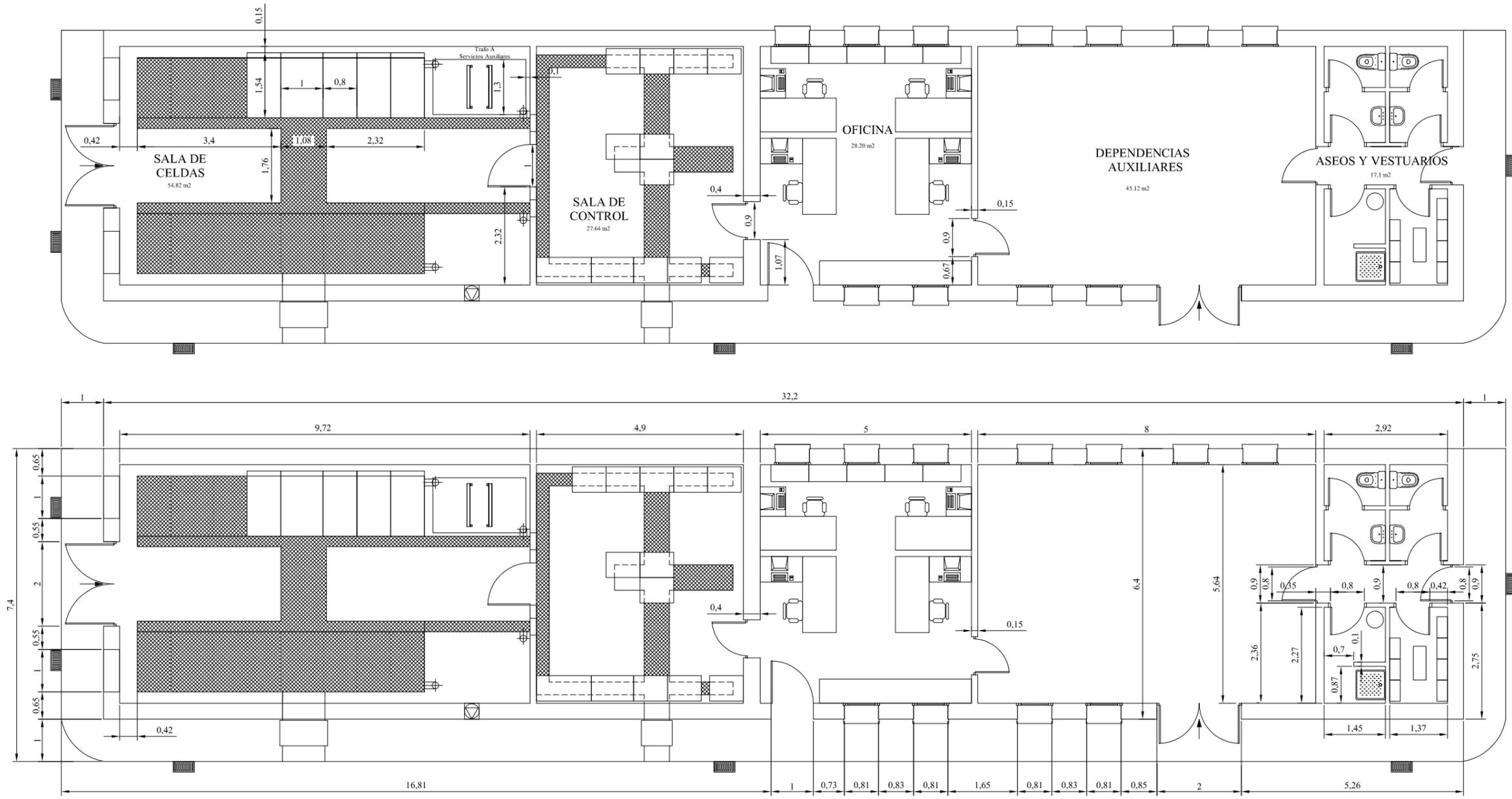
	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	18/09/2024	A.A.G.
Comprobado:	18/09/2024	O.L.
Aprobado:	18/09/2024	J.D.P.

ALZADO SET

Escala:

S/E

Nº plano: 04



MOLINOS DEL EBRO

FIRMA:

D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COHAR

## SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA 220/20 kV "CABIGORDO"

T.M. de CEDRILLAS (TERUEL)

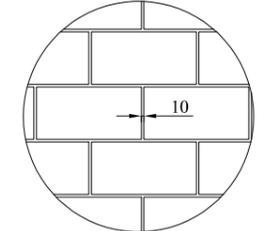
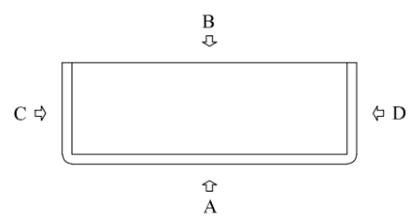
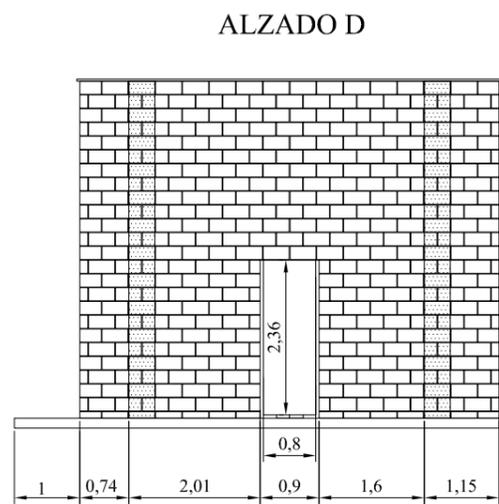
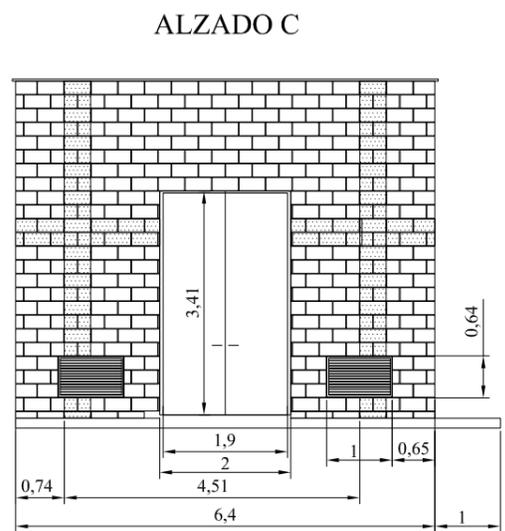
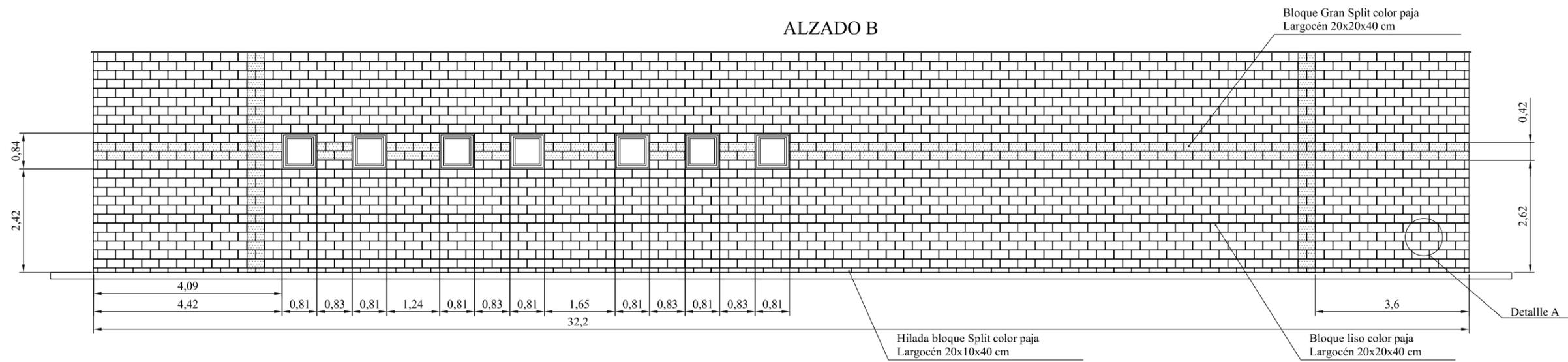
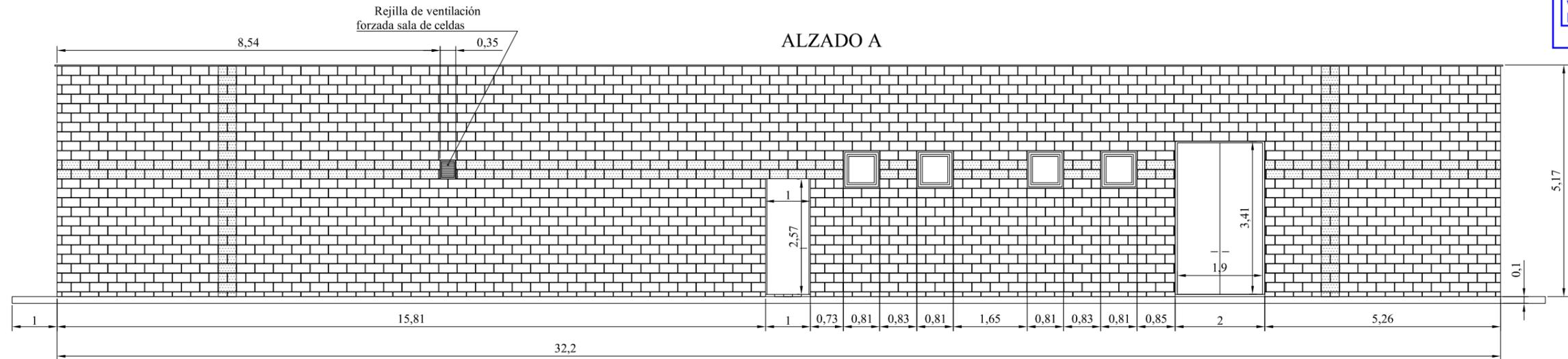
	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	18/09/2024	A.A.G.
Comprobado:	18/09/2024	O.L.
Aprobado:	18/09/2024	J.D.P.

PLANTA  
EDIFICIO DE CONTROL

Escala:

S/E

Nº plano: 05



**DETALLE A**  
Detalle union de bloques  
escala 1:25



**FIRMA:**  
  
D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COHAR

**SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA  
220/20 kV "CABIGORDO"**  
**T.M. de CEDRILLAS (TERUEL)**

	<i>Fecha:</i>	<i>Nombre:</i>
<i>Dibujado:</i>	18/09/2024	A.A.G.
<i>Comprobado:</i>	18/09/2024	O.L.
<i>Aprobado:</i>	18/09/2024	J.D.P.

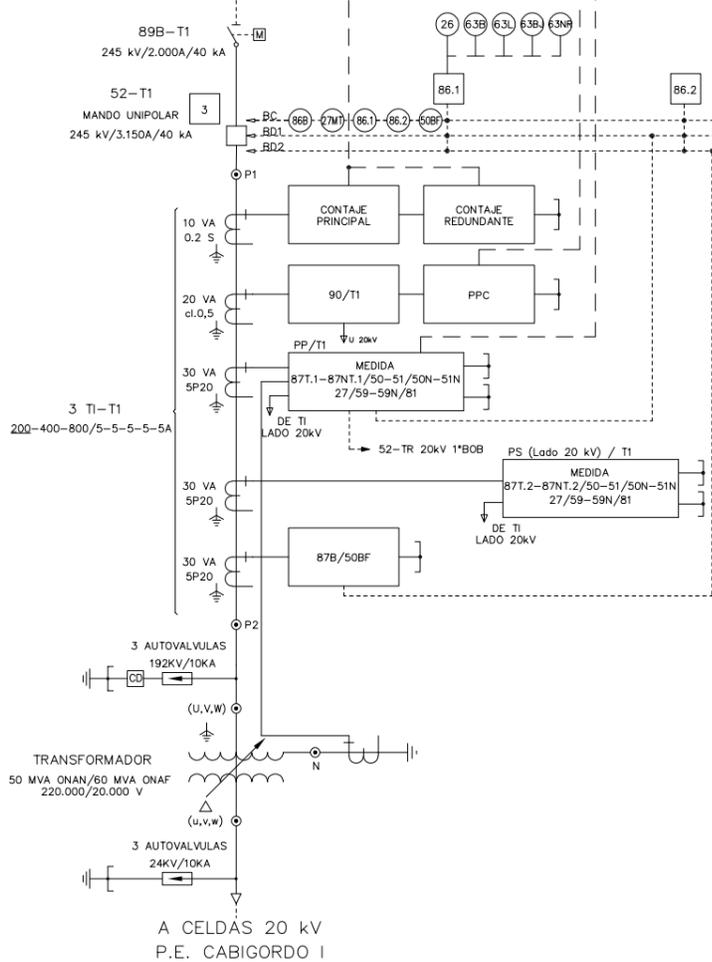
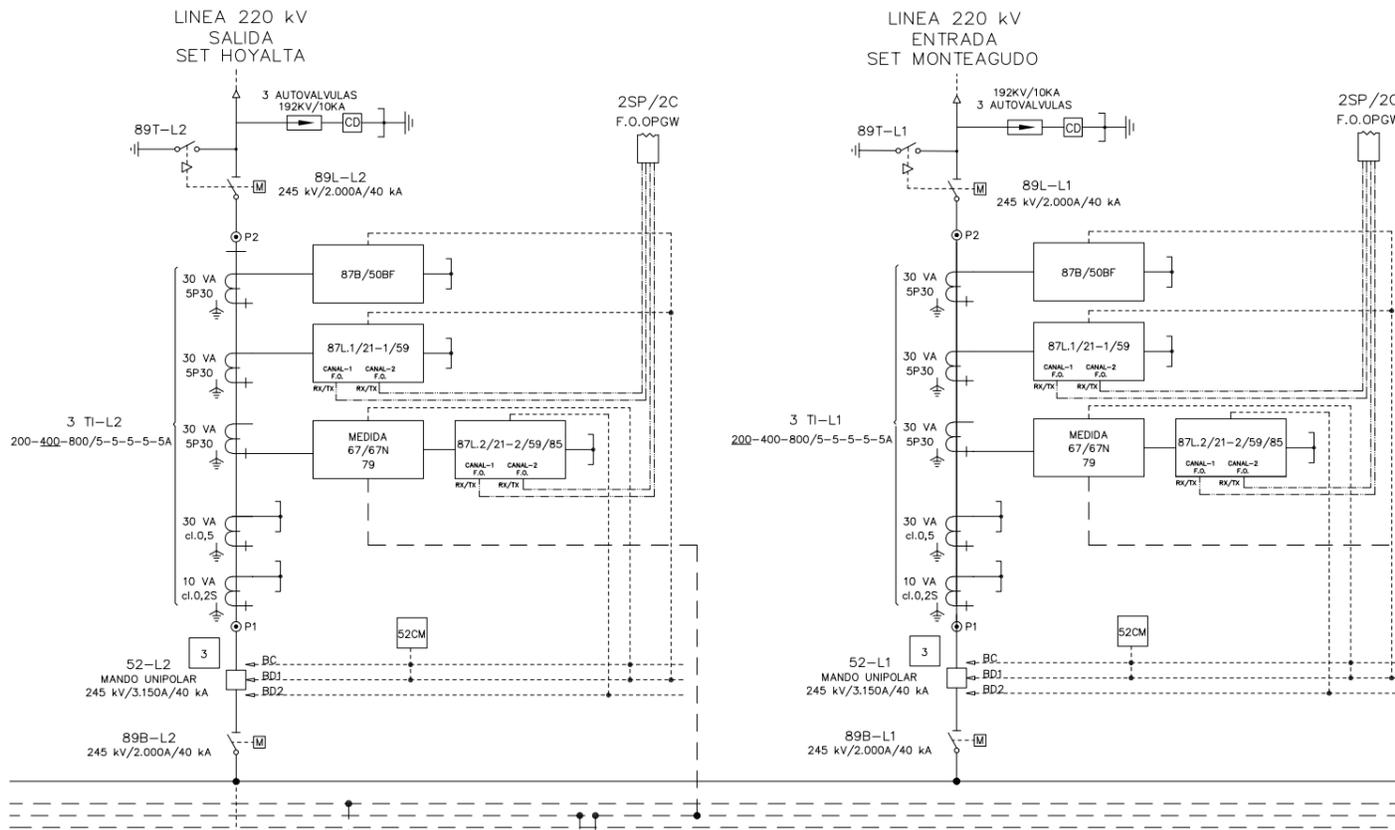
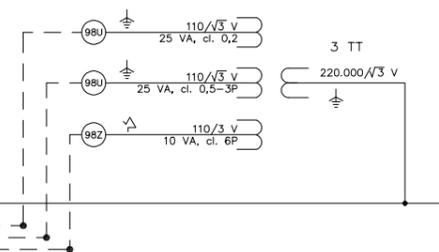
<b>ALZADO EDIFICIO DE CONTROL</b>	<i>Escala:</i>
	<b>S/E</b>
	<i>Nº plano:</i> 06



**S.E.T. CABIGORDO 220/20 KV**

**CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE DISEÑO**

- TENSION NOMINAL DE LA RED ..... 220 kv
- TENSION MÁXIMA EN SERVICIO ..... 245 kv
- TENSION MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL ..... 245 kv
- NIVEL BÁSICO DE IMPULSO ..... 1.050 kv
- RÉGIMEN DE NEUTRO ..... RÍGIDO A TIERRA
- INTENSIDAD NOMINAL DE BARRAS ..... 2.000 A
- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL ..... 40 kA
- DURACIÓN DE CORTOCIRCUITO ..... 1 s
- TENSION DE SERVICIOS AUXILIARES ..... 125 V c.c. ; 400/230 V c.a.



LEYENDA	
3	VIGILANCIA CIRCUITOS DE DISPARO
26	TERMÓMETRO TEMPERATURA DE ACEITE
27	PROTECCIÓN DE MÍNIMA TENSION
50BF	PROTECCIÓN DE FALLO INTERRUPTOR
50-51	PROTECCIÓN DE SOBREENSIDAD DE FASES
50N-51N	PROTECCIÓN DE SOBREENSIDAD DE NEUTRO
52	INTERRUPTOR AUTOMATICO
52CM	CONMUTADOR DE MANDO DE INTERRUPTOR
59	PROTECCIÓN DE MÁXIMA TENSION HOMOPOLAR
59N	PROTECCIÓN DE MÁXIMA TENSION HOMOPOLAR DEL NEUTRO
63B	SOBREPRESIÓN (BUCHHOLZ)
63L	LIBERADOR DE PRESIÓN
63BJ	RELÉ BUCHHOLZ CAMBIADOR DE TOMAS
63N	DETECTOR DE NIVEL DE ACEITE
67	PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE FASES
67N	PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE NEUTRO
79	REENGANCHADOR AUTOMÁTICO
81	PROTECCIÓN DE MÁXIMA / MÍNIMA FRECUENCIA
86	RELE DE DISPAROS CON BLOQUEO Y REARME
87B	PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE BARRAS
87L	PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE LÍNEA
87T	PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE TRANSFORMADOR
89	SECCIONADOR
90	REGULADOR DE TENSION
98	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO



FIRMA:  
  
D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COHAR

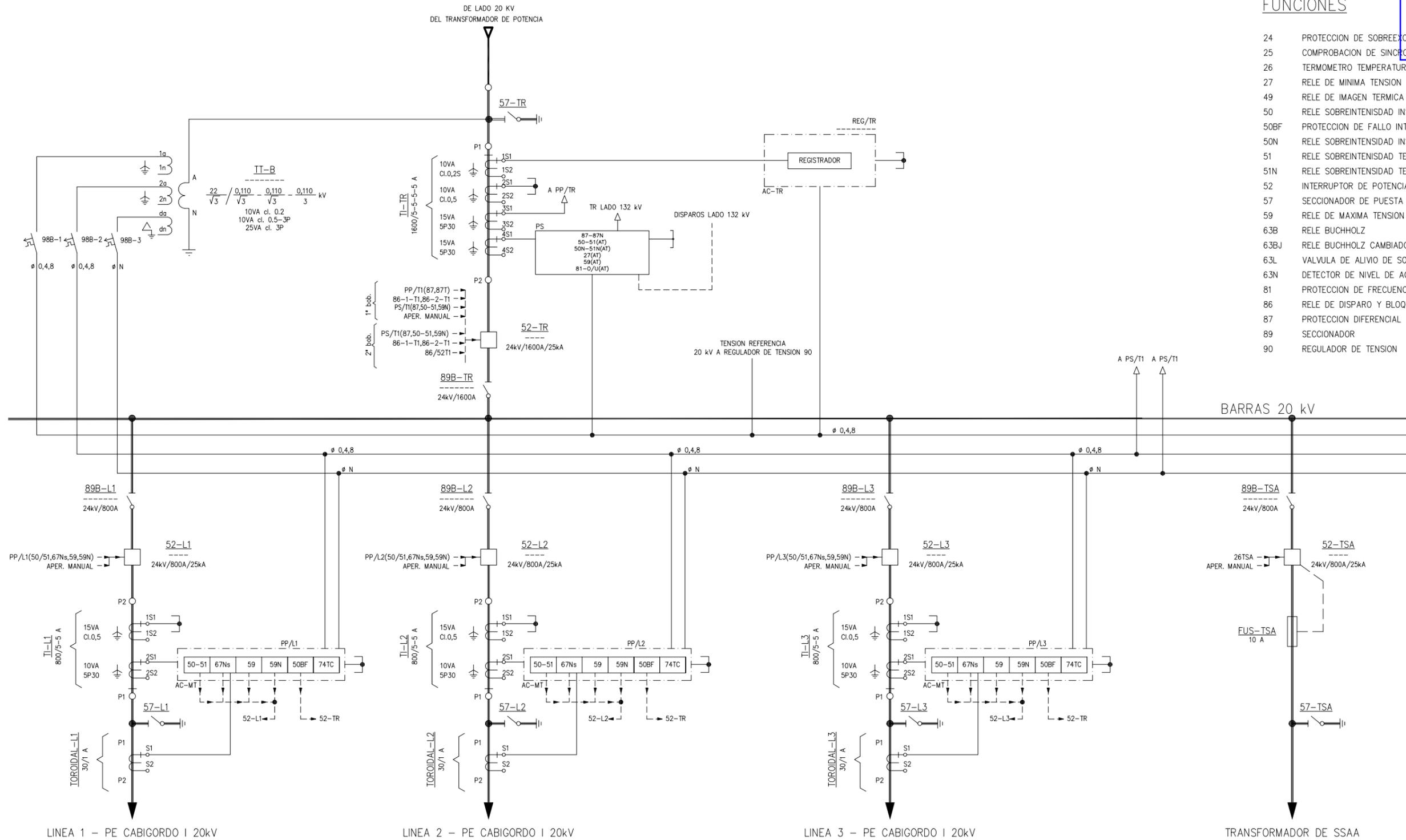
**SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA  
220/20 kV "CABIGORDO"**

**T.M. de CEDRILLAS (TERUEL)**

	Fecha:	Nombre:	ESQUEMA UNIFILAR FUNCIONAL NIVEL 220 KV	Escala:
Dibujado:	18/09/2024	A.A.G.		S/E
Comprobado:	18/09/2024	O.L.		
Aprobado:	18/09/2024	J.D.P.		Nº plano: 07

**FUNCIONES**

- 24 PROTECCION DE SOBRECORRIENTES
- 25 COMPROBACION DE SINCRONISMO
- 26 TERMOMETRO TEMPERATURA ACEITE
- 27 RELE DE MINIMA TENSION
- 49 RELE DE IMAGEN TERMICA TEMPERATURA ARROLLAMIENTOS
- 50 RELE SOBREENTENSIDAD INSTANTANEA DE FASES
- 50BF PROTECCION DE FALLO INTERRUPTOR
- 50N RELE SOBREENTENSIDAD INSTANTANEA DE NEUTRO
- 51 RELE SOBREENTENSIDAD TEMPORIZADA DE FASES
- 51N RELE SOBREENTENSIDAD TEMPORIZADA DE NEUTRO
- 52 INTERRUPTOR DE POTENCIA
- 57 SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA
- 59 RELE DE MAXIMA TENSION
- 63B RELE BUCHHOLZ
- 63BU RELE BUCHHOLZ CAMBIADOR DE TOMAS
- 63L VALVULA DE ALIVIO DE SOBREPRESION
- 63N DETECTOR DE NIVEL DE ACEITE
- 81 PROTECCION DE FRECUENCIA
- 86 RELE DE DISPARO Y BLOQUEO
- 87 PROTECCION DIFERENCIAL
- 89 SECCIONADOR
- 90 REGULADOR DE TENSION



**SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA  
CABIGORDO 220/20 kV**

**CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE DISEÑO**

- TENSIÓN NOMINAL DE LA RED ..... 20 kV
- TENSION MÁXIMA EN SERVICIO ..... 24 kV
- TENSION MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL ..... 24 kV
- NIVEL BÁSICO DE IMPULSO ..... 125 kV
- RÉGIMEN DE NEUTRO ..... AISLADO
- INTENSIDAD NOMINAL BARRAS ..... 1600 A
- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL ..... 25 kA
- DURACIÓN DE CORTOCIRCUITO ..... 3 s
- TENSIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES ..... 125 V c.c. ; 400/230 V c.a.



FIRMA:  
  
D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COHAR

**SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA  
220/20 kV "CABIGORDO"**

**T.M. de CEDRILLAS (TERUEL)**

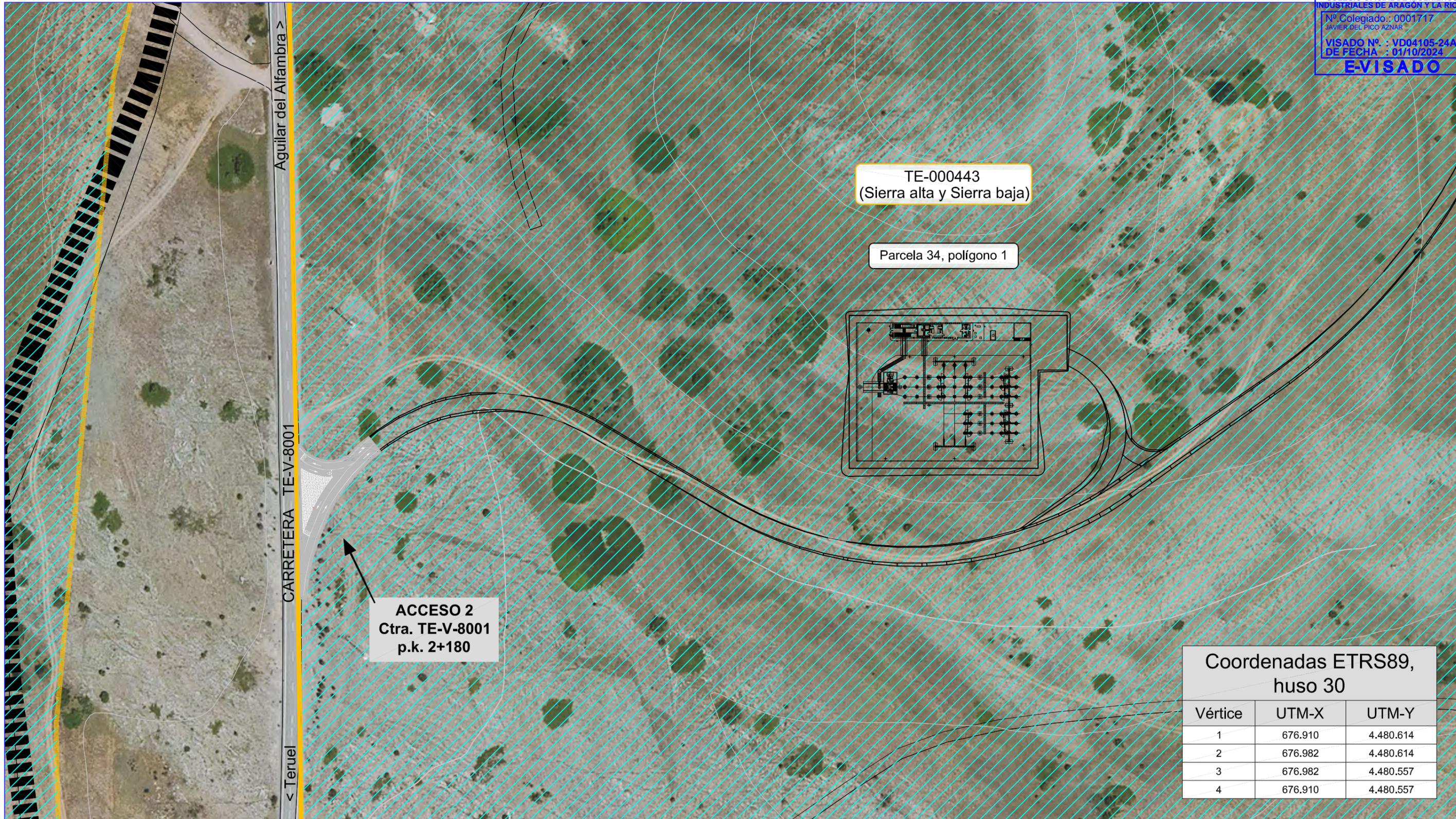
	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	18/09/2024	A.A.G.
Comprobado:	18/09/2024	O.L.
Aprobado:	18/09/2024	J.D.P.

**ESQUEMA UNIFILAR FUNCIONAL  
NIVEL 20 KV**

Escala:

S/E

Nº plano: 08



Coordenadas ETRS89, huso 30		
Vértice	UTM-X	UTM-Y
1	676.910	4.480.614
2	676.982	4.480.614
3	676.982	4.480.557
4	676.910	4.480.557

 Monte de Utilidad Pública (MUP)  
 Límite término municipal



FIRMA:  
  
 D. Javier del Pico Aznar  
 Ingeniero Industrial  
 Colegiado Nº 1.717  
 COHAR

## SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA 220/20 kV "CABIGORDO"

T.M. de CEDRILLAS (TERUEL)

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	18/09/2024	A.A.G.
Comprobado:	18/09/2024	O.L.
Aprobado:	18/09/2024	J.D.P.

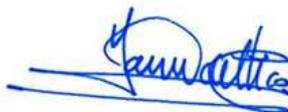
AFECCIÓN A MONTE DE UTILIDAD PÚBLICA "TE0443"

Escala:
1:1.500
Nº plano: 09

## Planos. Proyecto de Ejecución

### SET "Cabigordo" 220/20 kV

Firmado:

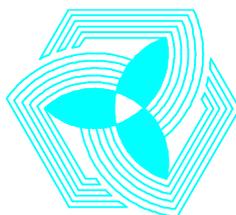


**Javier del Pico Aznar**

Ingeniero Industrial / Colegiado Nº 1.717

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

Zaragoza, septiembre de 2024



**MOLINOS  
DEL EBRO**

*Proyecto de Ejecución*

# ***V. Estudio de Seguridad y Salud***

**SET “Cabigordo” 220/20 kV**

**Término Municipal de Cedrillas (Teruel)**

## 1. GENERAL

El presente Estudio de Seguridad y Salud se redacta como anexo al Proyecto de Ejecución de la SET "Cabigordo" 220/20 kV, de acuerdo con el Real Decreto 1.627/1997, 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 inferior a 450.000 Euros.

El Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de la 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.

## 2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

El objeto de las obras a realizar ha sido detallado en la Memoria general del proyecto.

### 2.1. ALCANCE

Las obras a realizar pueden clasificarse en:

- Obras civiles de ejecución de:
  - Excavaciones
  - Rellenos
  - Cimentaciones
  - Zanjas para conducciones
- Montaje equipos e instalaciones:
  - Montaje estructura metálica.
  - Montaje equipos de maniobra y protección.
  - Montaje de equipos de control.
  - Instalación eléctrica y de control.

El tipo de obras hace que haya que prever su ejecución con más de un contratista.

## 2.2. MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA

Se prevé la utilización de los siguientes medios auxiliares y maquinaria:

- Maquinaria de movimiento de tierras. Excavadoras
- Soldadora
- Grúa
- Camión hormigonera
- Motovolquete (Dumper)
- Grupo compresores y electrógeno
- Martillo
- Camión Dumper
- Camión grúa
- Poleas eléctricas

## 2.3. MATERIALES PREVISTOS EN LA CONSTRUCCIÓN

No está previsto el empleo de materiales peligrosos o tóxicos, ni tampoco elementos o piezas constructivas de peligrosidad desconocida en su puesta en obra. Tampoco se prevé el uso de productos tóxicos en el proceso de construcción.

### 3. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Los bordes de las excavaciones profundas quedarán protegidos mediante vallas "tipo ayuntamiento", ubicadas a 2 m del borde de la misma. (mínimo 1 m).
- Se colocarán carteles indicativos de los distintos riesgos existentes; en los accesos a la obra, en los distintos tajos y en la maquinaria.
- Se establecerán pasarelas de madera para el paso de personal sobre las zanjas, formadas por tablones (60 cm.) trabados entre sí y bordeadas de barandillas de 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, listones intermedios y rodapiés.
- Se colocarán topes de retroceso de vertidos y descargas en los bordes de las excavaciones.
- Se instalarán señales de "Peligro indefinido" y otras que se consideren necesarias, a las distancias que marca el Código de Circulación, en prevención de riesgo de colisiones por existir tráfico de camiones. Al realizar trabajos nocturnos, estas señales quedarán debidamente iluminadas en las condiciones antes indicadas.
- Se instalarán extintores en diferentes puntos de la obra, en la puerta del almacén de productos inflamables si existe, al lado del cuarto eléctrico general, dentro de la caseta de vestuarios y en la oficina de obra.
- La protección eléctrica se basará en la instalación de interruptores diferenciales de media, alta y baja sensibilidad, colocados en el cuadro general, combinados con la red general de toma de tierra, en función de las tensiones de suministro.
- Se comprobará que toda la maquinaria, herramienta y medios auxiliares disponen de sus protecciones colectivas de acuerdo con la norma vigente.

## 4. PROTECCIONES PERSONALES

Los equipos de Protección Individual (E.P.I.) deberán utilizarse cuando los riesgos no puedan limitarse suficientemente por medios de protección colectiva o métodos o procedimientos de organización de trabajo. Las protecciones necesarias para la realización de los trabajos previstos en el proyecto son las siguientes:

- **Casco de seguridad - Clase N;** Cuando exista posibilidad de golpe en la cabeza, caída de objetos o contactos eléctricos.
- **Plantilla-soldadura de cabeza;** En trabajos de soldadura eléctrica.
- **Gafa contra proyecciones;** Para trabajos con posible proyección de partículas; protege solamente ojos.
- **Gafas contra polvo;** Para utilizar en ambientes pulvígenos.
- **Mascarilla contra polvo;** Se utilizará cuando la formación de polvo durante el trabajo, no se pueda evitar por absorción o humidificación. Irá provista de filtro mecánico recambiable.
- **Mascarilla contra pintura y presencia de biogás;** Se utilizará en aquellos trabajos en los que se forme una atmósfera nociva debido a la pulverización de la pintura o presencia de biogás. Poseerá filtro recambiable específico para el tipo de pintura que se emplee.
- **Protector auditivo de cabeza;** En aquellos trabajos en que la formación del ruido sea excesiva.
- **Cinturón de seguridad;** Para todos los trabajos con riesgo de caída de altura será de uso obligatorio, especialmente en todos los trabajos relacionados con la construcción y puesta en marcha de los aerogeneradores.
- **Cinturón antivibratorio;** Para conductores de Dumpers y toda máquina que se mueva por terrenos accidentados. Lo utilizarán también los que manejen martillos neumáticos.
- **Mono de trabajo;** Para todo tipo de trabajo.
- **Calzado de seguridad;** Para todo tipo de trabajo.
- **Traje impermeable;** Para días de lluvia o en zonas en que existan filtraciones, o embolsamiento de aguas.
- **Guantes de goma;** Cuando se manejen hormigones, morteros, yesos u otras sustancias tóxicas formadas por aglomerantes hidráulicos.
- **Guantes de cuero;** Para manejar los materiales que normalmente se utilizan en la obra.
- **Guantes aislantes;** Se utilizarán cuando se manejen circuitos eléctricos o máquinas que estén o tengan posibilidad de estar con tensión.

- **Guantes para soldador;** Para trabajos de soldaduras, lo utilizarán tanto el oficial como el ayudante.
- **Manguitos para soldador;** En especial para la soldadura por arco eléctrico y oxicorte.
- **Polainas para soldador y Mandil de cuero;** Para trabajos de soldadura y oxicorte.
- **Pértigas de salvamento, maniobra y de verificación de ausencia de tensión, herramientas aisladas y banquetas;** Para trabajos en tensión o con elementos que hayan estado o pudieran estar en tensión.

Siempre que exista homologación M.T., las protecciones personales utilizables se entenderán homologadas.

## 5. MEDIDAS DE SEGURIDAD APLICADAS AL PROCESO CONSTRUCTIVO

### 5.1. OBRA CIVIL

En este apartado se engloban los trabajos relacionados con la ejecución de Obra Civil:

- Movimiento de tierras, Excavaciones y Rellenos.
- Excavaciones de zanjas, fosos de cimentación, etc.
- Trabajos varios en hormigón.
- Trabajos con acero (ferralla).
- Trabajos de encofrado, entibación y apuntalamiento.
- Cimentaciones, muros, pilares, vigas, forjados, solados.
- Carpintería de madera y metálica, y cerrajería.
- Pintura y demás obras de acabado.

#### 5.1.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Atropello, golpes y colisiones originadas por la maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de maquinaria.
- Aplastamiento en operaciones de carga y descarga.
- Dermatitis debido al contacto de la piel con cemento.
- Contacto con sustancias corrosivas, salpicaduras de pintura en ojos.
- Neumoconiosis debido a la aspiración de polvo de cemento.
- Caídas al mismo nivel por falta de orden y limpieza.
- Caídas en altura de personas en las fases de encofrado, puesta en obra del hormigón y desencofrado, así como en el montaje de equipos e instalaciones. Caídas y descubrimiento del personal en planos inclinados de excavación Generación de polvo, contacto con hormigón.
- Lesiones oculares.
- Explosiones e incendios.
- Desmoronamiento de tierras, hundimientos.
- Intoxicación por desprendimiento de gases de filtración.
- Inhalación de gases tóxicos en proceso oxicorte.
- Cortes en extremidades del cuerpo quemaduras en proceso de oxicorte.

- Pinchazos, frecuentemente en los pies, en la fase de desencofrado.
- Incrustaciones de virutas en proceso con sierra circular.
- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas.
- Trabajos sobre pavimentos deslizantes, húmedos o mojados.
- Desprendimientos por mal apilado de elementos.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, tenazas, destornilladores, clavos, etc.)
- Rotura de soportes de andamios, deslizamiento escaleras inadecuadas.
- Golpes en manos, pies y cabeza.
- Caída de tableros o piezas de madera al encofrar y desencofrar.
- Accidentes por eventual rotura de los hierros en el encofrado de los mismos.
- Caídas desde altura.
- Interferencias con conducciones o servicios subterráneos.
- Electrocuciiones.

## 5.1.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD. PROTECCIONES COLECTIVAS.

### 5.1.2.1. EXCAVACIONES Y RELLENOS

- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por una persona distinta al conductor.
- Las paredes de excavaciones se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día, por cualquier circunstancia.
- Los pozos de cimentación, así como de arquetas, zanjas, etc estarán correctamente señalizados, para evitar caídas del personal a su interior.
- Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
- Al realizar trabajos en zanja, la distancia mínima entre los trabajadores será de 1 metro.
- La estancia de personal trabajando en planos inclinados con fuerte pendiente, o debajo de macizos horizontales, estará prohibida.
- La limpieza normal del fondo de los fosos y las excavaciones manuales a más de 3 m de profundidad se realizarán por dos personas, situándose una de ellas fuera del pozo para auxiliar a la otra si fuera necesario.
- Se dispondrán pasarelas de madera de 60 cm de anchura (mínimo 3 tablones de 7 cm de espesor), bordeadas con barandillas sólidas de 90 cm de altura, formadas por pasamanos, barra intermedia y rodapié.
- El personal deberá bajar o subir siempre por escaleras sólidas y seguras, que sobrepasen en 1 m el borde de la zanja, y estarán amarrados firmemente al borde superior.
- No se permite que en las inmediaciones de las zanjas haya acopios de materiales a una distancia inferior a 2 m del borde, en prevención de los vuelcos por sobrecarga.
- En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso urgente a la Dirección Facultativa. Las tareas se reanudarán tras ser estudiado el problema surgido, por la Dirección facultativa, siguiendo sus instrucciones expresas.
- Es obligatoria la entibación en zanjas con profundidad superior a 1,50 m cuyos taludes sean menos tendidos que los naturales.
- La desentibación a veces conlleva un peligro mayor que el entibado. Se realizará en operaciones inversas a las que se haya procedido en la entibación, siendo realizados y vigilados los trabajos por personal competente.

- Todas las excavaciones con más de 2 m de profundidad deben quedar balizadas por la noche para evitar riesgo de caída en ellas.
- Señalización y ordenación del tráfico de máquinas de forma visible y sencilla.
- Formación y conservación de un murete, en borde rampa, para tope de vehículos.

#### 5.1.2.2. OTROS TRABAJOS OBRA CIVIL (HORMIGÓN, FERRALLA, ENCOFRADO, ETC)

- Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón, para evitar su caída a otro nivel.
- Se cumplirán fielmente las normas de desencofrado, acuíñamiento de puntales, etc.
- Cuando la grúa eleve materiales (equipos, ferrallas, ladrillos, etc) el personal no estará debajo de las cargas suspendidas.
- Los clavos existentes en la madera ya usada, se sacarán o se remacharán inmediatamente después de haber desencofrado, retirando los que pudieran haber quedado sueltos por el suelo mediante barrido y apilado. Además, se limpiará convenientemente la madera.
- El acopio de la madera, tanto nueva como usada, debe de ocupar el menor espacio posible, estando debidamente clasificada y no estorbando los sitios de paso.
- Los puntales metálicos deformados se retirarán del uso sin intentar enderezarlos para volverlos a utilizar.
- Durante la elevación de las barras, se evitará que los paquetes de hierro pasen por encima del personal.
- El izado de paquetes de armaduras, en barras sueltas o montadas se hará suspendiendo la carga en dos puntos separados, lo suficiente para que la carga permanezca estable, evitando la permanencia o paso de las personas bajo cargas suspendidas.
- Las barras se almacenarán ordenadamente y no interceptarán los pasos, se establecerán sobre durmientes por capas ordenadas de tal forma que sean evitados los enganches fortuitos entre paquetes.
- Los desperdicios y recortes se amontonarán y eliminarán de la obra lo antes posible.
- Se pondrán sobre las parrillas planchas de madera a fin de que el personal no pueda introducir el pie al andar encima de estas. De idéntica manera se marcarán pasos sobre forjados antes del hormigonado, para facilitar en lo posible esta tarea.
- La maniobra de ubicación "in situ" de las armaduras de pilares y vigas suspendidas, se ejecutarán por un mínimo de tres operarios, dos guiando con sogas, en dos direcciones, el pilar o viga suspendida, mientras un tercero procede manualmente a efectuar las correcciones de aplomado.

- El taller de ferralla se ubicará de tal forma que, teniendo a él acceso la grúa, las cargas suspendidas no deban pasar por encima de los montadores.
- Se establecerá un entablado perimétrico en torno a la dobladora mecánica de ferralla, para evitar las caídas por resbalón o los contactos con la energía eléctrica.
- La carcasa de la dobladora estará conectada a tierra.
- Las borriquetas para armado serán autoestables, para garantizar que no caiga la labor en fase de montaje, sobre los pies de los montadores.

#### 5.1.2.3. HORMIGONADO PARA VERTIDO DIRECTO (CANALETA)

- Previamente al inicio del vertido del hormigón directamente con el camión hormigonera, se instalarán fuertes topes en el lugar donde haya de quedar situado el camión, siendo conveniente no estacionarlo en rampas con pendientes fuertes.
- Los operarios nunca se situarán detrás de los vehículos en maniobras de marcha atrás que por otra parte, siempre deberán ser dirigidos desde fuera del vehículo. Tampoco se situarán, en el lugar de hormigonado, hasta que el camión hormigonera no esté situado en posición de vertido.
- Para facilitar el paso seguro del personal encargado de montar, desmontar y realizar trabajos con la canaleta de vertido de hormigón por taludes hasta el cimiento, se colocarán escaleras reglamentarias.

#### 5.1.2.4. HORMIGONADO DE CUBOS

- No se cargará el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa. Se señalará expresamente el nivel de llenado equivalente al peso máximo.
- Se prohíbe rigurosamente a persona alguna, permanecer debajo de las cargas suspendidas por las grúas.
- Se obligará a los operarios en contacto con los cubos al uso de los guantes protectores.
- Los cubilotes se guiarán mediante cuerdas que impidan golpes o desequilibrados a las personas.

#### 5.1.2.5. HORMIGONADO DE PILARES Y VIGAS

- Mientras se está realizando el vertido del hormigón se vigilarán los encofrados y se reforzarán los puntos débiles o colocarán más puntales según los casos. En caso de fallo, lo más recomendable, es parar el vertido y no reanudarlo antes de que el comportamiento del encofrado sea el requerido.
- Los vibradores eléctricos protegidos con disyuntor y toma a tierra a través del cuadro general.

- Cuando esté hormigonando con cubos, se prohíbe que la capacidad del cubo sea superior a la máxima carga admisible de la grúa: se señalará expresamente el nivel de llenado equivalente al peso máximo admitido por la grúa.
- El vertido del hormigón y el vibrado, se realizará desde torreta de hormigonado en caso de pilares y desde andamios construidos para construcción de las vigas.
- Las torretas que se empleen para el hormigonado serán de base cuadrada o rectangular, dispondrán de barandilla y rodapié y entre ambos un listón o barra. Podrán llevar ruedas, pero dotadas de sistema de frenado, y llevarán una escalera sólidamente fijada para acceso. El acceso a la plataforma se cerrará mediante una cadena durante la permanencia sobre la misma.
- Si existiese peligro de caída de objetos o materiales a otro nivel inferior, éste se acordonará para impedir el paso. Si el peligro de caída de objetos fuese sobre la zona de trabajo, ésta se protegerá con red resistente, o similar.
- Las zonas de trabajo dispondrán de acceso fácil y seguro y se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas, tomándose las medidas necesarias para que el piso no esté o resulte resbaladizo.

#### 5.1.2.6. FORJADOS

- No se permite circular, ni estacionarse, bajo las cargas suspendidas o transportadas, mediante la grúa. Se acotará la zona batida por cargas, en evitación de accidentes.
- Si existiese peligro de caída de objetos o materiales, a otro nivel inferior, se acotará la zona para impedir el paso.
- Se asegurará la estabilidad de los elementos provisionales mediante cuerdas, puntales o dispositivos necesarios, para hacerlos seguros (encofrados, plataformas, etc)
- El izado de elementos de tamaño reducido, se hará en bandejas o jaulones que tengan los laterales fijos o abatible. Las piezas estarán correctamente apiladas, no sobresaldrán por los laterales y estarán amarradas en evitación de derrames de la carga por movimientos indeseables.
- Las zonas de trabajo dispondrán de accesos fáciles y seguros, (escaleras reglamentarias) y se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas, tomándose las medidas necesarias para evitar que el piso esté o resulte resbaladizo.
- Los huecos pequeños, se tapanán con trozos de tablón que estén bien unidos entre sí y sujetos al suelo para evitar su deslizamiento.

- No se deberá permitir el tránsito por una planta en tanto no finalice el fraguado del hormigón. Si ello fuere necesario se tenderán tabloneras transversales a las viguetas o nervios, según los tipos.
- El almacenamiento de los materiales en las plantas se realizará de forma que no se cargue en los centros de los forjados, y lo más alejados posible de los bordes y huecos.
- Durante el hormigonado se evitará la acumulación puntual de hormigón que puede poner en peligro la estabilidad del forjado en construcción. El vertido siempre se hará uniformemente repartido.
- En esta fase de la obra serán extremadas las medidas de orden y limpieza.

#### 5.1.2.7. PINTURA

- Se evitará en lo posible el contacto directo de todo tipo de pinturas con la piel.
- El vertido de pinturas y materias primas sólidas como pigmentos, cemento y otros se llevará a cabo desde poca altura para evitar salpicaduras y formación de nubes de polvo.
- Cuando se trabaje con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos, estará prohibido fumar, comer y beber mientras se manipulen. Las actividades que se han prohibido se realizarán en otro lugar aparte y previo lavado de manos.
- Cuando se apliquen pinturas con riesgo de inflamación se alejarán del trabajo las fuentes radiantes de calor, tales como trabajos de soldadura oxicorte u otras, teniendo previsto en las cercanías del tajo, un extintor adecuado de polvo químico seco.
- El almacenamiento de pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables deberá hacerse en recipientes cerrados alejados de fuentes de calor y en particular, cuando se almacenen recipientes que contengan nitrocelulosa se deberá realizar un volteo periódico de los mismos para evitar el riesgo de inflamación. El local estará perfectamente ventilado y provisto de extintores adecuados.
- El almacén de pinturas, si tuviese riesgo de ser inflamable, se señalará mediante una señal de "peligro de incendio" y un cartel con la leyenda "prohibido fumar".
- El almacén de pintura estará protegido contra incendios mediante un extintor polivalente de polvo químico seco, ubicado junto a la puerta de acceso.

#### 5.1.2.8. OTRAS PROTECCIONES

- Todas las máquinas accionadas eléctricamente, tendrán sus correspondientes protecciones a tierra e interruptores diferenciales, manteniendo en buen estado todas las conexiones y cables.
- Las conexiones eléctricas se efectuarán mediante mecanismos estancos de intemperie.

- Se paralizarán los trabajos de montaje, recogiendo todas las herramientas y elementos sueltos, cuando se trabaje en alturas y haya un viento superior a 50 km/h.
- Las escaleras estarán provistas de algún mecanismo antideslizante en su pie y ganchos de sujeción en su parte superior.
- En el Plan de Seguridad a presentar por el Contratista se especificarán las zonas de almacenamiento de las botellas que contengan los distintos gases combustibles.
- Los soldadores serán profesionales cualificados; a cada uno de ellos se le proporcionarán las reglas de seguridad para trabajos de corte y soldadura, comprobando la Dirección Facultativa su perfecto conocimiento y exigiendo su cumplimiento.

### 5.1.3. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD. PROTECCIONES PERSONALES.

- Casco de seguridad homologado.
- Mono de trabajo y en su caso trajes de agua, guantes y botas con suela reforzada anti-clavo.
- Empleo de cinturón de seguridad, por parte del conductor de la maquinaria, si ésta va dotada de cabina antivuelco.
- Gafas protectoras, en trabajos de corte de chapa o elementos de maquinaria o estructurales.
- Gafas antipolvo, gafas de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Mandil de cuero para trabajos con ferralla y acero.
- Mascarilla antipolvo de filtro mecánico recambiable.
- Mandil y manoplas de cuero para ferrallistas.
- El operario que trabaje en perforaciones en roca estará provisto de cascos auriculares y de cinturón de seguridad para trabajos de altura.

## 5.2. MONTAJE DE EQUIPOS E INSTALACIONES

En este apartado se engloban los trabajos relacionados con la ejecución de montaje de equipos y su instalación.

### 5.2.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Superposición de trabajos
- Interferencias con otras empresas
- Vuelco de las pilas de acopio de perfilería.
- Desprendimiento de cargas suspendidas.
- Derrumbamiento de cargas suspendidas.
- Derrumbamiento por golpes con las cargas suspendidas de elementos punteados.
- Atrapamientos por objetos pesados.
- Golpes y/o cortes en manos y piernas por objetos y/o herramientas.
- Vuelco de estructura.
- Quemaduras.
- Radiaciones por soldadura con arco.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al vacío.
- Partículas en los ojos.
- Contacto con la corriente eléctrica.
- Explosión de botellas de gases licuados.
- Incendios.
- Intoxicación.

### 5.2.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD. PROTECCIONES COLECTIVAS.

- Para evitar la superposición de trabajos:

Se programarán los trabajos de manera que no coincidan en la misma vertical y si no pudiera evitarse, se emplearán protecciones apropiadas resistentes, que independicen de forma segura los trabajos realizados en la misma vertical.

Se señalará y vigilará en los casos en que el punto anterior no se pueda cumplir.
- Si en la misma área hubiese interferencias peligrosas con otras empresas, se interrumpirán los trabajos hasta que la supervisión de obra decida quién debe continuar trabajando en la zona.
- Se habilitarán espacios determinados para el acopio de equipos, estructuras, etc.
- Se compactará aquella superficie del solar que deba de recibir los transportes de alto tonelaje, según se señale en los planos.
- Los equipos pesados se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas estableciendo capas hasta una altura no superior al 1,50 m.
- Los equipos se apilarán clasificados en función de sus dimensiones.
- Los perfiles se apilarán ordenadamente por capas horizontales. Cada capa a apilar se dispondrá en sentido perpendicular a la inmediata inferior.
- Las maniobras de ubicación "in situ" (montaje) serán gobernadas por tres operarios. Dos de ellos guiarán la maquinaria mediante sogas sujetos a sus extremos siguiendo las directrices del tercero.
- Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador además amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilera.
- Los perfiles se izarán cortados a la medida requerida por el montaje. Se evitará el oxicorte en altura, en la intención de evitar riesgos innecesarios.
- Se prohíbe dejar la pinza y el electrodo directamente en el suelo conectado al grupo. Se exige el uso de recoge pinzas.
- Se prohíbe tender mangueras o cables eléctricos de forma desordenada.
- Las botellas de gases en uso en la obra, permanecerán siempre en el interior del carro portabotellas correspondiente.
- Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.
- Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

- Para soldar sobre tajos de otros operarios, se tenderán “tejadillos”, viseras, protectores en chapa.
- Se prohíbe trepar o bajar directamente por la estructura.
- Se prohíbe desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad.
- El ascenso o descenso a/o de un nivel superior, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma, que sobrepase la escalera 1 m la altura de desembarco.
- Las operaciones de soldadura en exteriores se realizarán desde andamios metálicos tubulares provistos de plataformas de trabajo de 60 cm de anchura, y de barandilla perimetral de 90 cm compuesta de pasamanos, barra intermedia y rodapié.

### 5.2.3. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD. PROTECCIONES PERSONALES

- Casco de polietileno (preferiblemente con barboquejo).
- Cinturón de seguridad.
- Botas de seguridad con suela aislante.
- Guantes de cuero.
- Botas de goma o de P.V.C. de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Manoplas de soldador.
- Mandil de soldador.
- Yelmo de soldador.
- Pantalla de mano para soldadura.
- Gafas de soldador.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.

## 6. INSTALACIONES SANITARIAS

De acuerdo con el número de personas previsto por cada Contratista, las Instalaciones Sanitarias a montar por cada Contratista consistirán en una o dos casetas, dotadas de ascos, vestuario y local para comedor.

### 6.1. DOTACIÓN DE ASEOS

- Dos retretes con carga y descarga automática de agua corriente, con papel higiénico y perchas (en cabina aislada, con puertas de cierre interior).
- Tres lavabos, dos secadores de manos por aire caliente de parada automática, y existencias de jabón, con cuatro espejos de dimensiones 1 x 0,50 m.
- Tres duchas instaladas en cabina aislada con puerta de cierre interior y dotación de agua fría y caliente, percha para colgar la ropa y calefacción.
- Dos calentadores de agua de 50 l de capacidad cada uno.

### 6.2. DOTACIÓN DE LOS VESTUARIOS

- Treinta taquillas metálicas provistas de llave.
- Seis bancos de madera corridos.
- Dos radiadores para calefacción.

### 6.3. DOTACIÓN DEL COMEDOR

- Tres mesas corridas y seis bancos del mismo tipo, en madera.
- Dos calienta-comidas.
- Dos depósitos con cierre para el vertido de desperdicios.

### 6.4. NORMAS GENERALES DE CONSERVACIÓN Y LIMPIEZA

Los suelos, paredes y techos de los aseos, vestuarios y duchas, serán continuos, lisos e impermeables, en tonos claros y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria.

## 7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL

### 7.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

El Contratista gestionará la acometida de energía eléctrica para la obra. Se encargará de situar el cuadro general de mando y protección cumpliendo con todos los requisitos establecidos por R.E.B.T.

Estará dotado de interruptor general tetrapolar de corte automático, interruptores omnipolares y protecciones contra faltas a tierras, sobrecargas y cortocircuitos, mediante interruptores magnetotérmicos de 20 kA de poder de corte y diferenciales de 300 mA en cabeza y en las salidas a cuadros secundarios. En caso de existir cuadros secundarios, los interruptores diferenciales de las salidas serán bien de 30 mA. o bien regulables por debajo de 300 Ma., conectados a las bobinas de disparo de los correspondientes interruptores.

Del cuadro principal saldrán circuitos de alimentación a los cuadros secundarios si existen, para alimentación a máquinas etc. Serán entonces estos cuadros en los que se dispongan en las salidas interruptores diferenciales de 30 mA.

Todos los conductores empleados en la instalación estarán aislados para una tensión de 1.000V. No dispondrán de zonas en las cuales el conductor quede libre a la vista y sus empalmes, de haberlos, estarán perfectamente encintados de manera que no produzcan disparos de los interruptores diferenciales de salida por fugas.

### 7.2. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Descarga eléctrica de origen directo o indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas en altura.

### 7.3. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- Cualquier parte de la instalación se considerará bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados al efecto.
- Quedará terminantemente prohibido puentear las protecciones.
- Los conductores, si van por el suelo, no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos; al atravesar zonas de paso estarán protegidos adecuadamente.
- Si existen tramos aéreos, el tensado de conductores se realizará con piezas especiales sobre apoyos.

- En la instalación de alumbrado, estarán separados los circuitos de valla, acceso a zonas de trabajo, escaleras, almacenes, etc.
- Los aparatos portátiles que sea necesario emplear serán estancos al agua y estarán convenientemente aislados.
- Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales de presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada.
- Estas derivaciones, al ser portátiles, no estarán sometidas a tracción mecánica que origine su rotura.
- Las lámparas para alumbrado general, caso de emplearse, y sus accesorios se situarán a una distancia mínima de 2,50 m. del piso o suelo; las que puedan alcanzarse con facilidad, estarán protegidas con una cubierta resistente.
- Existirá una señalización sencilla y clara a la vez, prohibiendo la entrada a personas no autorizadas a las zonas donde esté instalado el equipo eléctrico, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.
- Igualmente se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.
- Se sustituirán inmediatamente las mangueras que presenten algún deterioro en la capa aislante de protección o sean causantes de disparos en las protecciones.
- Cuando por su longitud deban efectuarse empalmes en las tiradas de cable, estas serán resistentes a tracción mecánica. El embomado y encintado será hecho de forma que se garantice el aislamiento de los conductores y se evite todo tipo de fugas.

#### 7.4. PROTECCIONES PERSONALES

- Casco homologado de seguridad, dieléctrico, en su caso.
- Guantes aislantes.
- Pértigas de salvamento, maniobra y de verificación de ausencia de tensión.
- Herramientas manuales, con aislamiento.
- Botas aislantes, chaqueta ignífuga en maniobras eléctricas.
- Tarimas, alfombrillas, pértigas aislantes.



SET "CABIGORDO" 2202011  
TÉRMINO MUNICIPAL DE CEDRILLAS (TERUEL)



## 7.5. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Se realizará mantenimiento periódico del estado de las mangueras, tomas de tierra, enchufes, cuadros de distribución, etc.
- Los aparatos portátiles eléctricos que sea necesario emplear, se desconectarán de la red automáticamente si están fuera de control (pulsadores en lugar de interruptores de mando en el mismo aparato).

## 8. MAQUINARIA

### 8.1. CAMIONES CON VOLQUETE, CAJA O PLATAFORMA

#### 8.1.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Choques con elementos fijos de la obra.
- Atropello y aprisionamiento de personas en maniobras y operaciones de mantenimiento.

#### 8.1.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- Al realizar las entradas o salidas del solar, lo hará con precaución, auxiliado por las señales de un miembro de la obra.
- Respetará todas las normas del código de circulación.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampas, el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Respetará en todo momento la señalización de la obra.
- Las maniobras, dentro del recinto de obra, se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de obra.
- La velocidad de circulación estará en consecuencia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones de terreno.

#### 8.1.3. PROTECCIONES PERSONALES

El conductor del vehículo cumplirá las siguientes normas:

- Usar casco homologado siempre que baje del camión.
- Durante la carga permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas y alejado del camión.
- Antes de comenzar la descarga, tendrá echado el freno de mano.

#### 8.1.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

- No permanecerá nadie en las proximidades del camión en el momento de realizar éste maniobras.
- Si descarga material en las proximidades de la zanja o pozo se aproximará a una distancia de 1 m., garantizando ésta, mediante topes.

## 8.2. CAMIÓN GRÚA

### 8.2.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Rotura del cable o gancho.
- Caída de la carga.
- Electrocutación por defecto de puesta a tierra.
- Caídas en altura de personas, por empuje de la carga.
- Golpes y aplastamientos por la carga.
- Ruina de la máquina por viento, exceso de carga, etc.

### 8.2.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- El gancho de izado dispondrá de limitador de ascenso.
- Asimismo, estará dotado de pestillo de seguridad en perfecto uso.
- Para elevar palets se dispondrán dos eslingas simétricas por debajo de la plataforma de madera no colocando nunca el gancho de la grúa sobre el fleje de cierre de palet.
- En ningún momento se efectuarán tiros sesgados de la carga, ni se hará más de una maniobra a la vez.
- La maniobra de elevación de la carga será lenta, de manera que si el maquinista detectase algún defecto depositará la carga en el origen inmediatamente.
- Antes de utilizar la grúa se comprobará su correcto funcionamiento.
- Todos los movimientos de la grúa, serán realizados por persona competente, auxiliado por el señalista.
- Se comprobará la estabilidad del camión antes de su utilización.

### 8.2.3. PROTECCIONES PERSONALES

- El maquinista y el personal auxiliar llevarán casco homologado en todo momento.
- Guantes de cuero al manejar cables u otros elementos rugosos o cortantes.

### 8.2.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Se evitará volar la carga sobre otras personas trabajando.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra.

- Durante las operaciones de mantenimiento de la grúa, las herramientas manuales se transportarán en bolsas adecuadas, no tirando al suelo éstas, una vez finalizado el trabajo.
- El cable de elevación y la puesta a tierra se comprobarán periódicamente.

### 8.3. RETROEXCAVADORA

#### 8.3.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Vuelco por hundimiento del terreno.
- Golpes a personas o cosas en el movimiento de giro.

#### 8.3.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- No se realizarán reparaciones u operaciones de mantenimiento con la máquina funcionando.
- La cabina estará dotada de extintor de incendios, al igual que el resto de las máquinas.
- La intención de moverse se indicará con el claxon (por ejemplo: dos pitidos para andar hacia adelante y tres hacia atrás).
- El conductor no abandonará la máquina sin parar el motor y la puesta de la marcha contraria al sentido de la pendiente.
- El personal de obra estará fuera del radio de acción de la máquina para evitar atropellos y golpes durante los movimientos de ésta o por algún giro imprevisto al bloquearse la oruga.
- Al circular, lo hará con la cuchara plegada.
- Al finalizar el trabajo de la máquina, la cuchara quedará apoyada en el suelo o plegada sobre la máquina; si la parada es prolongada se desconectará la batería y se retirará la llave de contacto.
- Durante la excavación del terreno en la zona de entrada al solar, la máquina estará calzada al terreno mediante sus zapatas hidráulicas.

#### 8.3.3. PROTECCIONES PERSONALES

El personal llevará en todo momento:

- Casco de seguridad homologado.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Botas antideslizantes.
- Limpiará el barro adherido al calzado para que no resbalen los pies sobre los pedales.

#### 8.3.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

- No permanecerá nadie en el radio de funcionamiento de la máquina.
- Al descender por la rampa el brazo de la cuchara estará situado en la parte trasera de la máquina.

### 8.4. GRÚA TORRE. GRÚA MÓVIL

#### 8.4.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Rotura del cable o gancho.
- Caída de la carga.
- Electrocutión por defecto de puesto a tierra.
- Caídas en altura de personas por empuje de la carga.
- Golpes y aplastamientos por la carga.
- Ruina de la máquina por viento, exceso de carga, arriostamiento deficiente, etc.

#### 8.4.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- El gancho de izado dispondrá de limitador de ascenso, para evitar el descarrilamiento del carro de desplazamiento.
- Asimismo, estará dotado de pestillo de seguridad en perfecto uso.
- El cubo de hormigonado cerrará herméticamente, para evitar caídas de materiales.
- En ningún momento se efectuarán tiros sesgados de la carga, ni se hará más de una maniobra a la vez.
- La maniobra de elevación de la carga será lenta, de manera que si el maquinista detectase algún defecto depositará la carga en el origen inmediatamente.
- Antes de utilizar la grúa, se comprobará el correcto funcionamiento del giro, el desplazamiento del carro y el descenso y elevación del gancho.
- La pluma de la grúa dispondrá de carteles suficientemente visibles, con las cargas permitidas.
- Todos los movimientos de la grúa se harán desde la botonera, realizados por persona competente, auxiliado por el señalista.
- Dispondrá de un mecanismo de seguridad contra sobrecarga, y es recomendable si se prevén fuerte vientos, instalar un anemómetro con señal acústica para 60 km/h., cortando corriente a 80 km/h.

- El ascenso a la parte superior de la grúa se hará utilizando el dispositivo de paracaídas, instalado al montar la grúa.
- Si es preciso realizar desplazamientos por la pluma, ésta dispondrá de cable de visita.
- Al finalizar la jornada de trabajo, para eliminar daños a la grúa y a la obra, se suspenderá un pequeño peso del gancho de ésta, elevándolo hacia arriba, colocando el carro cerca del mástil, comprobando que no se puede enganchar al girar ligeramente la pluma, se pondrán a cero todos los mandos de la grúa, dejándola en veleta y desconectando la corriente eléctrica.
- Se comprobará la existencia de la certificación de las pruebas de estabilidad después del montaje.

#### **8.4.3. PROTECCIONES PERSONALES**

- El maquinista y el personal auxiliar llevarán casco homologado en todo momento.
- Guantes de cuero al manejar cables u otros elementos rugosos o cortantes.
- Cinturón de seguridad en todas las labores de mantenimiento, anclado a puntos sólidos o al cable de visita de la pluma.
- La corriente eléctrica estará desconectada si es necesario actuar en los componentes eléctricos de la grúa.

#### **8.4.4. PROTECCIONES COLECTIVAS**

- Se evitará volar la carga sobre otras personas trabajando.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra.
- Durante las operaciones de mantenimiento de la grúa, las herramientas manuales se transportarán en bolsas adecuadas, no tirando al suelo éstas, una vez finalizado el trabajo.
- El cable de elevación y la puesta a tierra se comprobarán periódicamente.

## 8.5. HORMIGONERA

La práctica totalidad del hormigón que se utilizará en obra será de elaboración en central, transportándose en camión y vertido con bomba en unos casos y cubo con grúa en otros.

### 8.5.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Dermatitis, debido al contacto de la piel con el cemento.
- Neumoconiosis, debido a la aspiración de polvo de cemento.
- Golpes y caídas por falta de señalización de los accesos, en el manejo y circulación de carretillas.
- Atrapamientos por falta de protección de los órganos motores de la hormigonera.
- Contactos eléctricos.
- Rotura de tubería por desgaste y vibraciones.
- Proyección violenta del hormigón a la salida de la tubería.
- Movimientos violentos en el extremo de la tubería.

### 8.5.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

En operaciones de bombeo:

- En los trabajos de bombeo, al comienzo se usarán lechadas fluidas, a manera de lubricantes en el interior de las tuberías para un mejor desplazamiento del material.
- Los hormigones a emplear serán de granulometría adecuada y de consistencia plástica.
- Si durante el funcionamiento de la bomba se produjera algún taponamiento se parará ésta, para así eliminar su presión y poder destaponarla.
- Revisión y mantenimiento periódico de la bomba y tuberías, así como de sus anclajes.
- Los codos que se usen para llegar a cada zona para bombear el hormigón serán radios amplios, estando anclados en la entrada y salida de las curvas.
- Al acabar las operaciones de bombeo, se limpiará la bomba.
- En el uso de hormigoneras:
  - Aparte del hormigón transportado en bombonas, para poder cubrir pequeñas necesidades de obra, se empleará también hormigoneras de eje fijo o móvil, las cuales deberán reunir las siguientes condiciones para un uso seguro:
    - Se comprobará de forma periódica el dispositivo de bloqueo de la cuba, así como el estado de los cables, palancas y accesorios.

- Al terminar la operación de hormigonado o al terminar los trabajos, el operador dejará la cuba reposando en el suelo o en posición elevada, completamente inmovilizada.
- La hormigonera estará provista de toma de tierra, con todos los órganos que puedan dar lugar a atrapamientos convenientemente protegidos, el motor con carcasa y el cuadro eléctrico aislado, cerrado permanentemente.
- En operaciones de vertido manual de las hormigoneras:
- Vertido por carretillas, estará limpia y sin obstáculos la superficie por donde pasen las mismas, siendo frecuente la aparición de daños por sobreesfuerzos y caídas para transportar cargas excesivas.

### 8.5.3. PROTECCIONES PERSONALES

- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad homologado.
- Botas de agua.
- Guantes de goma.

### 8.5.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

- El motor de la hormigonera y sus órganos de transmisión estarán correctamente cubiertos.
- Los camiones bombona de servicio del hormigón efectuarán las operaciones de vertido con extrema precaución.

## 8.6. SOLDADURA

### 8.6.1. SOLDADURA ELÉCTRICA

- Las radiaciones activas son un riesgo inherente de la soldadura eléctrica por arco afectando no sólo a los ojos sino a cualquier parte del cuerpo expuesto a ellas. Por ello, el soldador deberá utilizar: pantalla o yelmo, manoplas, manguitos, polainas y mandil.
- La alimentación eléctrica al grupo se realizará mediante conexión a través de un cuadro con disyuntor diferencial adecuado al voltaje de suministro.
- Antes de empezar el trabajo de soldadura, es necesario examinar el lugar, y prevenir la caída de chispa sobre materias combustibles que puedan dar lugar a un incendio, sobre el resto de la obra con el fin de evitarlo de forma eficaz.

#### **Queda expresamente prohibido:**

- Dejar la pinza y su electrodo directamente en el suelo. Se apoyará sobre un soporte aislante cuando se debe interrumpir el trabajo.
- Tender de forma desordenada el cableado por la obra.
- Anular y/o no instalar la toma de tierra en la carcasa de la "máquina de soldar".
- No desconectar totalmente la "máquina de soldar" cada vez que se realice una pausa de consideración durante la realización de los trabajos (para el almuerzo o comida por ejemplo).
- El empalme de mangueras directamente (con protección de cinta aislante) sin utilizar conectores estancos de intemperie.
- La utilización de mangueras deterioradas, con cortes y empalmes debidos a envejecimiento por uso o descuido.

### 8.6.2. SOLDADURA AUTÓGENA Y OXICORTE

- El traslado de botellas se hará siempre con su correspondiente caperuza colocada, para evitar posibles deterioros del grifo, sobre el carro portabotellas.
- Se prohíbe tener las botellas expuestas al sol tanto en el acopio como durante su utilización.
- Las botellas de acetileno deben utilizarse estando en posición vertical. Las de oxígeno pueden estar tumbadas pero procurando que la boca quede algo levantada, pero en evitación de accidentes por confusión de los gases las botellas se utilizarán en posición vertical.
- Los mecheros irán provistos de válvulas antirretroceso de llama.
- Debe vigilarse la posible existencia de fugas en mangueras, grifos o sopletes, pero sin emplear nunca para ello una llama, sino mechero de chispa.

- Durante la ejecución de un corte hay que tener cuidado de que al desprenderse el trozo cortado no exista posibilidad de que caiga en lugar inadecuado, es decir, sobre personas y/o materiales.
- Al terminar el trabajo, deben cerrarse perfectamente las botellas mediante la llave que a tal efecto poseen, no utilizar herramientas como alicates o tenazas que además de no ser totalmente efectivas, estropean el vástago de cierre.
- Las mangueras se recogerán en carretes circulares.

**Queda expresamente prohibido:**

- Dejar directamente en el suelo los mecheros.
- Tender de forma desordenada las mangueras de gases por los forjados. Se recomienda unir entre sí las gomas mediante cinta adhesiva.
- Utilizar mangueras de igual color para distintos gases.
- Apilar, tendidas en el suelo, las botellas vacías ya utilizadas (incluso de forma ordenada). Las botellas siempre se almacenan en posición "de pie", atadas para evitar vuelcos y a la sombra.

**8.6.3. PROTECCIONES INDIVIDUALES**

- Casco de polietileno.
- Guantes de cuero.
- Manguitos de cuero.
- Mono de trabajo.
- Pantalla antirradiaciones luminosas.
- Polainas de cuero.
- Yelmo de soldador.
- El ayudante utilizará durante la soldadura pantalla de soldador.

## 8.7. MOTOVOLQUETE AUTOPROPULSADO (DUMPER)

### 8.7.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Vuelco de vehículos.
- Atropellos.
- Caída de personas.
- Golpes por la manivela de puesta en marcha.

### 8.7.2. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Se señalará y establecerá un fuerte tope de Fin de recorrido ante el borde de taludes o cortes en los que el dumper debe verter su carga.
- Se señalarán los caminos y direcciones que deban ser recorridos por los dumperes.
- Es obligatorio no exceder la velocidad de 20 Km/h., tanto en el interior como en el exterior de la obra.
- El dumper deberá ser conducido por persona provista del preceptivo permiso de conducir de clase B.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima inscrita en el cubilote.
- Se prohíbe el "colmo" de las cargas que impida la correcta visión del conductor.
- Queda prohibido el transporte de personas sobre el dumper (para esta norma, se establece la excepción debida a aquellos dumperes dotados para estos menesteres).
- El remonte de pendientes bajo carga se efectuará siempre en marcha atrás, en evitación de pérdidas de equilibrio y vuelco.

### 8.7.3. PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Botas de seguridad.
- Casco homologado.
- Cinturón antivibratorio.
- Mono de trabajo.
- Traje de trabajo.
- Traje impermeable.

## 8.8. CORTADORA DE MATERIAL CERÁMICO

### 8.8.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Proyección de partículas y polvo.
- Descarga eléctrica.
- Rotura de disco.
- Cortes y amputaciones.

### 8.8.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- La máquina tendrá en todo momento colocada la protección del disco y de la transmisión.
- Antes de comenzar el trabajo se comprobará el estado del disco, si éste estuviera desgastado o resquebrajado se procedería a su inmediata sustitución.
- La pieza a cortar no deberá presionarse contra el disco, de forma que pueda bloquear éste. Asimismo, la pieza no presionará al disco en oblicuo o por el lateral.

### 8.8.3. PROTECCIONES PERSONALES

- Casco homologado.
- Guantes de cuero.
- Mascarilla con filtro y gafas antipartículas.

### 8.8.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

- La máquina estará colocada en zonas que no sean de paso y además bien ventiladas, si no es del tipo de corte bajo chorro de agua.
- Conservación adecuada de la alimentación eléctrica.

## 8.9. COMPRESOR

### 8.9.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Ruido.
- Rotura de manguera.
- Vuelco, por proximidad a los taludes.
- Emanación de gases tóxicos.
- Atrapamientos durante las operaciones de mantenimiento.

### 8.9.2. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Cuando los operarios tengan que hacer alguna operación con el compresor en marcha (limpieza, apertura de carcasas, etc.), se ejecutará con los cascos auriculares puestos.
- Se trazará un círculo en torno al compresor de un radio de 4 metros, área en la que será obligado el uso de auriculares. Antes de su puesta en marcha se calzarán las ruedas del compresor en evitación de desplazamientos indeseables.
- El arrastre del compresor se realizará a una distancia superior a los 3 metros del borde de las zanjas, en evitación de vuelcos por desplome de las "cabezas" de zanjas.
- Se desecharán todas las mangueras que aparezcan desgastadas o agrietadas. El empalme de mangueras se efectuará por medio de racores.
- Queda prohibido efectuar trabajos en las proximidades del tubo de escape.
- Queda prohibido realizar maniobras de engrase y/o mantenimiento con el compresor en marcha.

## 8.10. MARTILLO NEUMÁTICO

### 8.10.1. MEDIDAS PREVENTIVAS

- Las operaciones deberán ser desarrolladas por varias cuadrillas distintas, de forma que pueda evitarse la permanencia constante en el mismo y/u operaciones durante todas las horas de trabajo, en evitación de lesiones en órganos internos. Los operarios que realicen estos trabajos deberán pasar reconocimiento médico mensual de estar integrados en el trabajo de picador. Las personas encargadas en el manejo del martillo deberán ser especialistas en el manejo del mismo.
- Antes del comienzo de un trabajo se inspeccionará el terreno circundante, intentando detectar la posibilidad de desprendimientos de tierras y roca por las vibraciones que se transmiten al terreno.
- Se prohíbe realizar trabajos por debajo de la cota del tajo de martillos rompedores.
- Se evitará apoyarse a horcajadas sobre la culata de apoyo, en evitación de recibir vibraciones indeseables.

### 8.10.2. PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Botas de seguridad.
- Casco homologado.
- Cinturón de seguridad.
- Guantes, mandil y polainas de cuero.
- Gafas antiproyecciones.
- Mono de trabajo.

## 8.11. VIBRADOR

### 8.11.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Descargas eléctricas.
- Caídas en altura.
- Salpicaduras de lechada en ojos.

### 8.11.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable.
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida si discurre por zonas de paso.

### 8.11.3. PROTECCIONES PERSONALES

- Casco homologado.
- Botas de agua.
- Guantes dieléctricos.
- Gafas para protección contra las salpicaduras.

### 8.11.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

Las mismas que para la estructura de hormigón.

## 8.12. SIERRA CIRCULAR

### 8.12.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Cortes y amputaciones en extremidades superiores.
- Descargas eléctricas.
- Rotura del disco.
- Proyección de partículas.
- Incendios.

### 8.12.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- El disco estará dotado de carcasa protectora y resguardos que impidan los atrapamientos por los órganos móviles.
- Se controlará el estado de los dientes del disco, así como la estructura de éste.
- La zona de trabajo estará limpia de serrín y virutas, en evitación de incendios.
- Se evitará la presencia de claros al cortar.

### 8.12.3. PROTECCIONES PERSONALES

- Casco homologado de seguridad.
- Guantes de acero.
- Gafas de protección contra la proyección de partículas de madera.
- Calzado con plantilla anticlavo.

### 8.12.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Zona acotada para la máquina, instalada en lugar libre de circulación.
- Extintor manual de polvo químico antibrasa, junto al puesto de trabajo.

## 9. MEDIOS AUXILIARES

### 9.1. DESCRIPCIÓN DE LOS MEDIOS AUXILIARES

Los medios auxiliares más empleados son los siguientes:

- Andamios de servicios, usados como elementos auxiliares, en los trabajos de cerramientos e instalaciones.
- Andamios colgados móviles, formados por plataformas metálicas suspendidas de cables, mediante pescantes metálicas.
- Andamios de borriquetas o caballetes, contruidos por un tablero horizontal de tres tablones, colocados sobre los pies en forma de "V" invertida, sin arriostamientos.
- Escaleras de mano. Serán de dos tipos: metálicas y de madera. Se emplearán para trabajos en alturas pequeñas y de poco tiempo, o para acceder a algún lugar elevado sobre el nivel del suelo.
- Estrobos, cables y cuerdas, usados como elementos auxiliares, en los trabajos de manipulación de cargas.

### 9.2. RIESGOS MÁS FRECUENTES

#### 9.2.1. ANDAMIOS DE SERVICIOS

- Caídas debidas a la rotura de la plataforma de trabajo o a la mala unión entre dos plataformas.
- Caídas de materiales.

#### 9.2.2. ANDAMIOS COLGADOS

- Caídas debidas a la rotura de la plataforma de trabajo o a la mala unión entre dos plataformas.
- Caídas de materiales.
- Caídas originadas por la rotura de los cables.

#### 9.2.3. ANDAMIOS DE BORRIQUETAS.

- Vuelcos por falta de anclajes o caídas del personal por no usar tres tablones como tablero horizontal.

#### 9.2.4. ESCALERA DE MANO

- Caídas a niveles inferiores, debida a la mala colocación de las mismas, rotura de alguno de los peldaños, deslizamiento de la base por excesiva inclinación o estar el suelo mojado.

- Golpes con la escalera al manejarla de forma incorrecta.

### 9.3. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

#### 9.3.1. ANDAMIOS DE SERVICIOS Y COLGANTES

- No se depositarán pesos violentamente sobre los andamios.
- No se acumulará demasiada carga, ni demasiadas personas en un mismo punto.
- Los andamios estarán libres de obstáculos y no se realizarán movimientos violentos sobre ellos.
- Estarán provistos de barandillas interiores de 0,70 m. de altura y 0,90 m, las exteriores con rodapié, en ambas.

#### 9.3.2. ANDAMIOS DE BORRIQUETAS O CABALLETES

- En las longitudes de más de 3 m. se emplearán tres caballetes.
- Tendrán barandillas y rodapiés cuando los trabajos se efectúen a una altura superior a 2 m.
- Nunca se apoyará la plataforma de trabajo en otros elementos que no sean los propios caballetes o borriquetas.

#### 9.3.3. ESCALERAS DE MANO

- Se colocarán apartadas de elementos móviles que puedan derribarlas.
- Estarán fuera de las zonas de paso.
- Los largueros serán de una sola pieza, con los peldaños ensamblados.
- El apoyo inferior se realizará sobre superficies planas, llevando en el pie elementos que impidan el desplazamiento.
- El apoyo superior se hará sobre elementos resistentes y planos.
- Los ascensos y descensos se harán siempre de frente a ellas.
- Se prohíbe manejar en las escaleras pesos superiores a 25 Kg.
- Nunca se efectuarán trabajos sobre las escaleras que obliguen al uso de las dos manos.
- Las escaleras dobles o de tijera estarán provistas de cadenas o cables que impidan que éstas se abran al utilizarlas.
- La inclinación de las escaleras será aproximadamente de 75º que equivale a estar separada de la vertical la cuarta parte de su longitud entre los apoyos.

#### 9.3.4. ESTROBOS, CABLES Y CUERDAS.

- Se emplearán preferentemente estrobos propios del manipulador, para poder adaptarse a las necesidades de la carga (longitud, peso, etc).
- Se desecharán cuando existan hilos rotos, rotura de cordón, vicios o efectos que hagan dudar de su resistencia, rotura del alma o presente fuertes oxidaciones.

#### 9.4. PROTECCIONES PERSONALES

- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad homologado.
- Zapatos con suela antideslizante.
- Guantes de cuero.

#### 9.5. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Se delimitará la zona de trabajo en los andamios colgados, evitando el paso del personal por debajo de éstos, así como que éste coincida con zonas de acopio de materiales.
- Se colocarán viseras o marquesinas de protección debajo de las zonas de trabajo.
- Se balizará la zona de influencia mientras duran las operaciones de montaje y desmontaje de los andamios o cuando se manipulen cargas.

## 10. OPERACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Las medidas propuestas en el presente capítulo deberán ser observadas tanto en la fase de ejecución de la obra como durante el posterior periodo de pruebas de las instalaciones.

### 10.1. MANIOBRAS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

#### 10.1.1. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

**Siempre que se realice cualquier tipo de operación en las instalaciones eléctricas**, ya sea durante el proceso de puesta en servicio o en posteriores operaciones de mantenimiento, **deberán observarse las siguientes disposiciones:**

- Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión.
- Bloquear los aparatos de corte.
- Verificar la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
- Delimitar y señalizar la zona de trabajo.

### 10.1.2. INSTRUCCIONES BÁSICAS PARA MANIOBRAS

Antes de realizar cualquier tipo de maniobra, deberán tenerse en cuenta las siguientes premisas:

- No accionar nunca un seccionador en carga.
- Siempre que haya que cortar servicio en un circuito en carga, primero deberá accionarse el Interruptor de apertura de carga o el interruptor automático.
- Antes de cerrar un seccionador de puesta a tierra (P.A.T.) se comprobará la ausencia de tensión.
- Antes de reestablecer servicio en un circuito se comprobará que estén abiertos los seccionadores de P.A.T.
- Familiarizarse con el centro y observar detenidamente la señalización si es que la hay.
- Utilizar el material de seguridad necesario para cada maniobra.

### 10.1.3. REPOSICIÓN DE FUSIBLES

Siempre que tenga que actuarse en una celda de protección de transformador para realizar la reposición de fusibles, bien por haberse fundido o simplemente para sustituir éstos por otros de distinto tipo o calibre, deberá actuarse del siguiente modo:

- Abrir el interruptor de protección. En el caso de ser por fusión de uno de los fusibles, el automático de este aparato deberá estar abierto.
- Abrir el seccionador correspondiente a la celda de protección, con lo que se independizará el interruptor de protección del barraje, que está en tensión y que proporcionará un corte visible.
- Comprobar la ausencia de tensión.
- Conexionar el seccionador de P.A.T. en caso de existir o descargar el circuito a tierra por medio de una pértiga.
- Apertura de la celda y reposición de fusibles.

#### 10.1.3.1. MANIOBRAS EN LA CELDA DEL INTERRUPTOR

Cuando el circuito que alimenta el centro está de paso, es decir, continúa a otros centros, la celda del interruptor deberá colocarse como celda de salida respecto al funcionamiento habitual del mismo. De esta forma, al cortar el servicio en ese circuito, a partir de dicho centro, éste no quedará sin alimentación en ningún momento.

El proceso de realización de la maniobra es el siguiente:

- Abrir el interruptor-seccionador o interruptor.
- Abrir el seccionador tripolar, intercalado entre el interruptor y el barraje.

En caso de ser necesario realizar operaciones en la celda, se deberá:

- Comprobar la ausencia de tensión.
- Descargar el circuito a tierra por medio del seccionador P.A.T. o con pértiga de P.A.T.

Si al comprobar que hay ausencia de tensión, se detecta que sí hay tensión, se deberá ir al centro de transformación del que procede dicho cable, accionando el aparato correspondiente de la celda de salida del mismo. Comprobar de nuevo la ausencia de tensión, descargar el circuito y realizar las operaciones previas.

#### 10.1.3.2. MANIOBRAS EN LA CELDA DEL SECCIONADOR

Al igual que en el apartado anterior, con el circuito de paso, la celda de seccionador se colocará en el cable de llegada. El proceso de realización de maniobras en esta celda será el siguiente:

- Comprobar que no existe carga en el circuito que es alimentado a partir de esta celda. Se tendrá seguridad de ello cuando:
  - El interruptor de protección esté abierto.
  - El interruptor de la celda de salida esté abierto.
- Abrir el seccionador tripolar.

En caso de ser necesario realizar operaciones en la celda, se deberán tomar las medidas indicadas en el apartado anterior:

- Comprobar la ausencia de tensión.
- Descargar el circuito a tierra por medio del seccionador P.A.T. o con pértiga de P.A.T.

#### 10.1.3.3. ENCLAVAMIENTOS

Todas las celdas de maniobra estarán dotadas de enclavamientos. Son de tipo mecánico y tienen la finalidad de que, en todo momento, la secuencia de maniobra sea la correcta entre:

- Interruptor.
- Seccionador.
- Pantalla seccionadora aislante.
- Puerta de acceso.
- Seccionador de P.A.T.

A continuación, se indica un cuadro con las posibilidades de accionamiento en celdas con enclavamientos. Todos los elementos o aparatos expresados se consideran montados en la misma celda.

	Seccionador	Interruptor	Pantalla	Puerta	Secc. p.a.t.
Celda con tensión	X	X	X	-	-
Seccionador abierto		X	X	X	X
Seccionador Cerrado		X	-	-	-
Interruptor abierto	X		X	X	X
Interruptor cerrado	-		-	-	-
con pantalla	-	-		X	X
sin pantalla	X	X		-	-
puerta abierta	-	-	-		X
puerta cerrada	X	X	X		X
secc. P.A.T. abierto	X	X	X	-	
secc. P.A.T. cerrado	-	-	-	X	

"X" = El elemento puede accionarse; "-" = El elemento no puede accionarse

#### 10.1.3.4. REARME DE RELÉS

En los interruptores de protección, el accionamiento automático se realiza por medio de relés directos de AT. Rearmar el relé es ponerlo en posición tal que no dé orden de apertura al interruptor en caso de cerrarle sobre un circuito sin avería ni sobrecarga.

Pueden distinguirse dos casos de rearme:

- Automático al accionar el aparato.
- Manual.

Si un aparato, con rearme manual, ha sido accionado por los relés, de no rearmar estos, el aparato volverá a abrir inmediatamente caso de accionarle o en algunos casos se quedará bloqueado hasta que no sean rearmados los relés.

En ocasiones, en caso de rearme automático, el aparato, al ser accionado vuelve a dispararse. En estas circunstancias deberá actuarse levemente, por medio de la pértiga de maniobra, sobre el dispositivo de accionamiento del relé, en sentido contrario al que produce el disparo. Realizada esta operación, se podrá accionar de nuevo el interruptor, comprobando que queda en posición de cerrado.

#### 10.1.3.5. COMPROBACIÓN DE CONCORDANCIA DE FASES

Antes de realizar una maniobra de acoplamiento entre dos circuitos, bien en una celda o en un cuadro de distribución, se deberá comprobar la concordancia de fases. Esta comprobación se deberá realizar por medio de unos pilotos señalizadores de tensión conectados al circuito por medio de unos divisores capacitivos, montados sobre aisladores.

Posteriormente a la comprobación, en caso de que haya concordancia de fases, se realizará la maniobra de acoplamiento. En caso de no haber concordancia, se procederá a intercambiar los puntos de conexión al barraje hasta conseguir dicha concordancia.

Esta operación se realizará siempre que se pongan en marcha nuevas instalaciones, se instale un equipo o se repare una avería que pueda dar lugar a un intercambio de fases.

#### 10.1.3.6. OPERACIONES PREVIAS A LA PUESTA EN MARCHA

Antes de la puesta en servicio de la instalación, se revisarán los siguientes puntos:

- Revisión de normas de explotación.
- Comprobar los circuitos y tomas de tierra.
- Limpieza de todas las instalaciones, aisladores, soportes.
- Revisión de normas y manuales de cada uno de los aparatos a poner en servicio.
- Comprobar antes de poner en servicio el buen funcionamiento de los dispositivos de mando y enclavamiento de los aparatos, haciendo todas las maniobras que se realizarán en el funcionamiento habitual.
- Limpieza y revisión de todos los contactos.
- Comprobar que todos los contactos de los aparatos están perfectamente limpios y a la presión adecuada.
- Comprobar que las conexiones del barraje y aparatos están bien realizadas y apretadas y que no hay ningún peligro de cortocircuito entre barras.
- Asegurarse del buen aislamiento eléctrico de la instalación y verificar que las condiciones de explotación son acordes con las prescripciones reglamentarias.
- En el caso de los transformadores, observar el nivel de aceite.
- Se llevarán a cabo las siguientes medidas:
  - Medida de la resistividad del terreno.
  - Medida de la resistencia de puesta a tierra.
  - Medida de las tensiones de paso y contacto.
  - Medida del tarado de los relés y del tiempo de actuación.

#### 10.1.4. PROTECCIONES PERSONALES

Todas las protecciones se entienden homologadas:

- Detector de tensión.
- Pinza V-OHM-A.
- Detector giro de fases.
- Escaleras aislantes.
- Bolsa portaherramientas.
- Cuerda y polea aislada.
- Herramientas normales aislantes.
- Cizalla aislante.
- Máquina compresión terminales aislada.
- Calentador de aire eléctrico o candileja.
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Casco aislante con pantalla facial.
- Guantes protección mecánica.
- Guantes aislantes distintas tensiones.
- Gafas inactínicas.
- Cinturón de seguridad.
- Gafas de seguridad o visera con pantalla y adaptador.
- Guantes de caucho para trabajos en tensión.
- Calzado de seguridad contra miembros mecánicos.
- Herramientas aisladas.
- Banquetas y alfombrillas de aislamiento.
- Pértigas de maniobra y salvamento.
- Pértiga de verificación de ausencia de tensión.

### 10.1.5. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Botiquín.
- Extintor 12 kg polvo para fuego eléctrico.
- Cinta de señalización.
- Carteles peligro de muerte.
- Alfombrilla aislante.
- Tela vinílica.
- Perfil aislante para conductores.
- Protectores de bornas.
- Dedales aislantes.
- Pinzas aislantes.
- Manta aislante.
- Pantalla baquelita.
- Banqueta aislante.
- Pértiga de salvamento.
- Guantes aislantes.
- Comprobador neumático de guantes.
- Bastidor sujeción tela aislante.
- Portátil 100 w doble aislamiento.
- Luz autónoma de emergencia.
- Caja con protecciones para toma de corriente.
- Extractor de aire.
- Extractor de gases.
- Señales viales de peligro y limitación de velocidad.

### 10.1.6. DISPOSICIONES ADICIONALES

De acuerdo con el Reglamento de Centros de Transformación y las Ordenanzas de protección contra incendios, todos los centros de transformación estarán dotados de los siguientes carteles informativos y equipos de maniobra y protección siguientes:

- Cartel de las cinco reglas de oro.
- Cartel de respiración de salvamento.
- Requisitos previos a los trabajos de instalaciones eléctricas en alta tensión.
- Pértiga de maniobra.
- Pértiga detectora de tensión.
- Palancas de accionamiento de las diferentes celdas.
- Guantes aislantes en perfecto estado.
- Casco.
- Alfombrilla.
- Banqueta aislante.
- Placas indicadoras de riesgo eléctrico.
- Extintor de incendios de eficacia mínima 89B.
- Cerradura de acceso al mismo, sólo para personal autorizado.

## 11. PLIEGO DE CONDICIONES

### 11.1. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN

Serán de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Estatuto de los Trabajadores. (Ley 811980 de 10 de Marzo) (BOE 14-4-80).
- Regulación de la jornada de trabajo. Jornadas especiales y descansos (R.D. 2001/83 de 28/7/83).
- Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo (O.M. 9-3-71) (B.O.E. 11-3-71).
- Reglamento de Seguridad y Salud en la Industria de la Construcción (M.O. 20-5-52) (B.O.E. del 7-12-61).
- Modificación del Reglamento (Decreto 3494164 de 5-11-64) (B.O.E. del 6-11-64).
- Ordenanza de Trabajo en la Industria Siderometalúrgica (Orden de 29-7-70) (B.O.F. del 25-8-70) modificada por orden de 20-7-74 (B.O.E. del 31-7-74).
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-8-70) (B.O.E. del 5 al 9-9-70).
- Instrucción para el Proyecto y Ejecución de Obras (Decreto 2987168 de 20-9-68) (B.O.F.- del 3 al 6-12-68).
- Real Decreto 842/2002 del 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (BOE 18 de Septiembre de 2.002).
- Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión (O.M. 28.11.68).
- Reglamento de Estaciones de Transformación (O.M. 11.3.71).
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas y centros de transformación (O.M. 12.11.82).
- Real Decreto 614/2001, de 8 junio, sobre protección de la salud y seguridad de trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Señalización de obras en carreteras (Orden del 14-3-60) (B.O.E. del 23-3-60).
- R.D. 1.215/97 de 18 de Septiembre, disposiciones mínimas de seguridad relativos a los equipos de trabajo.
- R.D. 773/97 de 30 de mayo sobre disposiciones mínimas de seguridad relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

- R.D. 485/97, de 14 de abril, disposiciones mínimas en material de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 486/97 de 14 de abril, disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/97 de 14 de abril, disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas.
- R.D. 488/97 de 14 de abril disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Convenio colectivo Provincial de la Construcción.
- Reglamento de explosivos (R.D. 2114-78 de 2-3-78) (BOE 7-9-78). (R.D. 829-80 de 18-4-80) (BOE 6-5-80).
- Obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo en los proyectos de edificación y obras públicas (Real Decreto 1627/97, 24-10-97).
- Demás disposiciones Oficiales relativas a la Seguridad, Higiene y Medicina del Trabajo que puedan afectar a los trabajadores que realicen la obra.
- Normas de Administración Local.
- Disposiciones posteriores que modifiquen, anulen o complementen a las citadas.

## 11.2. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

### 11.2.1. GENERAL

- Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término.
- Cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.
- Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente) será desechado y repuesto al momento.
- Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.
- El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

### 11.2.2. PROTECCIONES PERSONALES

- Todo elemento de protección personal se ajustará al R.D. 773/97 de 30 de mayo, disposiciones mínimas de seguridad relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, siempre que exista en el mercado.
- En los casos en que no exista Norma de Homologación oficial, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

### 11.2.3. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Vallas autónomas de limitación y protección
  - Tendrán como mínimo 90 cm. de altura, estando construidas a base de tubos metálicos.
- Barandillas
  - Deberán tener la suficiente resistencia para garantizar la retención de personal.
- Pasillos de seguridad
  - Podrán realizarse a base de pórticos con pies derechos y dintel a base de tabloneros embridados, firmemente sujeto al terreno y cubierta cuajada de tabloneros.
  - Estos elementos también podrán ser metálicos (los pórticos a base de tubo o perfiles y la cubierta de chapa).
  - Serán capaces de soportar el impacto de los objetos que se prevea puedan caer, pudiendo colocar elementos amortiguadores sobre la cubierta.

- Cables de sujeción de cinturón de seguridad y sus anclajes
  - Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos, de acuerdo con su función protectora.
- Redes perimetrales
  - La protección del riesgo de caída al vacío por el borde perimetral, se hará mediante la utilización de pescantes tipo horca.
  - El extremo inferior de la red se anclará a horquillas de hierro embebidas en el forjado.
  - Las redes serán de poliamida.
  - La cuerda de seguridad será como mínimo de 10 mm. Y los módulos de red serán atados entre sí con cuerda poliamida como mínimo de 3 mm.
- Plataformas de trabajo
  - Tendrán como mínimo 60 cm. de ancho y las situadas a más de 2 m. del suelo estarán dotadas de barandillas de 90 cm. de altura, listón intermedio y rodapié.
- Escaleras de mano
  - Deberán ir provistas de zapatas antideslizantes.
- Pasos protegidos
  - Antes de iniciar los trabajos, se instalarán pórticos o marquesinas de protección en los accesos.
- Plataformas voladas
  - Tendrán la suficiente resistencia para la carga que deban soportar, estando convenientemente ancladas y dotadas de barandillas.
  - Estos pasos no invadirán nunca la calzada y donde lo permitan, tendrán una longitud mínima de 3 m. y una altura libre mínima de 2,20 m.
  - Su tablero no presentará huecos y será capaz de resistir los impactos producidos por la caída de materiales.
- Extintores
  - Serán de polvo polivalente, revisándose periódicamente.

### 11.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN. BOTIQUÍN

- Servicio técnico de Seguridad y Salud

La empresa constructora dispondrá de asesoramiento técnico en Seguridad y Salud.

- Servicios Médicos

La empresa constructora dispondrá de un Servicio Médico de Empresa propio o mancomunado.

- Botiquín

El botiquín se revisará semanalmente y se repondrá inmediatamente lo consumido.

El contenido mínimo de cada botiquín será:

- Agua oxigenada
- Alcohol de 96º
- Tintura de yodo
- Mercurocromo
- Amoníaco
- Gasa estéril
- Algodón hidrófilo
- Vendas
- Esparadrapo
- Antiespasmódicos y Tónicos cardíacos de urgencia.
- Torniquetes
- Bolsas de Soma para agua y hielo
- Guantes esterilizados
- Jeringuillas desechables
- Agujas para inyectables desechables
- Termómetro clínico
- Pinzas
- Tijeras
- Camillas

#### 11.4. COORDINADOR DE SEGURIDAD.

Se nombrará un Coordinador de Seguridad para las fases de ejecución de obra, puesta en marcha y período de pruebas de acuerdo con lo previsto en el artículo 3 del F.D. 1627/97 de 24 de Octubre. Y como obligaciones según dicho real decreto se extractan las siguientes:

- Coordinar la aplicación de principios de prevención al tomar decisiones técnicas y al estimar la duración de los trabajos o fases.
- Coordinar actividades de contratista, subcontratista y autónomos.
- Aprobar el Plan de Seguridad del Contratista y sus modificaciones.
- Establecer Normas de Acceso a la obra y a las instalaciones, sólo por personal autorizado.
- Paralizar los trabajos en caso de riesgo grave e inminente, dando cuenta a la inspección de trabajo.
- Responsable del Libro de Incidencias.

## 11.5. COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD

Se constituirá el Comité cuando el número de trabajadores supere el previsto en la Ordenanza Laboral de Construcción o en su caso, cuando lo disponga el Convenio Colectivo Provincial, ajustándose su funcionamiento a lo previsto en la normativa vigente.

La composición será la siguiente:

- 1 Presidente.
- 1 Técnico de Seguridad.
- 1 Secretario.
- Vocales, de entre los oficios más significativos.

Las funciones y atribuciones de dicho Comité serán las siguientes:

- Promover la observancia de las disposiciones vigentes para la prevención de los riesgos profesionales.
- Informar sobre el contenido de las normas de Seguridad y Salud para que deban figurar en el reglamento.
- Realizar visitas tanto a los lugares de trabajo como a los servicios y dependencias establecidos para los trabajadores de la obra para conocer las condiciones relativas al orden, limpieza, ambiente, instalaciones, maquinaria, herramientas y procesos laborales, y constatar los riesgos que puedan afectar a la vida o salud de los trabajadores e informar de los defectos y peligros que adviertan y propondrá, en su caso, la adopción de las medidas preventivas necesarias, y cualquier otras que considere oportunas.
- Interesar la práctica de reconocimientos médicos a los trabajadores de la obra, conforme a lo dispuesto en las disposiciones vigentes.
- Velar por la eficaz organización de la lucha contra incendios en el seno de la obra.
- Conocer las investigaciones realizadas por los Técnicos de la empresa sobre los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que en ella se produzcan.
- Investigar las causas de los accidentes y de las enfermedades profesionales producidos en la obra con objeto de evitar unos y otras, y en los casos graves y especiales practicar las informaciones correspondientes, cuyos resultados dará a conocer a los representantes de los Trabajadores y a la Inspección Provincial de Trabajo.
- Cuidar de que todos los trabajadores reciban una formación adecuada en materia de Seguridad y Salud y fomentar la colaboración de los mismos en la práctica y observancia de las medidas preventivas de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

- Cooperar en la realización y desarrollo de programas y campañas de Seguridad y Salud del Trabajo en la obra, de acuerdo con las orientaciones y directrices del I.N.S.H.T., y ponderar los resultados obtenidos en cada caso.
- Promover la enseñanza, divulgación y propaganda de la Seguridad y Salud mediante cursillos y conferencias al personal de la obra, bien directamente a través de instituciones oficiales o sindicales especializadas; la colocación de carteles y de avisos de seguridad, y la celebración de concursos sobre temas y cuestiones relativos a dicho orden de materias.
- Promover la concesión de recompensas al personal que se distinga por su comportamiento, sugerencias o intervención en actos meritorios, así como la imposición de sanciones a quienes incumplan normas e instrucciones sobre Seguridad y Salud de obligada observancia en el seno de la Obra.
- El Comité se reunirá, al menos, mensualmente y siempre que los convoque su Presidente por libre iniciativa o a petición fundada de tres o más de sus componentes.
- En la convocatoria se fijará el orden de asuntos a tratar en la reunión.
- El Comité por cada reunión que se celebre extenderá el acta correspondiente, de la que remitirán una copia a los Representantes de los trabajadores.
- Así mismo, enviarán mensualmente al Delegado de Trabajo una Nota Informativa sobre la labor desarrollada por los mismos.
- Las reuniones del Comité de Seguridad y Salud se celebrarán dentro de las horas de trabajo y, caso de prolongarse fuera de éstas, se abonarán sin recargo, o se retardará, si es posible, la entrada al trabajo en igual tiempo, si la prolongación ha tenido lugar durante el descanso de mediodía.

## 11.6. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Las instalaciones provisionales de obra se adaptarán en lo relativo a elementos, dimensiones y características a lo especificado en R.D. 486/97 de 14 de Julio, disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

En función del personal de oficina y taller se dispondrá de las siguientes instalaciones:

- El vestuario dispondrá de taquillas individuales con llave, asientos y calefacción.
- Los servicios higiénicos tendrán un lavabo y una ducha con agua fría y caliente por cada diez trabajadores y un W.C. por cada 25 trabajadores, disponiendo de espejos y calefacción.
- Para el servicio de limpieza de estas instalaciones higiénicas, se responsabilizará a una persona, la cual podrá alternar este trabajo con otros propios de la obra.

## 11.7. PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE Y CONDICIONES GENERALES

El Contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad y Salud adaptando este estudio a sus medios y métodos de ejecución.

Se adjuntarán las Normas Generales de Obligado Cumplimiento para todo personal de contrata dentro del recinto, comprometiéndose la contrata a cumplirlas y hacerlas cumplir a todo su personal, así como al personal de los posibles gremios o empresas subcontratados por ella; la contrata deberá informar a todo su personal de estas Normas y del presente pliego de condiciones, disponiendo en las oficinas de obra de una copia de estos documentos.

Antes de comenzar las obras, la contrata comunicará por escrito a la Dirección Facultativa el nombre del máximo responsable entre el personal que esté habitualmente en obra, quien tendrá en su poder una copia del Plan de Seguridad y Salud que se elabore.

En el Plan de Seguridad que se presente a la aprobación de la Dirección facultativa de la obra, debe incluirse específicamente un Plan de emergencia, compuesto por un folio donde se especifiquen las actuaciones que se deben realizar en caso de un accidente o incendio. Concretamente, se especificará, como mínimo:

- Nombre y número de teléfono de la entidad que cubre las contingencias de accidentes y enfermedades profesionales.
- Nombre, teléfono y dirección donde deben ir normalmente los accidentados.
- Nombre, teléfono y dirección de centros asistenciales próximos.
- Teléfono de paradas de taxis próximas.
- Teléfono de cuerpos de bomberos próximos.
- Teléfono de ambulancias próximas.

Cuando ocurra algún accidente que precise asistencia facultativa, aunque sea leve, y la asistencia médica se reduzca a una primera cura, el Jefe de obra de la contrata principal realizará una investigación del mismo y además de los trámites oficialmente establecidos, pasará un informe a la Dirección facultativa de la obra, en el que se especificará:

- Nombre del accidentado.
- Hora, día y lugar del accidente.
- Descripción del mismo.
- Causas del accidente.
- Medidas preventivas para evitar su repetición.
- Fechas toques de realización de las medidas preventivas.

Este informe se pasará a la Dirección facultativa, como muy tarde, dentro del siguiente día del accidente. La Dirección facultativa de la obra podrá aprobar el informe o exigir la adopción de medidas complementarias no indicadas en el informe.

Para cualquier modificación del Plan de Seguridad y Salud que fuera preciso realizar, será preciso recabar previamente la aprobación de la Dirección facultativa.

El responsable en obra de la contrata deberá dar una relación nominal de los operarios que han de trabajar en las obras, con objeto de que el servicio de portería y/o vigilancias extienda los oportunos permisos de entrada, que serán recogidos al finalizar la obra; para mantener actualizadas las listas del personal de la contrata, las altas y bajas deben comunicarse inmediatamente producirse.

La contrata enviará a la Dirección facultativa mensualmente fotocopia de los abonos de la Seguridad Social y antes de comenzar el trabajo, deberá presentar:

- Relación sencilla de trabajadores, mandos intermedios, jefes de equipo y empleados del contratista, que incluyan: nombre y dos apellidos, oficio, categoría, domicilio de los interesados, número de la Seguridad Social y número del D.N.I.
- Alta individual en la Seguridad Social, documento A2, para quienes aún no figuren en el último TC2 cotizado y abonado.
- Relación nominal y mensual de cotización en seguros sociales, documento TC2, último abono, en la que figuren los nombres de los trabajadores que hayan de prestar servicios activos.

El Jefe de obra suministrará las normas específicas de trabajo a cada operario de los distintos gremios, asegurándose de su comprensión y entendimiento.

Todo personal de nuevo ingreso en la contrata (aunque sea eventual) debe pasar el reconocimiento médico obligatorio antes de iniciar su trabajo; todo el personal se someterá a los reconocimientos médicos periódicos, y en caso de negativa por parte del trabajador, quedar ésta recogida y documentada.

## 12. PRESUPUESTO

El presupuesto, correspondiente a la Seguridad y Salud en el Trabajo de las obras de la SET "Cabigordo" 220/20 kV asciende a la cantidad de **DOCE MIL NOVECIENTOS DIECINUEVE EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS (12.919'85 EUR)**.

### CAPÍTULO 1: PROTECCIONES INDIVIDUALES

Nº de Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL
1.1	25	Casco de seguridad homologado	2'25	56'25
1.2	8	Gafas antipolvo y anti-impactos	10'50	84'00
1.3	25	Filtro para mascarilla antipolvo	0'75	18'75
1.4	8	Protector auditivo	15'00	120'00
1.5	16	Cinturón de seguridad	22'50	360'00
1.6	25	Mono de trabajo	16'00	400'00
1.7	25	Impermeable	15'00	375'00
1.8	25	Par de guantes de goma finos	2'25	56'25
1.9	8	Par de guantes de cuero	3'00	24'00
1.10	8	Par de guantes anticorte	4'25	34'00
1.11	8	Par guantes dieléctricos	29'15	233'20
1.12	25	Par botas impermeables	11'80	295'00
1.13	25	Par botas seguridad	23'40	585'00
1.14	8	Par botas dieléctricas	30'00	240'00
<b>TOTAL CAPÍTULO 1: OBRA CIVIL</b>				<b>2.881'45</b>

### CAPÍTULO 2: PROTECCIONES COLECTIVAS

Nº de Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL
2.1	2	Señal normalizada de Stop, incluido soporte	27'20	54'40
2.2	18	Cartel indicativo de riesgo, incluido soporte	8'60	154'80
2.3	18	Cartel indicativo de riesgo	2'40	43'20
2.4	800	Ml. cordón balizamiento reflectante	1'35	1,080'00
2.5	20	Ml. barandilla protección de huecos	6'90	138'00
2.6	25	H. Mano de obra de brigada de seguridad	8'70	217'50
2.7	5	Extintor de polvo polivalente	110'00	550'00
<b>TOTAL CAPÍTULO 2: PROTECCIONES COLECTIVAS</b>				<b>2.237'90</b>

### CAPÍTULO 3: PROTECCIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Nº de Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL
3.1	1	Instalación de puesta a tierra	360'00	360'00
3.2	1	Armario eléctrico con elementos de protección	535'00	535'00
<b>TOTAL CAPÍTULO 3: PROTECCIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>				<b>895'90</b>

### CAPÍTULO 4: INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Nº de Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL
4.1	50	m2 local para vestuarios, aseos y comedor	55'00	2.750'00
4.2	25	Taquilla metálica con llave	47'20	1.180'00
4.3	5	Banco de madera para 5 personas	15'20	76'00
4.4	2	Mesa de madera	63'00	126'00
4.5	2	Calienta comidas	126'00	252'00
4.6	1	Pileta corrida 4 grifos	133'00	133'00
4.7	3	Radiador infrarrojos	24'00	72'00
4.8	1	Inodoro instalado	145'00	145'00
4.9	2	Lavabo y ducha	264'00	528'00
4.10	1	Secador de manos aire caliente	60'00	60'00
4.11	2	Calentador de agua 50 l.	145'00	290'00
4.12	2	Recipiente recogida de basuras	19'25	38'50
4.13	2	Papelera	7'50	15'00
<b>TOTAL CAPÍTULO 4: INSTALACIONES DE HIGIENE Y...</b>				<b>5.665'50</b>

#### CAPÍTULO 5: MEDICINA PREVENTIVA Y 1<sup>OS</sup> AUXILIOS

Nº de Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL
5.1	1	Botiquín	165'00	165'00
5.2	1	Material sanitario	120'00	120'00
5.3	2	Camilla	150'00	300'00
<b>TOTAL CAPÍTULO 5: MEDICINA PREVENTIVA Y 1<sup>OS</sup> AUXILIOS</b>				<b>485'00</b>

#### CAPÍTULO 6: FORMACIÓN Y REUNIONES

Nº de Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL
6.1	6	Reunión del Comité de Seguridad y salud en el Trabajo	85'00	510'00
6.2	120	H. formación de Seguridad y Salud en el Trabajo	20'00	240'00
<b>TOTAL CAPÍTULO 6: FORMACIÓN Y REUNIONES</b>				<b>750'00</b>

#### PRESUPUESTO

Nº de Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL
1		PROTECCIONES INDIVIDUALES	2.881'45	2.881'45
2		PROTECCIONES COLECTIVAS	2.237'90	2.237'90
3		PROTECCIÓN INSTALACIONES ELÉCTRICAS	900'00	900'00
4		INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	5.665'50	5.665'50
5		MEDICINA PREVENTIVA Y 10S AUXILIOS	485'00	485'00
6		FORMACIÓN Y REUNIONES	750'00	750'00
<b>TOTAL PRESUPUESTO:</b>				<b>12.919'85</b>



SET "CABIGORDO" 22020411  
TÉRMINO MUNICIPAL DE CEDRILLAS (TERUEL)



## 13. PLANOS

Como información adicional, se adjuntan una serie de croquis tipo, referentes a los comentarios realizados en el presente estudio.

### 13.1. ORDENACIÓN GENERAL DE LA OBRA. DIRECCIONES Y TELÉFONOS

## NORMAS A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTES

LEVES

GRAVES

## TELÉFONOS DE URGENCIA:

HOSPITAL \_\_\_\_\_

DELEGACIÓN \_\_\_\_\_

SERVICIO MÉDICO \_\_\_\_\_

JEFE DE OBRA \_\_\_\_\_

POLICÍA \_\_\_\_\_

JEFE ADMTVO \_\_\_\_\_

BOMBEROS \_\_\_\_\_

TAXI \_\_\_\_\_

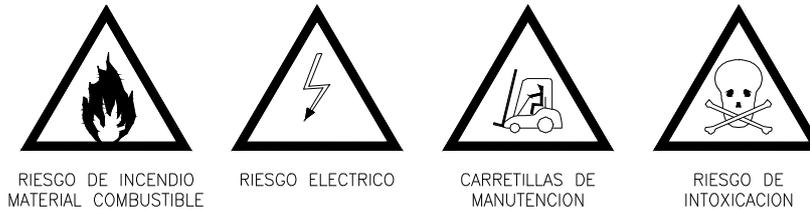
AMBULANCIA \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## 13.2. SEÑALIZACIÓN (I)

### SEÑALES DE ADVERTENCIA

(Pictograma negro sobre fondo amarillo, bordes negros)



### SEÑALES DE PROHIBICIÓN

(Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y bandas rojos)



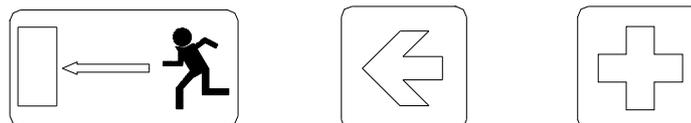
### SEÑALES DE OBLIGACIÓN

(Pictograma blanco sobre fondo azul)



### SEÑALES DE SALVAMENTO O SOCORRO

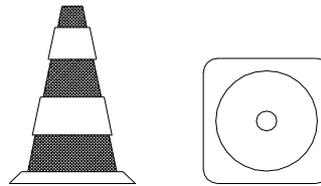
(Pictograma blanco sobre fondo verde)



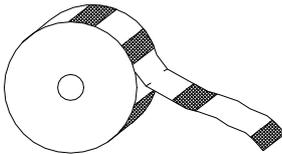
### 13.3. SEÑALIZACIÓN (II)



PANELES DIRECCIONALES  
PARA OBRAS Y CURVAS



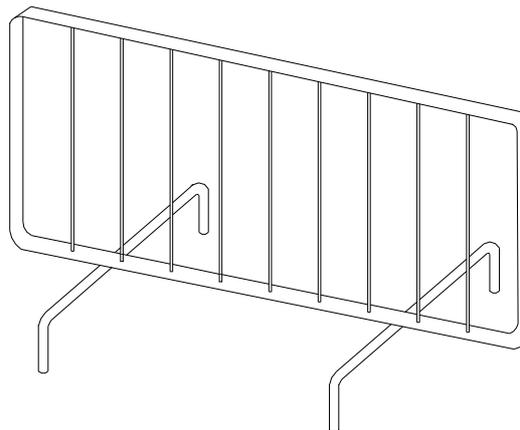
CONO



CINTA BALIZAMIENTO

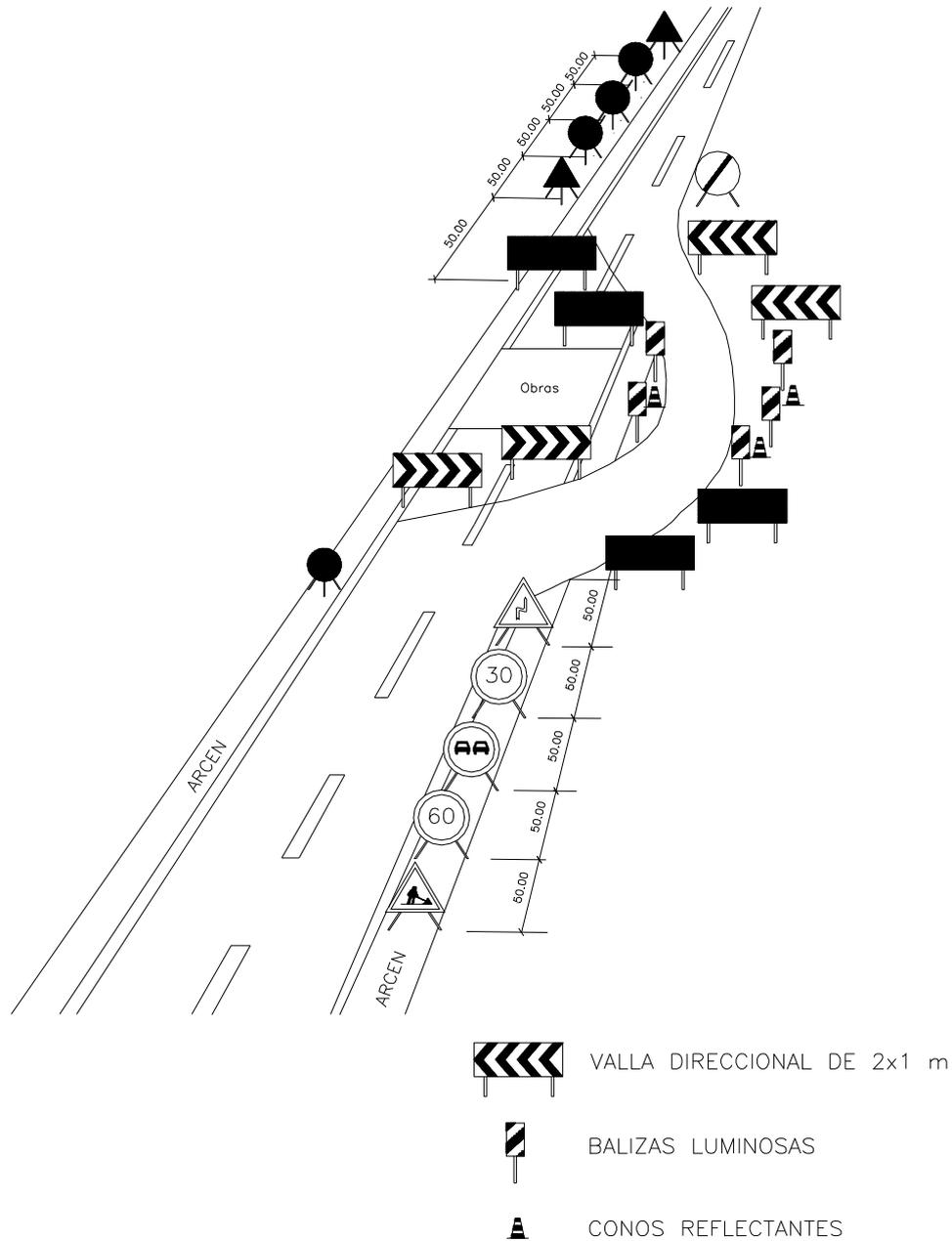


CORDON BALIZAMIENTO

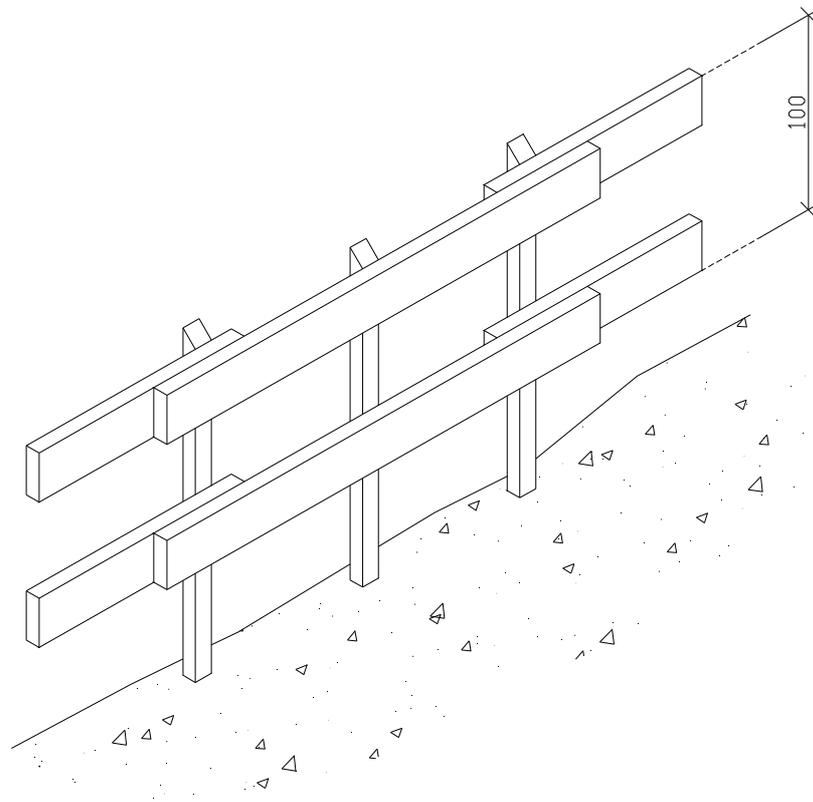


VALLA DESVIO TRAFICO

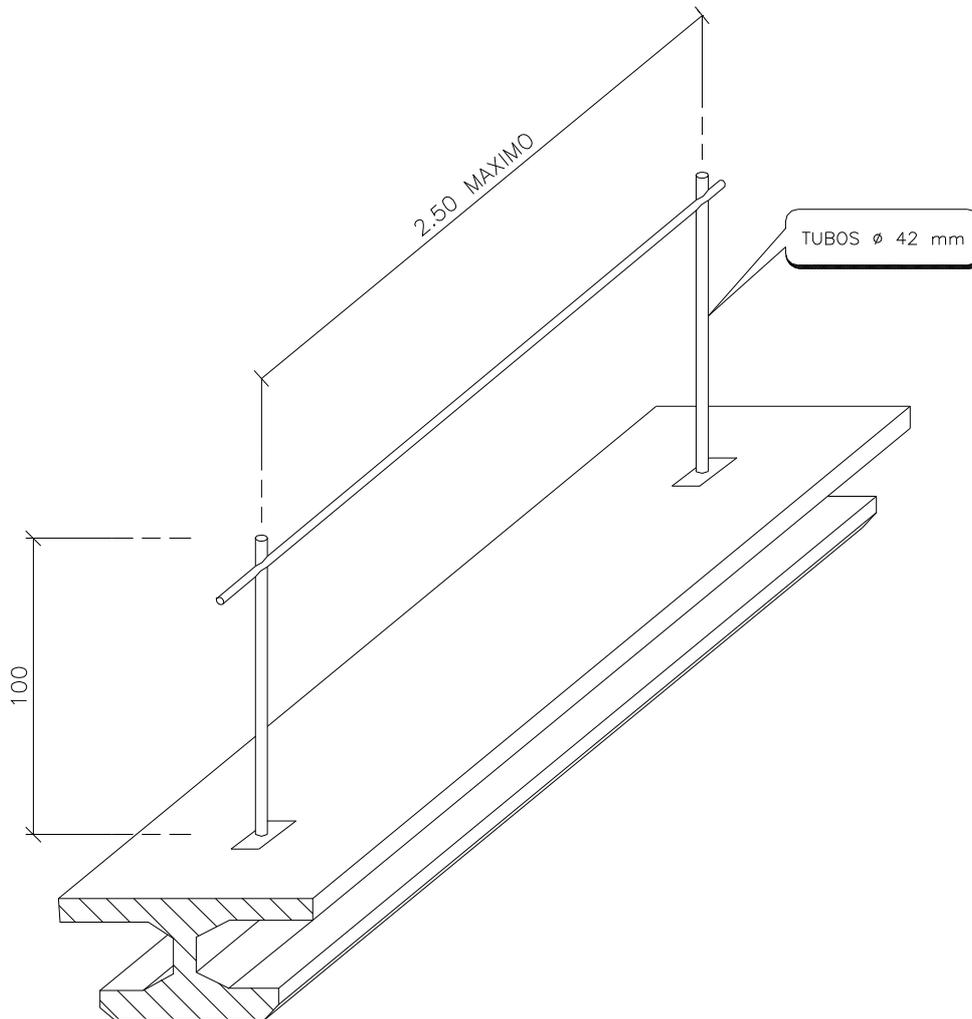
### 13.4. BALIZAMIENTO EN CORTES DE CARRETERA CON DESVÍO



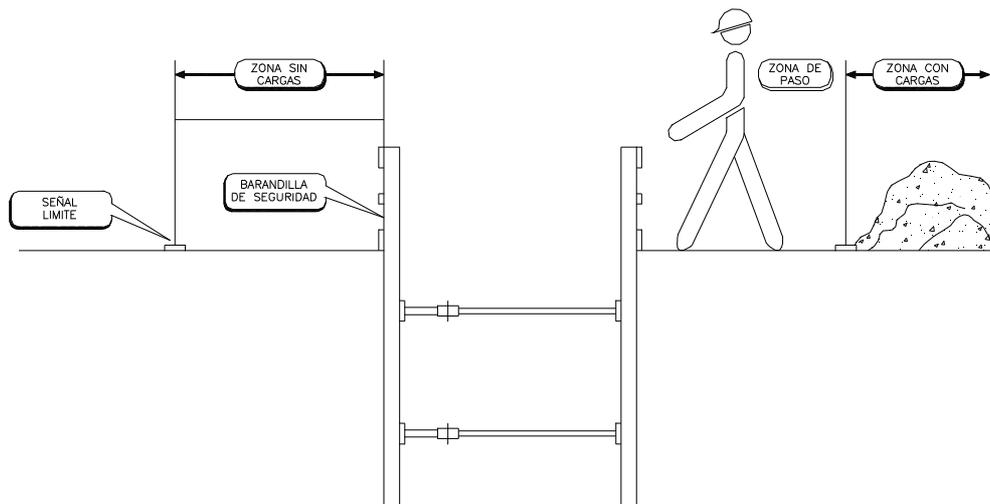
### 13.5. BARANDILLA DE PROTECCIÓN



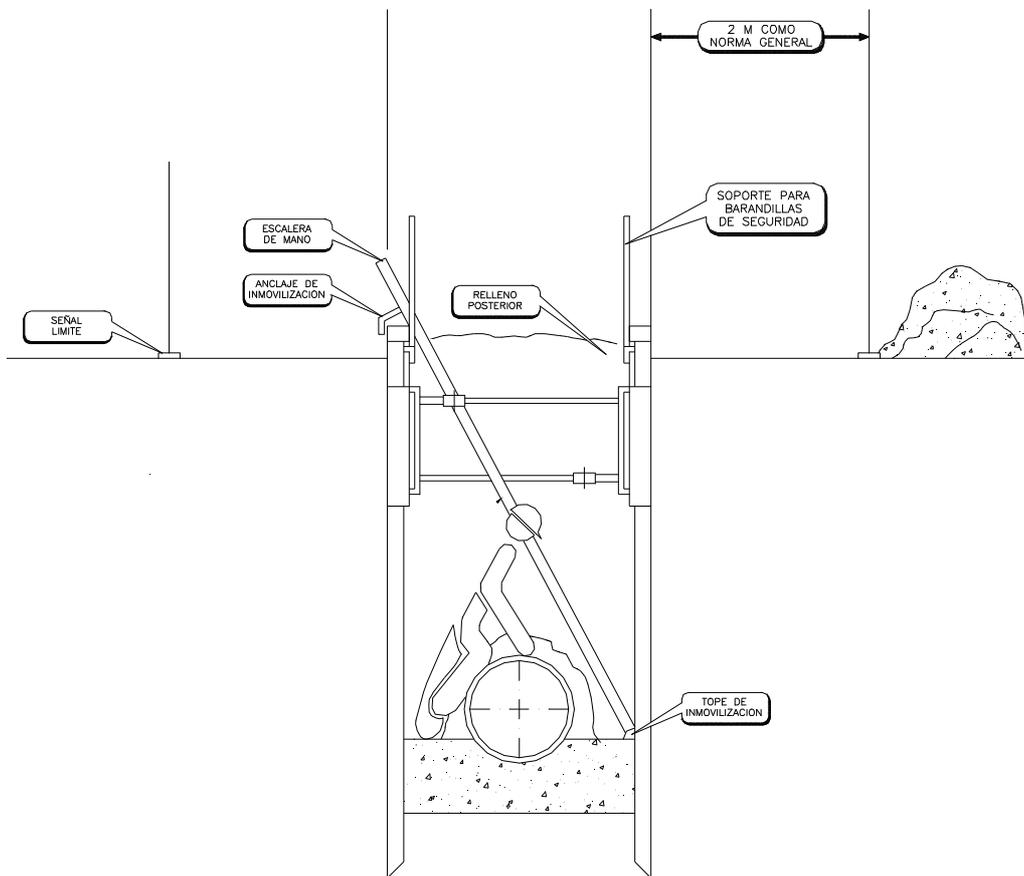
### 13.6. LÍNEA DE ANCLAJE DE CINTURONES DE SEGURIDAD PARA TRABAJAR SOBRE VIGAS DE PUENTES



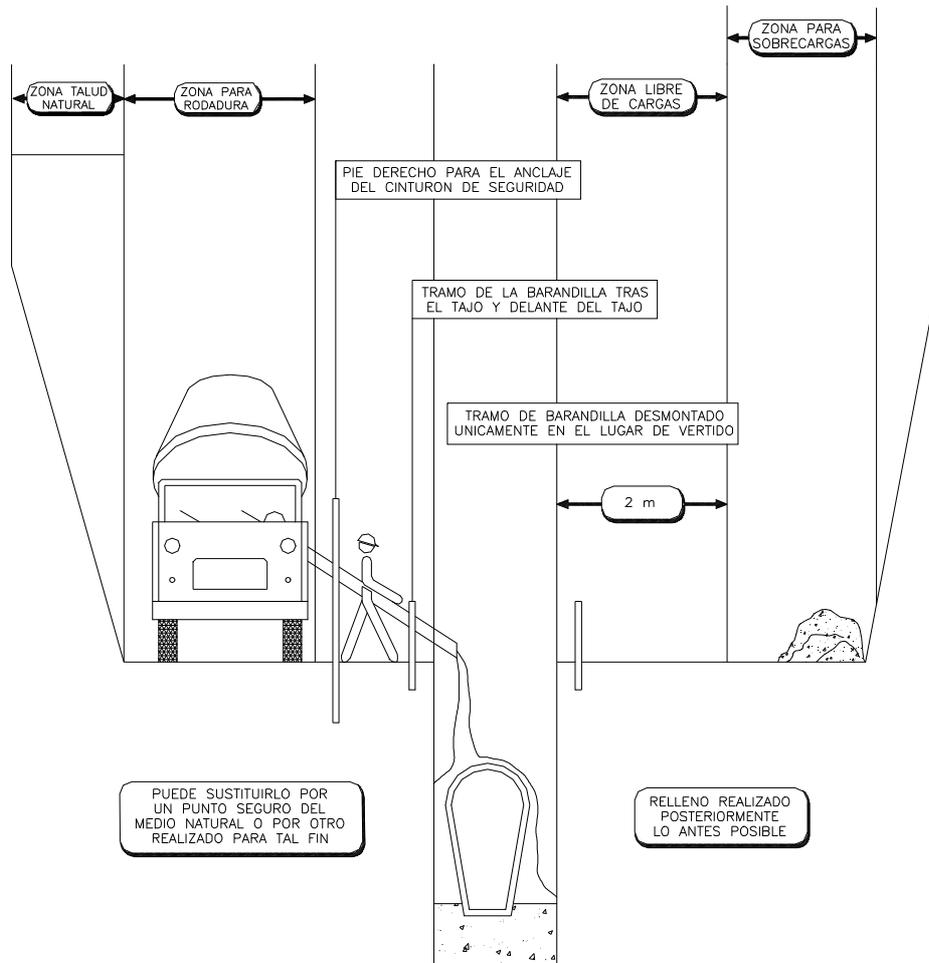
### 13.7. PROTECCIÓN EN EXCAVACIONES (I)



### 13.8. PROTECCIÓN EN EXCAVACIONES (II)



### 13.9. PROTECCIÓN EN EXCAVACIONES (III)

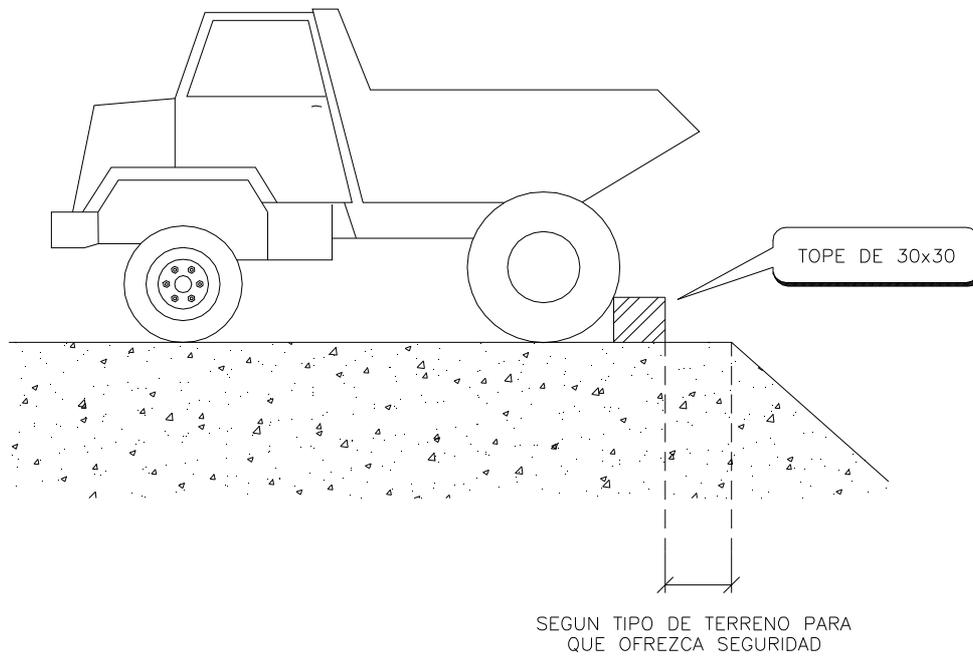
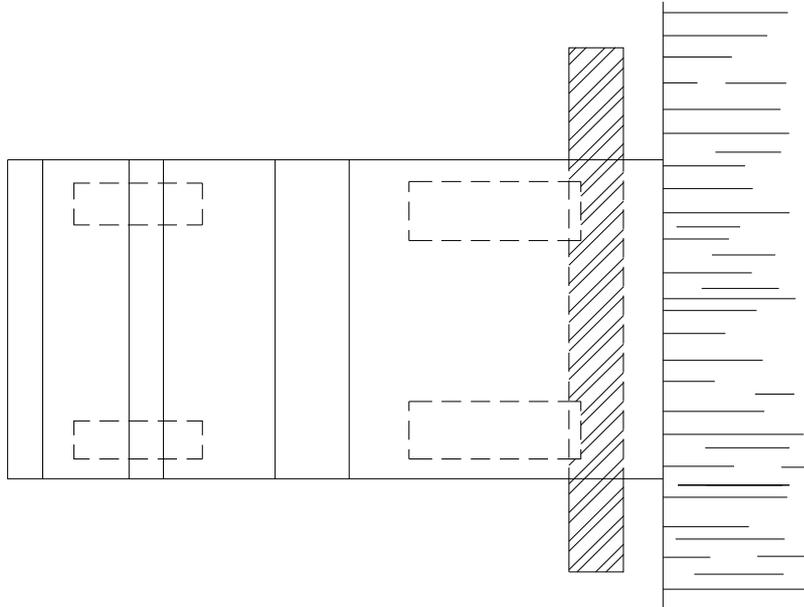


MIENTRAS SE REALIZA EL HOMIGONADO POR DETRAS DEL TAJO, SE PROCÉDE TRÁS EL FRAGUADO AL CIERRE DE LA ZANJA.

TRAMO ABIERTO. EL ESTRICTO NECESARIO PARA INSTALAR UN TRAMO DE TUBERIA Y HORMIGONAR EL TRAMO ANTERIOR.

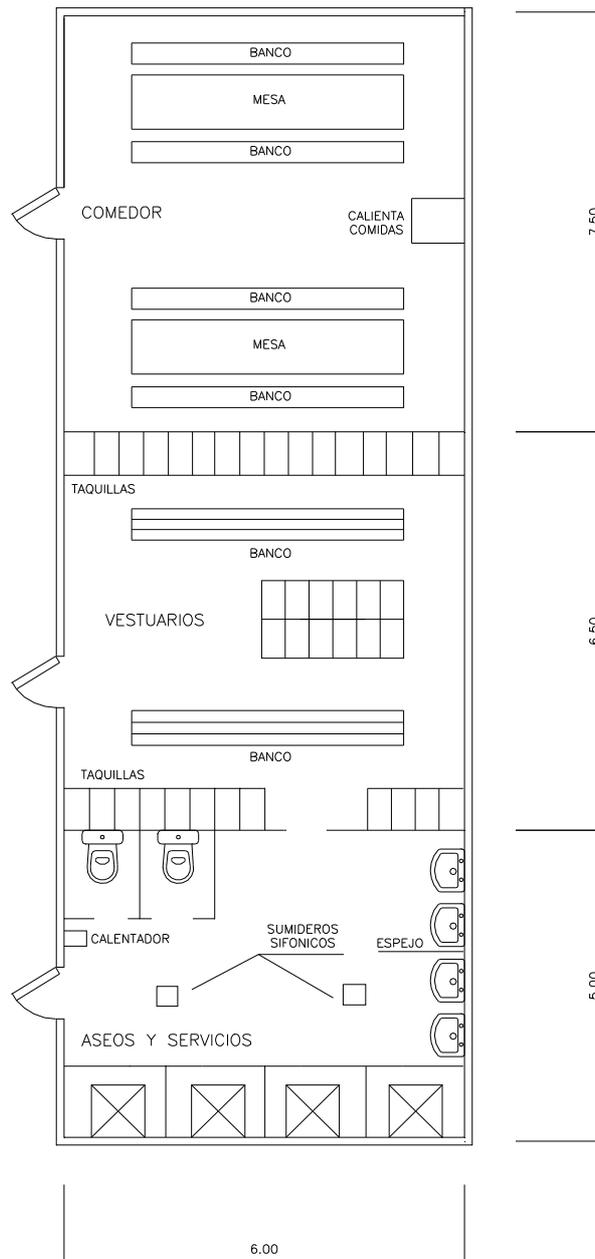
CUANTO MENOR TIEMPO PERMANEZCA ABIERTA LA ZANJA, MAYOR SEGURIDAD. PESE A ELLO, PUEDE NECESITAR ENTIBACION

### 13.10. TOPE DE RETROCESO PARA VERTIDOS DE TIERRA



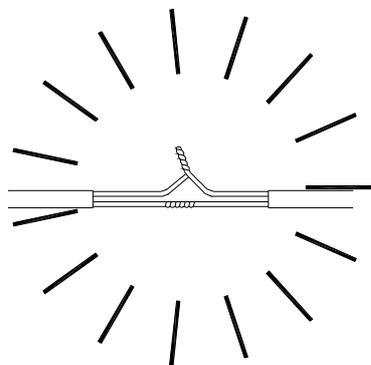
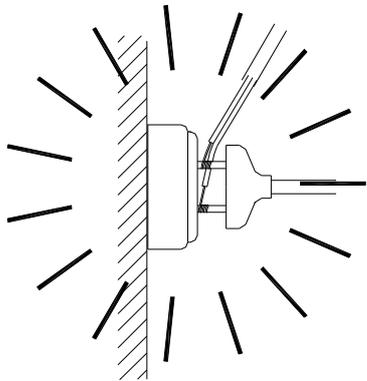
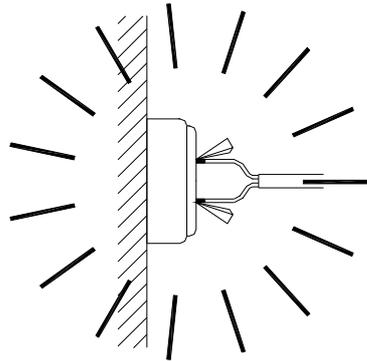
### 13.11. MODELO DE INSTALACIÓN PARA COMEDOR, VESTUARIOS Y SERVICIOS HIGIÉNICOS DE OBRA.

(Máximo de trabajadores previstos 40)

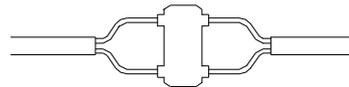
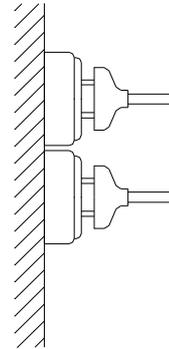
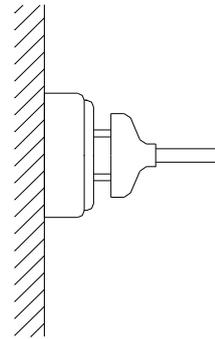


### 13.12. PROTECCIONES ELÉCTRICAS

INCORRECTO



CORRECTO



## Estudio de Seguridad y Salud. Proyecto de Ejecución

### SET "Cabigordo" 220/20 kV

Firmado:

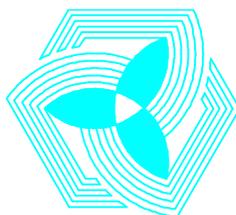


**Javier del Pico Aznar**

Ingeniero Industrial / Colegiado Nº 1.717

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

Zaragoza, septiembre de 2024



**MOLINOS  
DEL EBRO**

*Proyecto de Ejecución*

# ***VI. Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición***

**SET “Cabigordo” 220/20 kV**

**Término Municipal de Cedrillas (Teruel)**

## 1. OBJETO

El presente "Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición" se redacta como anexo al Proyecto de Ejecución de la SET "Cabigordo" 220/20 kV, con objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

Su objeto es servir de referencia para que el Constructor redacte y presente a MOLINOS DEL EBRO S.A., como Titular y Promotor de las Obras, un Plan de Gestión de Residuos en el que se detalle la forma en que la empresa constructora llevará a cabo las obligaciones que le incumben en relación con los residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra, en cumplimiento del Artículo 5 del citado Real Decreto.

Dicho Plan de Gestión de Residuos, una vez aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por MOLINOS DEL EBRO S.A., pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

El Promotor es el "Productor de los residuos de construcción y demolición", por ser la persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en la obra de construcción o demolición; además de ser la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de la obra de construcción o demolición. También por ser la persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.

Está obligado a disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el real decreto 105/2008 y, en particular, en el estudio de gestión de residuos de la obra o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

El contratista principal es el "Poseedor de los residuos de construcción y demolición", por ser la persona física o jurídica que tiene en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostenta la condición de gestor de residuos. Tienen la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecuta la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. No tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.

Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en el presente Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.

El plan, una vez aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra. El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de Residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos

publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos.

En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en la Ley 22/2011, de 28 de julio.

El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

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: 80'00 tn.
- Ladrillos, tejas, cerámicos: 40'00 tn.
- Metal: 2'00 tn.
- Madera: 1'00 tn.
- Vidrio: 1'00 tn.
- Plástico: 0'50 tn.
- Papel y cartón: 0'50 tn.

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 la documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

### 3. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS GENERADOS

En las siguientes tablas se indican las cantidades de residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra. Los residuos están codificados con arreglo a la lista europea de residuos (LER) publicada por la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero.

Los tipos de residuos considerados corresponden a los siguientes capítulos de la citada Lista Europea:

- Capítulo 13 Residuos de aceites y de combustibles líquidos.
- Capítulo 15 Residuos de envases: absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección no especificados en otra categoría.
- Capítulo 17 Residuos de la construcción y demolición.

También se incluye un epígrafe relativo a la basura doméstica generada por los operarios de la obra.

Código	Residuos de construcción y demolición (i)	Peso (t)	Vol. (m <sup>3</sup> )
<b>De naturaleza pétreo</b>			
17 01 01	Hormigón	12,1	7,1
17 01 02	Ladrillos	0,4	0,5
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	0,3	0,375
<b>De naturaleza no pétreo</b>			
15 01 01	Envases de papel y cartón	0,5	0,5
17 02 01	Madera	6,3	10,5
17 02 03	Plástico	2,4	2,6
17 04 01	Cobre, Bronce, Latón	0,075	0,045
17 04 02	Aluminio	0,13	0,08
17 04 05	Hierro y acero	2,03	1,35
17 04 07	Metales mezclados	1,49	1,35
17 08 02	Materiales de construcción a base de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01	1,1	0,75
<b>Basura doméstica</b>			
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	0,68	0,9

Código	Residuos de construcción y demolición (ii)	Peso (t)	Vol. (m <sup>3</sup> )
<b>Potencialmente peligrosos</b>			
08 01 11	Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas	0,38	0,375
13 01 10	Aceites minerales no clorados	0,14	0,15
13 01 11	Aceites sintéticos	0,14	0,15
15 01 10	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ella	0,6	0,98
15 01 11	Envases metálicos, incluidos los recipientes a presión vacíos.	0,27	0,3
15 02 02	Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas contaminadas.	1,82	2
16 06 02	Acumuladores de Ni-Cd	0,075	0,038
16 06 04	Pilas alcalinas	0,038	0,02
17 01 06	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas	1,1	0,75
17 02 04	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	0,68	0,75
17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	1,35	1,5
17 05 03	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas	1,1	0,75

## 4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS

De manera general, con vistas a reducir los residuos generados:

- El acopio de los materiales se realizará de forma ordenada, controlando en todo momento la disponibilidad de los mismos y evitando desperfectos por golpes, derribos...
- De manera previa a su montaje, el equipamiento se almacenará en su embalaje original, en zonas delimitadas para las que esté prohibida la circulación de vehículos.
- Una vez retirados los embalajes originales, éstos serán asegurados inmediatamente para prevenir su arrastre por el viento o vehículos.
- Los productos líquidos en uso se dispondrán en zonas con poco tránsito para evitar el derrame por vuelco de los envases.

Conforme reflejado en las tablas anteriores, la mayor parte de los residuos que se generarán en la obra son de naturaleza no peligrosa. Entre ellos predominan los residuos precedentes de:

- limpieza de las cubas de hormigón para las zapatas.
- residuos procedentes de las modificaciones en la subestación eléctrica.
- restos de embalaje de los equipos que componen la subestación eléctrica.

Para este tipo de residuos no se prevé ninguna medida específica de prevención más allá de las que implica un manejo cuidadoso.

No se prevén residuos de tierra y piedras de la excavación de las cimentaciones, ya que los sobrantes procedentes de dichas operaciones serán utilizados para los siguientes fines:

- Reparación de caminos de acceso en caso de ser dañados por los transportes.
- Mejora de la plataforma de la subestación.

Con respecto a las moderadas cantidades de residuos contaminantes o peligrosos procedentes de restos de materiales o productos industrializados, así como los envases desechados de productos contaminantes o peligrosos, se tratarán con precaución y preferiblemente se retirarán de la obra a medida que su contenido haya sido utilizado.

En este sentido, el Constructor se encargará de hacer un inventario de estos residuos y almacenarlos separadamente hasta su entrega al "gestor de residuos" correspondiente y, en su caso, especificará en los contratos con los subcontratistas la obligación que éstos contraen de retirar de la obra todos los residuos y envases generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior.

## 5. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

### 5.1. GESTIÓN DE RESIDUOS

En las tablas siguientes se indican los tipos de residuos que serán objeto de entrega a un gestor de residuos, con indicación del tratamiento y el destino.

Código	Residuos a entregar a gestor (i)	Tratamiento	Destino
17 01 01	Hormigón	Depósito / Tratamiento	Planta de reciclaje RCD
17 01 02	Ladrillos	Depósito / Tratamiento	Planta de reciclaje RCD
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	Depósito / Tratamiento	Planta de reciclaje RCD
15 01 01	Envases de papel y cartón	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
17 02 01	Madera	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
17 02 03	Plástico	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
17 04 01	Cobre, Bronce, Latón	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
17 04 02	Aluminio	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
17 04 05	Hierro y acero	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
17 04 07	Metales mezclados	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
17 08 02	Materiales de construcción a base de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01	Depósito / Tratamiento	Planta de reciclaje RCD
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Contenedores municipales	
RCD: Residuos de la construcción y demolición			
RNPs: Residuos no peligrosos			
La basura doméstica generada por los operarios de la obra se llevará diariamente a los contenedores municipales.			

Código	Residuos a entregar a gestor (ii)	Tratamiento	Destino
08 01 11	Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs
13 01 10	Aceites minerales no clorados	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs
13 01 11	Aceites sintéticos	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs
15 01 10	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ella	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs
15 01 11	Envases metálicos, incluidos los recipientes a presión vacíos.	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs
15 02 02	Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas contaminadas.	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs
16 06 02	Acumuladores de Ni-Cd	Tratamiento / Reciclaje	Gestor autorizado RPs
16 06 04	Pilas alcalinas	Tratamiento / Reciclaje	Gestor autorizado RPs
17 01 06	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs
17 02 04	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs
17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	Tratamiento / Reciclaje	Gestor autorizado RPs
17 05 03	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs
RPs: Residuos peligrosos			

## 5.2. ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS EN OBRA

Se expone a continuación el modo de almacenamiento de los residuos en obra hasta su retirada, con relación de su poder contaminante para su correcta gestión en obra.

Los residuos se generarán y almacenarán correctamente y en ningún caso se mezclarán para no dificultar su gestión ni aumentar la peligrosidad de los mismos. Los recipientes contenedores de los mismos se etiquetarán y envasarán adecuadamente.

Código	Residuos a entregar a gestor (i)	Almacenamiento en obra	Poder contaminante
17 01 01	Hormigón	Contenedor	Residuo Inerte - Bajo
17 01 02	Ladrillos	Contenedor	Residuo Inerte - Bajo
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	Contenedor	Residuo Inerte - Bajo
15 01 01	Envases de papel y cartón	Contenedor	Residuo Inerte - Bajo
17 02 01	Madera	Acopio	Residuo Inerte - Bajo
17 02 03	Plástico	Contenedor	Residuo Inerte - Bajo
17 04 01	Cobre, Bronce, Latón	Contenedor	Residuo Inerte - Bajo
17 04 02	Aluminio	Contenedor	Residuo Inerte - Bajo
17 04 05	Hierro y acero	Contenedor	Residuo Inerte - Bajo
17 04 07	Metales mezclados	Contenedor	Residuo Inerte - Bajo
17 08 02	Materiales de construcción a base de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01	Contenedor	Residuo Inerte - Bajo
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Contenedores municipales	
La basura doméstica generada por los operarios de la obra se llevará diariamente a los contenedores municipales.			

Código	Residuos a entregar a gestor (ii)	Almacenamiento en obra	Poder contaminante
08 01 11	Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas	Contenedor 1 m <sup>3</sup>	Agresivo - Alto
13 01 10	Aceites minerales no clorados	Bidón 200 litros	Agresivo - Alto
13 01 11	Aceites sintéticos	Bidón 200 litros	Agresivo - Alto
15 01 10	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ella	Bidón 200 litros	Agresivo - Alto
15 01 11	Envases metálicos, incluidos los recipientes a presión vacíos.	Bidón 200 litros	Agresivo - Alto
15 02 02	Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas contaminadas.	Bidón 200 litros	Agresivo - Alto
16 06 02	Acumuladores de Ni-Cd	Contenedor 1 m <sup>3</sup>	Agresivo - Alto
16 06 04	Pilas alcalinas	Contenedor 10 litros	Agresivo - Alto
17 01 06	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas	Contenedor 1 m <sup>3</sup>	Agresivo - Alto
17 02 04	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	Contenedor 1 m <sup>3</sup>	Agresivo - Alto
17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	Contenedor	Agresivo - Alto
17 05 03	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas	Contenedor 1 m <sup>3</sup>	Agresivo - Alto

### 5.3. REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS

Los sobrantes de tierra y piedras procedentes de la excavación de las cimentaciones de aerogeneradores y edificio de subestación eléctrica serán objeto de reutilización dentro de la obra para los siguientes fines:

- Reparación de caminos de acceso en caso de ser dañados por los transportes.
- Mejora de la plataforma de la subestación.

### 5.4. VALORIZACIÓN DE RESIDUOS

En el ámbito de la obra, no se prevé ninguna operación de valorización de residuos generados.

### 5.5. ELIMINACIÓN DE RESIDUOS MEDIANTE DEPÓSITO EN VERTEDERO

No se realizará depósito en vertedero de residuos de construcción o demolición que no hayan sido sometidos a tratamiento previo.

## 6. MEDIDAS DE SEPARACIÓN DE RESIDUOS EN OBRA

Dado que las cantidades de residuos de construcción y demolición estimadas para la obra objeto del presente proyecto son superiores a las asignadas a las fracciones indicadas en el punto 5 del artículo 5 del RD 105/2008, será obligatorio separar los residuos por fracciones.

No obstante, los residuos que superan las fracciones indicadas serán retiradas cada vez que el contenedor instalado a tal efecto este lleno sin esperar a llevárselos de una sola vez en la etapa final de la ejecución del proyecto.

## 7. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

- Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar, por parte del contratista, la realización de una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación. Y también, considerar las posibilidades reales de llevarla a cabo: que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.
- En la contratación de la gestión de los RCDs se deberá asegurar que los destinos finales (Planta de reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de reciclaje de plásticos y/o madera...) sean centros autorizados. Así mismo el Constructor deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un control documental, de modo que los transportistas y los gestores de RCDs deberán aportar los albaranes de cada retirada y entrega en destino final.
- Se deberá aportar evidencia documental del destino final para aquellos RCDs (tierras, pétreos...) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración.
- Los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas...) serán gestionados de acuerdo con los preceptos marcados por la legislación vigente y las autoridades municipales.

## 8. PRESUPUESTO

A continuación, se muestra el capítulo presupuestario correspondiente a la Gestión de los Residuos de la Obra.

<b>Residuos de construcción y demolición</b>	<b>Vol. (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Gestión (€/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Importe €</b>
Hormigón	Vol. (m <sup>3</sup> )	Gestión (€/m <sup>3</sup> )	Importe €
Ladrillos	7,1	125,00	888
Tejas y materiales cerámicos	0,5	125,00	63
Envases de papel y cartón	0,375	125,00	47
Madera	0,5	125,00	63
Plástico	8,5	125,00	1.063
Cobre, Bronce, Latón	2,6	135,00	351
Aluminio	0,045	0,00	0
Hierro y acero	0,08	0,00	0
Metales mezclados	1,35	0,00	0
Materiales de construcción a base de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01	1,35	0,00	0
Mezcla de residuos municipales	0,75	600,00	450
Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas	0,9	0,00	0
Aceites minerales no clorados	0,38	300,00	114
Aceites sintéticos	0,15	1000,00	150
Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ella	0,15	1000,00	150
Envases metálicos, incluidos los recipientes a presión vacíos.	0,98	300,00	294
Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas contaminadas.	0,3	350,00	105
Acumuladores de Ni-Cd	1	300,00	300
Pilas alcalinas	0,038	4210,53	160
Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas	0,019	8421,05	160
Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	0,75	285,33	214
Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	0,75	285,33	214
Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas	1,5	0,00	0
<b>Presupuesto total previsto gestión de residuos (€)</b>			<b>4.998</b>

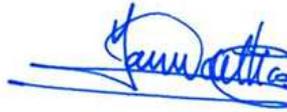
Respecto a los precios cabe indicar lo siguiente:

- Los residuos metálicos son recogidos a coste cero.
- Los residuos de aceite se recogen a coste 0, pero si son pequeñas cantidades y se encuentran en emplazamientos en fase de construcción será necesario sufragar el coste de transporte.

El presupuesto anterior corresponde a los precios de gestión de los residuos acorde al estudio realizado, no obstante, y tal como se prevé en el Artículo 5 del RD 105/2008, el CONTRATISTA al desarrollar el Plan de ejecución de residuos de construcción y demolición, deberá verificar tanto la cantidad como los precios de contratación de la gestión de los residuos.

**Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.  
Proyecto de Ejecución  
SET "Cabigordo" 220/20 kV**

Firmado:



**Javier del Pico Aznar**

Ingeniero Industrial / Colegiado Nº 1.717

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

Zaragoza, septiembre de 2024