



# HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICAS



## Instituciones

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

## Ingenieros

Nombre:  
Colegio:  
Número colegiado/a:  
Firma colegiado/a:

Nombre:  
Colegio:  
Número colegiado/a:  
Firma colegiado/a:

Nombre:  
Colegio:  
Número colegiado/a:  
Firma colegiado/a:

Nombre:  
Colegio:  
Número colegiado/a:  
Firma colegiado/a:

Nombre:  
Colegio:  
Número colegiado/a:  
Firma colegiado/a:

Nombre:  
Colegio:  
Número colegiado/a:  
Firma colegiado/a:



---

# **PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV**

Término Municipal de Belchite (Provincia de Zaragoza)

---



***En Zaragoza, mayo de 2021***



## **ÍNDICE GENERAL**

- DOCUMENTO Nº1: MEMORIA
  - ANEXO 1: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS
  - ANEXO 2: LÍMITES DE LA SUBESTACIÓN
  - ANEXO 3: CÁLCULOS ELÉCTRICOS
  - ANEXO 4: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS
  - ANEXO 5: ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS
- DOCUMENTO Nº2: PRESUPUESTO
- DOCUMENTO Nº3: PLANOS
- DOCUMENTO Nº4: PLIEGO DE CONDICIONES
- DOCUMENTO Nº5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



---

# PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO

## SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV

### DOCUMENTO 1: MEMORIA

Término Municipal de Belchite (provincia de Zaragoza)

---



*En Zaragoza, mayo 2021*





## ÍNDICE

1	ANTECEDENTES.....	3
2	OBJETO Y ALCANCE.....	4
3	DATOS DEL PROMOTOR .....	6
4	NORMATIVA DE APLICACIÓN .....	7
4.1	INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	7
4.2	OBRA CIVIL .....	8
4.3	SEGURIDAD Y SALUD.....	8
4.4	NORMATIVA AMBIENTAL.....	9
4.5	NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO .....	9
5	UBICACIÓN Y ACCESO .....	10
5.1	UBICACIÓN .....	10
5.2	ACCESO .....	10
6	INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA .....	12
6.1	DESCRIPCIÓN GENERAL .....	12
6.2	PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO DE LA SET .....	12
6.3	SISTEMA DE 220 kV .....	12
6.4	SISTEMA DE 30 kV .....	20
6.5	SERVICIOS AUXILIARES.....	25
6.6	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	26
7	SISTEMA DE PROTECCIÓN Y CONTROL.....	28
7.1	TECNOLOGÍA .....	28
7.2	FUNCIONES PRINCIPALES DE LA UCS .....	28
7.3	FUNCIONES PRINCIPALES DE LA UCP .....	28
7.4	PROTECCIONES .....	29

PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO  
SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV  
01. Memoria



7.5	EQUIPOS DE MEDIDA.....	32
8	OBRA CIVIL.....	33
8.1	EDIFICIO .....	33
8.2	PARQUE INTEMPERIE.....	36
8.3	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	37
9	INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS.....	40
9.1	ALUMBRADO.....	40
9.2	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....	41
9.3	SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN FORZADA .....	42
9.4	SISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSOS .....	42
10	LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS .....	44
11	PLANIFICACIÓN.....	45
12	CONCLUSIÓN .....	46



## 1 ANTECEDENTES

La sociedad "RENOVABLES DEL RASO, S.L." es la promotora de SET "Almazara" 220 / 30 kV en el Término Municipal de Belchite, en la provincia de Zaragoza.

Con fecha de 26 de noviembre de 2020, se visó el proyecto administrativo SET "Almazara", suscrito por D. Pedro Machín Iturria, colegiado 2.474 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja, con número de visado VD03994-20A.

En dicho proyecto, la SET "Almazara" tenía como finalidad evacuar la energía producida por las siguientes plantas eólicas:

- PE "Arbequina", 50 MW. Su titular es ALMALEL SOLAR, S.L.
- PFV "San Miguel E", 23,18 MW / 30 MWp. Su titular es ENERGÍAS RENOVABLES DE JANO, S.L.
- PE "Bonastre 1", 49,5 MW. Su titular es ENERGÍA INAGOTABLE DE ALGEDI, S.L.
- PE "Bonastre 2", 49,5 MW. Su titular es ENERGÍA INAGOTABLE DE ALDEBARÁN, S.L.
- PE "Bonastre 3", 49,5 MW. Su titular es ENERGÍA INAGOTABLE DE ALQUARIUS, S.L.
- PE "Bonastre 4", 49,5 MW. Su titular es RENOVABLES CARASOLES, S.L.
- PE "Sikitita", 50 MW. Su titular es RENOVABLES DEL RASO, S.L.

Finalmente, los promotores de los parques eólicos "Bonastre 1", "Bonastre 2", "Bonastre 3", "Bonastre 4" y del parque fotovoltaico "San Miguel E" han decidido recoger la energía generada por todos ellos en la SET "Bonastre" y mediante una Línea Aérea AT en 220kV transportarla hasta barras de la SET "Arbequina". Desde esta SET y mediante la LAT 220 kV llegará a barras de la SET "Almazara".

Tras esta modificación, en barras de 30 kV la SET "Almazara" sólo se recibirá la energía generada por el PE "Sikitita".

De forma adicional, se ha constatado que se proyecta un parque fotovoltaico en las inmediaciones de la ubicación propuesta para la subestación. Para evitar interferencias entre las instalaciones, se plantea el desplazamiento de la subestación a una nueva ubicación cercana a la propuesta en el proyecto inicial.

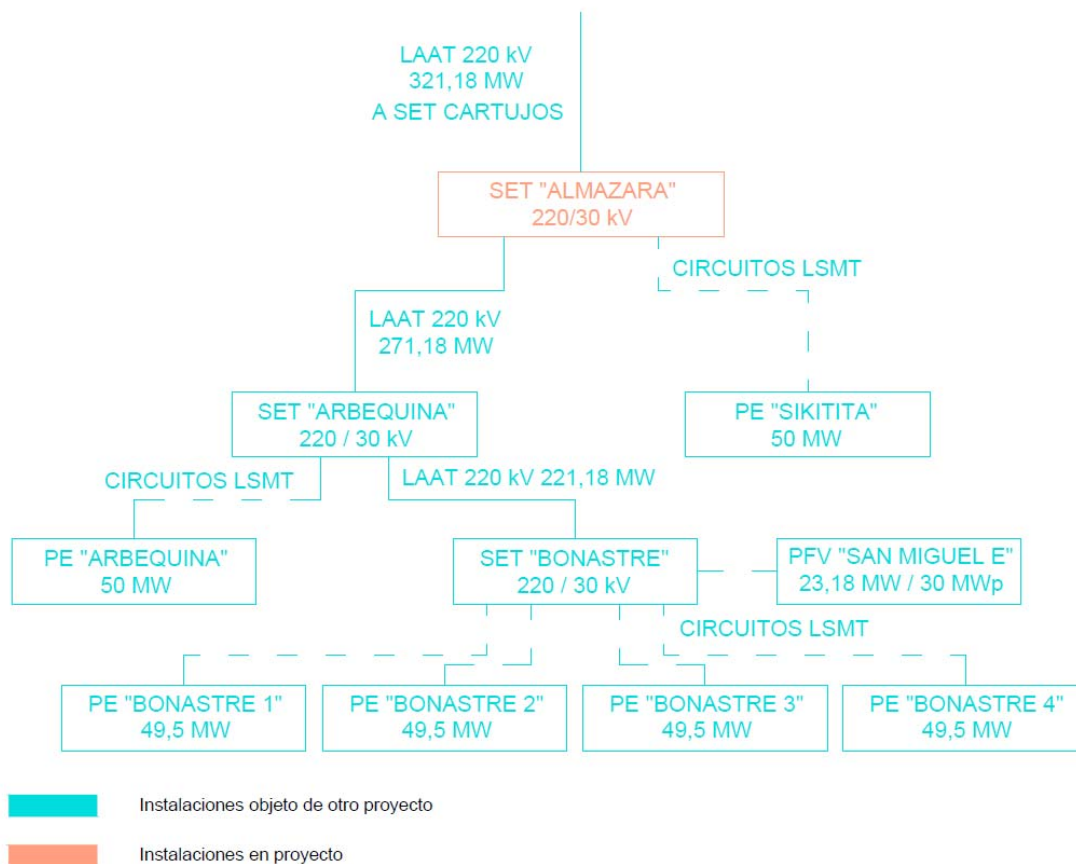


## 2 OBJETO Y ALCANCE

El objeto del presente proyecto modificado es la descripción del rediseño de la SET "Almazara", necesario para la evacuación de la energía generada por los siguientes parques:

- PE "Arbequina", 50 MW. Su titular es ALMALEL SOLAR, S.L.
- PFV "San Miguel E", 23,18 MW / 30 MWp. Su titular es ENERGÍAS RENOVABLES DE JANO, S.L.
- PE "Bonastre 1", 49,5 MW. Su titular es ENERGÍA INAGOTABLE DE ALGEDI, S.L.
- PE "Bonastre 2", 49,5 MW. Su titular es ENERGÍA INAGOTABLE DE ALDEBARÁN, S.L.
- PE "Bonastre 3", 49,5 MW. Su titular es ENERGÍA INAGOTABLE DE ALQUARIUS, S.L.
- PE "Bonastre 4", 49,5 MW. Su titular es RENOVABLES CARASOLES, S.L.
- PE "Sikitita", 50 MW. Su titular es RENOVABLES DEL RASO, S.L.

A continuación se incluye un esquema de las instalaciones en anteproyecto:



**PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO**  
**SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV**  
**01. Memoria**



En el presente documento se establecen las características a las que habrá de ajustarse SET "Almazara", siempre de acuerdo con lo prescrito en la normativa aplicable vigente, y con él se pretende obtener la Autorización Administrativa previa, precisa para las posteriores Autorización Administrativa de construcción y Autorización de explotación.

Se pretende describir el conjunto de infraestructuras eléctricas, así como características técnicas esenciales a las que la subestación habrá de ajustarse. Para ello se detalla el sistema de 220 kV, el sistema de 30 kV y el sistema de puesta a tierra.

El presente Proyecto Modificado está compuesto por los siguientes documentos: Memoria, Anexos (Cálculos justificativos, Relación de Bienes y Derechos Afectados, coordenadas de los límites de la subestación, Gestión de Residuos), Presupuesto, Planos, Pliego de Condiciones, y Estudio de Seguridad y Salud.



### 3 DATOS DEL PROMOTOR

Los datos de la empresa promotora de la SET "Almazara" son los siguientes:

- Titular: **RENOVABLES DEL RASO, S.L.**
- CIF: B-99.542.300
- Domicilio a efectos de notificaciones: C/ Argualas nº40, 1ª planta, D, CP 50.012 Zaragoza.
- Correo electrónico: info@atalaya.eu



## 4 NORMATIVA DE APLICACIÓN

### 4.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- 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. (BOE 19.03.08).
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico. (BOE 18.09.07).
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 51 (BOE 18.09.02) e ITC-BT 52 (Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, BOE 31.12.14).
- 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 (BOE 09.06.14).
- Real Decreto 1066/2001, del 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas. (BOE 29.09.01).
- 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. (BOE 27.12.00).
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. (BOE 27.12.13).
- Normas Técnicas Particulares de la Compañía Eléctrica de la zona.
- Normas UNE y CEI aplicables.
- Recomendaciones UNESA aplicables.
- Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en Instalaciones Eléctricas, de la Comisión Técnica Permanente de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA.
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.



## 4.2 OBRA CIVIL

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE 28.03.06)
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, del Ministerio de Fomento sobre la Instrucción EHE-08 de hormigón estructural. (BOE 22.08.08)
- Normas Básicas de la Edificación "NBE", del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, vigentes.
- Normas Tecnológicas de la Edificación "NTE", del Ministerio de la Vivienda, vigentes.

## 4.3 SEGURIDAD Y SALUD

- Ley 54/2003, del 24 de marzo, por la que se reforma el marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales. (BOE 14.12.03)
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (BOE 16.03.71)
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de Trabajo. (BOE 07.08.97)
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. (BOE 23.04.97)
- Otras disposiciones en materia de seguridad y salud, contenidas en los Reales Decretos: 286/2006, de 10 de marzo, 1407/92, de 20 de noviembre y 487/1997, de 14 de abril.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, corrección de errores y modificaciones posteriores. (BOE 12.06.97)
- Real Decreto 614/01, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. (BOE 14.06.01)
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, se aprueba el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales. (BOE 17.12.04).





#### 4.4 NORMATIVA AMBIENTAL

- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero. (BOE 23.03.10).

#### 4.5 NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

- Serán de obligado cumplimiento las normas y especificaciones técnicas detalladas en la ITC-LAT 02 del 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. (BOE 19.03.08)
- Serán de obligado cumplimiento las normas y especificaciones técnicas detalladas en la ITC-RAT 02 del 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. (BOE 09.06.14)
- Serán de obligado cumplimiento las normas de referencia detalladas en la ITC-BT 02 del Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 51 (BOE 18.09.02) e ITC-BT 52 (Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre (BOE 31.12.14)).



## 5 UBICACIÓN Y ACCESO

### 5.1 UBICACIÓN

La SET "Almazara" 220 / 30 kV está ubicada en el término municipal de Belchite, en el polígono 509 parcela 95, en la provincia de Zaragoza. Su planta será de forma rectangular, con unas dimensiones exteriores aproximadas de 63 x 79 metros.

Los vértices de la SET, en coordenadas UTM (ETRS89 Huso 30), son los siguientes:

Vértices SET ALMAZARA		
COORDENADAS UTM (HUSO 30 - ETRS 89)		
VÉRTICE	X	Y
V1	683.082	4.577.714
V2	683.108	4.577.657
V3	683.180	4.577.691
V4	683.156	4.577.741
V5	683.131	4.577.729
V6	683.128	4.577.736


La situación de la instalación queda reflejada en el Documento Planos.

### 5.2 ACCESO

El acceso a SET "Almazara" se inicia en vial del Parque Eólico Sikitita, objeto de otro proyecto. Desde este vial, se accede al vial de nueva apertura para acceso a la subestación.

El vial tendrá las siguientes características:

- Anchura del vial: 5 m
- Sección de firme formada por dos capas: 10 cm de espesor de base y 15 cm de espesor de sub-base de zahorra, compactada al 98 % P.M.
- Pendiente longitudinal máxima del 13 %.
- Radio mínimo de curvatura en el eje de 10 m.
- Talud de desmorte 1/1.
- Talud de terraplén 3/2.
- Talud de firme 3/2.
- Cunetas de 80 cm de anchura y 40 cm de profundidad (para la evacuación de las aguas de escorrentía).
- Espesor de excavación de tierra vegetal de 25 cm.

<p>PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV 01. Memoria</p>		<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA Nº.Colegiado.: 0002474 PEDRO MACHIN ITURRIA VISADO Nº : VD01783-21A DE FECHA : 31/5/21 <b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

El trazado del acceso puede consultarse en el plano de implantación, incluido en el documento de planos en el presente proyecto.



## 6 INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA

### 6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

La instalación objeto del presente proyecto estará constituida por:

- Dos posiciones intemperie de línea 220 kV.
- Una posición de barras 220 kV.
- Una posición intemperie de transformador 220/30 kV de 55/65 MVA, ONAN/ONAF con regulación en carga.
- Un edificio de interconexión y control donde se alojarán las celdas del sistema de media tensión (30 kV), equipos auxiliares, de control, medida, protección, corriente continua, etc.

Todos los elementos de la subestación se ubicarán en un recinto vallado de dimensiones 63 x 79 m en el que se situarán, además del sistema de 220 kV, el edificio de interconexión y control.

En el documento planos, figuran los de disposición general de la instalación en planta y secciones.

### 6.2 PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO DE LA SET

Las características eléctricas de la aparamenta serán:

Nivel de tensión del parque	220 kV	30 kV
Tensión nominal	220 kV <sub>ef</sub>	30 kV <sub>ef</sub>
Tensión más elevada para el material	245 kV <sub>ef</sub>	36 kV <sub>ef</sub>
Frecuencia nominal	50 Hz	50 Hz
Tensión soportada a frecuencia industrial	460 kV <sub>ef</sub>	70 kV <sub>ef</sub>
Tensión soportada bajo impulso tipo rayo	1050 kV <sub>cr</sub>	170 kV <sub>cr</sub>
Conexión del neutro	Rígido a tierra	Aislado

### 6.3 SISTEMA DE 220 kV

La parte de la subestación con nivel de tensión de 220 kV se encontrará ubicada en un recinto vallado en el que se instalará el transformador de potencia y la aparamenta en



dicho nivel (interruptores, seccionadores, seccionadores con puesta a tierra, transformadores de intensidad, transformadores de tensión y autoválvulas), así como sus correspondientes estructuras metálicas de soporte. También se instalará la aparamenta de exterior de media tensión.

La topología en el parque de 220 kV será de simple barra, con dos posiciones de línea y una posición de transformador (220/30 kV 55/65 MVA).

Cada una de las posiciones de línea dispondrá de:

- Tres (3) pararrayos autoválvula con contador de descargas.
- Un juego de tres (3) transformadores de tensión tipo inductivo para medida y protección.
- Un (1) seccionador tripolar de 220 kV con puesta a tierra.
- Un juego de tres (3) transformadores de intensidad para medida y protección.
- Un (1) interruptor tripolar automático de corte en SF<sub>6</sub>.
- Un (1) seccionador tripolar de 220 kV para conexión a la posición de barras.

La posición de transformador de potencia dispondrá de:

- Tres (3) pararrayos autoválvula con contador de descargas.
- Un juego de tres (3) transformadores de tensión tipo inductivo para medida y protección.
- Un juego de tres (3) transformadores de intensidad para medida y protección.
- Un (1) interruptor automático tripolar.
- Un (1) seccionador tripolar de 220 kV para conexión a la posición de barras.

La posición de barras estará equipada con:

- Un (1) transformador de tensión tipo inductivo, instalado en la fase central, para medida y protección.



Las uniones entre equipos en 220 kV se realizarán con cable de aluminio - acero tipo LA-380, de 381 mm<sup>2</sup> de sección, 10.870 kg de carga de rotura y 1,275 kg/m de peso, en configuración dúplex.

### 6.3.1 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

Se ha previsto la instalación de interruptor automático tripolar de SF<sub>6</sub> para intemperie.

Las características más esenciales de estos interruptores son:

- Tensión de servicio [kV]: ..... 220
- Frecuencia [Hz]: ..... 50
- Intensidad nominal de servicio [A]:
  - Posición de línea de SET Arbequina ..... 1000
  - Posición de línea a SET Cartujos ..... 1000
  - Posición de transformador ..... 400
- Poder de corte nominal bajo cortocircuito [kA]: ..... 40
- Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz [kV] ..... 460
- Tensión de ensayo con onda 1,2/50 µs [kV] ..... 1050

Es un interruptor trifásico automático, para alta tensión, a gas SF<sub>6</sub> de simple y baja presión, para servicio intemperie, hasta -30° C, de tres ciclos, modelo monocámara (un elemento de interrupción por polo), con mando por muelle incorporado para funcionamiento en tripolar (un mando para los tres polos) y con el gas necesario para su funcionamiento controlado por densímetro, con contactos de control y alarma. Responde en su ejecución a las últimas ediciones de las normas CEI-56.

El armario del interruptor va dotado de resistencia de calefacción, relé antibombeo, contador de operaciones, un dispositivo para abrir y cerrar eléctricamente el interruptor desde el mismo, y un conmutador-selector de dos posiciones "remoto-local".

### 6.3.2 PARARRAYOS

Para proteger la instalación contra las sobretensiones de origen atmosférico, o las que por cualquier otra causa pudieran producirse, se ha proyectado el montaje de un juego de tres pararrayos tipo autoválvula, conectados junto al transformador, y otro juego junto a cada entrada de la línea.

Los pararrayos deberán tener las siguientes características:



- Instalación/tipo ..... Intemperie/ZnO
- Tensión máxima de servicio entre fases ..... 245 kV
- Tensión nominal ..... 220 kV
- Frecuencia nominal ..... 50 Hz
- Tiempo máximo de falta a tierra ..... 1s
- Intensidad nominal de descarga ..... 10 kA
- Tipo de servicio continuo
- Clase..... 3
- Equipamiento ..... Contador de descargas

### 6.3.3 TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD

Se instalará un juego de tres transformadores de intensidad en cada posición de línea y de transformador, que alimentará los circuitos de medida y protección.

- Tensión más elevada [kV] ..... 245
- Tensión de servicio [kV]..... 220
- Frecuencia [Hz]..... 50
- Relación de transformación [A]
  - Posición de línea de SET Arbequina ..... 500-1000/5-5-5-5
  - Posición de línea a SET Cartujos..... 500-1000/5-5-5-5
  - Posición de transformador..... 100-200/5-5-5-5
- Potencias y clases de precisión:
  - Arrollamientos de medida ..... 30 VA Cl. 0'2s; 30 VA Cl. 0,5
  - Arrollamientos de protección ..... 50 VA Cl. 5P20; 50 VA Cl. 5P20

### 6.3.4 TRANSFORMADORES DE TENSIÓN

Se instalará un juego de tres transformadores de tensión tipo inductivo en cada posición de línea y de transformador, además de un transformador en la posición de barras. Sus características eléctricas más importantes son:

- Tensión más elevada [kV] ..... 245
- Tensión de servicio [kV]..... 220
- Frecuencia [Hz]..... 50
- Relación de transformación



Primer arrollamiento..... 220:√3 / 0,11:√3

Segundo arrollamiento..... 220:√3 / 0,11:√3

Tercer arrollamiento..... 220:√3 / 0,11: 3

- Potencias y clase de precisión

Primer arrollamiento..... 30 VA, CI 0.2

Segundo arrollamiento..... 50 VA, CI 0.5-3P

Tercer arrollamiento..... 50 VA, CI 6P

### 6.3.5 PUNTAS FRANKLIN

Se instalarán nueve (9) puntas Franklin con dispositivo de cebado de 50 metros de radio de acción dotado de mástil autoportante, conectados a la malla de tierras general de la subestación con cable de cobre desnudo, según la siguiente distribución:

- Dos (2) ud en la cubierta del edificio de control de la subestación.
- Tres (3) ud en el parque intemperie de 220 kV.
- Cuatro (4) ud sobre castilletes en el pórtico de entrada de líneas aéreas.

### 6.3.6 TRANSFORMADOR DE POTENCIA 220 / 30 kV

Se instalará un transformador de potencia trifásico de 55/65 MVA de potencia y relación nominal 220 / 30 kV, en baño de aceite, sobre una bancada situada en la zona del parque intemperie.

El dieléctrico será aceite que circulará en el interior de la cuba por convección natural. La conexión del neutro en el lado de alta tensión será rígida a tierra mientras que la explotación del devanado de media tensión será con el neutro aislado.

Las características constructivas más importantes son:

- Tipo de servicio: ..... Continuo
- Potencia nominal [MVA]..... 55 / 65 ONAN / ONAF
- Relación de transformación: ..... 220±10x1,5%/30 kV
- Frecuencia [Hz]: ..... 50
- Refrigeración..... ONAN / ONAF
- Conexión:..... Estrella/triángulo
- Grupo de conexión: ..... Ynd11
- Tensión de cortocircuito: ..... 15%





- Niveles de aislamiento en el primario: ..... 245 kV
- Niveles de aislamiento en el secundario:..... 36 kV

## 6.3.7 SECCIONADORES

### 6.3.7.1 Posiciones de línea

Para poder efectuar el seccionamiento de las salidas de línea, se ha previsto el montaje de dos seccionadores tripolares para 220 kV de tipo intemperie de dos columnas giratorias, de apertura central y con cuchillas de puesta a tierra.

Las características técnicas principales de estos seccionadores son las siguientes:

- Tensión nominal [kV] ..... 220
- Frecuencia [Hz]..... 50
- Intensidad nominal de servicio [A]
  - Posición de línea de SET Arbequina..... 1000
  - Posición de línea a SET Cartujos..... 1600
- Intensidad admisible de corta duración [kA] ..... 40

### 6.3.7.2 Embarrado de 220 kV

Para poder efectuar el seccionamiento del embarrado de 220 kV, se ha previsto el montaje de tres seccionadores tripolares para 220 kV de tipo intemperie de dos columnas giratorias, de apertura central sin puesta a tierra.

Las características técnicas principales de estos seccionadores son las siguientes:

- Tensión nominal [kV] ..... 220
- Frecuencia [Hz]..... 50
- Intensidad nominal de servicio [A]
  - Posición de línea de SET Arbequina..... 1000
  - Posición de línea a SET Cartujos..... 1600
  - Posición de transformador..... 400
- Intensidad admisible de corta duración [kA] ..... 40



### 6.3.8 SALIDA DE 30 kV

En la salida de media tensión del transformador 220/30 kV se instalará la siguiente aparamenta de exterior:

- 3 pararrayos autoválvula, de óxido metálico.
- 3 aisladores apoyo.
- 6 terminales exteriores para cable 18/30 kV.
- Seccionador y reactancia de puesta a tierra

La conexión de las celdas de media tensión con el transformador de potencia se realizará mediante cable aislado instalado en canal de cables o bajo tubo hasta el bastidor donde se realizará la conversión subterránea y desde donde partirá el embarrado hasta los bornes del transformador.

El cable empleado será unipolar, con aislamiento de polietileno reticulado con capa semiconductor extruida y pantalla de hilos de cobre.

Su tensión nominal será de 18/30kV y su sección conductora 2 x (3x1x400 mm<sup>2</sup> Cu). La cubierta será de poliolefina, que le proporciona gran resistencia mecánica.

El embarrado hasta el transformador de potencia será de tubo o pletina de cobre de las dimensiones adecuadas para soportar la intensidad que circule por el conductor.

Los terminales de conexión se adecuarán a los tipos de bornas del transformador y la celda.

### 6.3.9 EMBARRADOS

Los embarrados principales y auxiliares se elegirán de forma que las temperaturas máximas previstas no provoquen calentamientos por encima de 40°C sobre la temperatura ambiente. Asimismo, soportarán los esfuerzos electrodinámicos y térmicos de las corrientes de cortocircuito previstas, sin que se produzcan deformaciones permanentes.

A continuación se reflejan las intensidades nominales y de diseño, tanto en régimen permanente como en condiciones de cortocircuito, apreciándose que se han elegido unos valores para el diseño de embarrados superiores a los nominales con un margen de seguridad suficiente:



-Sistema de 220 kV:

- Intensidad nominal máxima de la instalación ..... 842,88 A
- Intensidad de cortocircuito soportada: ..... 40 kA

-Sistema de 30 kV:

- Intensidad nominal de la instalación: ..... 2.309,10 A
- Intensidad de cortocircuito soportada: ..... 31,5 kA

### 6.3.9.1 Embarrado principal de 220 kV

Para el embarrado principal de alta tensión se utiliza tubo de aluminio Ø100/90 mm de 1.495 mm<sup>2</sup> de sección. La intensidad máxima admisible para el tubo es de 1.790 A.

A continuación se reflejan las intensidades nominales y de diseño, tanto en régimen permanente como en condiciones de cortocircuito, apreciándose que se han elegido unos valores para el diseño de embarrados superiores a los nominales con un margen de seguridad suficiente:

- Sistema de 220 kV:
  - Intensidad nominal de la instalación..... 1.790 A
  - Intensidad de cortocircuito soportada: ..... 139 kA

### 6.3.9.2 Cable de unión de aparamenta

La conexión de la aparamenta de alta tensión se realizará mediante conductor LA-380 en configuración dúplex, cuyas características son:

- Sección total ..... 381 mm<sup>2</sup>
- Composición: ..... 54+7 hilos de aluminio y acero respectivamente
- Diámetro: ..... 25,38 mm
- Peso: ..... 1.275 Kg/Km
- Resistencia eléctrica: ..... 0,0857 Ω/Km
- Densidad de corriente admisible: ..... 1,87 A/mm<sup>2</sup>
- Corriente admisible (un cable del haz): ..... 712,47 A
- Corriente admisible (por fase, haz de dos cables): ..... 1.424,94 A

Las conexiones entre el conductor citado anteriormente y los diferentes elementos se realizarán a través de racores de conexión de fabricación con técnica de ánodo masivo, con diseño circular y equipados con tornillería de acero inoxidable.



Se emplearán conectores bimetálicos en caso de unión de metales de electronegatividades diferentes (cobre-aluminio).

#### 6.3.9.3 Embarrado de 30 kV:

En la salida de bornas del devanado secundario del transformador de potencia, hasta su conexión con los terminales, el embarrado estará constituido por tubo de cobre de diámetro int./ext. 80/70 mm (sección 1.180 mm<sup>2</sup>), que admite un paso de corriente permanente de 2.896 A.

La conexión entre el embarrado de salida del transformador de potencia y las celdas de alimentación de protección del transformador de 30 kV se realiza a través de varias ternas de cables de potencia que se resumen en:

- Celda para las entradas 1, 2 y 3 del PE Sikitita: 2 ternas de cable RHZ1 18/30 kV 3x1x400 mm<sup>2</sup> Cu.

### 6.4 SISTEMA DE 30 kV

El sistema eléctrico de 30 kV estará formado por dos circuitos. El sistema eléctrico de 30 kV estará constituido por celdas prefabricadas compactas, de ejecución metálica, tipo interior, con aislamientos y corte en SF<sub>6</sub> destinadas a los distintos servicios. A continuación se describen las celdas proyectadas:

- Circuito formado por el PE Sikitita:  
Dispondrá de 3 celdas de línea, 1 celda de trafo, 1 celda de servicios auxiliares y 1 celda de batería de condensadores.

Cada circuito de salida para conexión de los parques eólicos dispondrá de protecciones de sobreintensidad mediante relés de fase (51) que actúan sobre el interruptor correspondiente de su posición.

En el lado de media tensión se dispondrá de contador electrónico combinado de energía activa y reactiva bidireccional para la medida en el punto frontera de cada uno de los parques.

Los circuitos de intensidad de los equipos de medida y protección estarán alimentados por los transformadores de intensidad en el secundario del transformador.

Las celdas son del tipo blindado y encapsulado trifásico con aislamiento de gas hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>). La configuración eléctrica es de simple barra.



El conjunto de celdas para maniobra está formado por cinco posiciones de línea, dos posiciones de transformador con medida de tensión en barras, dos posiciones de batería de condensadores y una posición de servicios auxiliares.

- Tensión nominal de aislamiento: ..... 36 kV
- Tensión de servicio: ..... 30 kV
- Intensidad nominal del embarrado: ..... 1000 A
- Corriente de cortocircuito simétrica admisible: ..... 31,5 kA

#### 6.4.1 Posiciones de línea

Tres detectores de presencia de tensión capacitivos

Tres transformadores de intensidad

- Nivel de aislamiento ..... 36 kV
- Relación de transformación ..... 200-400 / 5-5 A
- -Potencia y clase de precisión devanado 1 ..... 15VA, Cl. 5P20
- Potencia y clase de precisión devanado 2 ..... 15VA, Cl. 0,5

Un interruptor automático

- Nivel de aislamiento ..... 36 kV
- Intensidad nominal ..... 400 A
- Poder de corte en cortocircuito ..... 31,5 kA
- Capacidad de cierre en cortocircuito ..... 63 kA
- Ciclo de maniobra ..... O-0,3s-CO-15s-CO

Un seccionador de barras con puesta a tierra.

- Nivel de aislamiento ..... 6 kV
- Intensidad nominal ..... 400 A
- Intensidad de corta duración ..... 31,5 kA
- Mando de las cuchillas ..... Manual

#### 6.4.2 Posiciones de transformador

Tres detectores de presencia de tensión

Tres transformadores de Intensidad



- Nivel de aislamiento..... 36 kV
- Relación de transformación ..... 600-1200/5-5-5 A
- Potencia y clase de precisión devanado 1 ..... 15 VA, CI 0,5s
- Potencia y clase de precisión devanado 2 ..... 15 VA, CI 0,5
- Potencia y clase de precisión devanado 3 .....30 VA, CI 5P20

#### Un interruptor Automático

- Nivel de aislamiento..... 36 kV
- Intensidad nominal..... 1.600 A
- Poder de corte en cortocircuito ..... 31,5 kA
- Capacidad de cierre en cortocircuito ..... 80 kA
- Ciclo de maniobra..... O-0,3 s-CO-3 min-CO

#### Un seccionador de barras con puesta a tierra

- Nivel de aislamiento..... 36 kV
- Intensidad nominal..... 1.600 A
- Intensidad de corta duración ..... 31,5 kA
- Mando de las cuchillas ..... Manual

#### Tres transformadores de Tensión Inductivos

- Nivel de aislamiento..... 36 kV
- Tensión de servicio..... 30 kV
- Frecuencia ..... 50 Hz
- Tensión eficaz de ensayo 1 minuto 50 Hz..... 70 kV
- Tensión de cresta de ensayo con onda 1,2/50 µs ..... 170 kV
- Relación de transformación:

1er devanado ..... 33.000/ $\sqrt{3}$  / 110/ $\sqrt{3}$  V  
2º devanado ..... 33.000/ $\sqrt{3}$  / 110/ $\sqrt{3}$  V  
3er devanado ..... 33.000/ $\sqrt{3}$  / 110/3 V

#### -Potencia y clase de precisión:

1er devanado ..... 25VA, CI. 0,2  
2º devanado .....25VA, CI. 0,5-3P  
3er devanado .....50VA, CI. 3P



#### Tres Pararrayos Autoválvulas

- Tipo..... Óxido metálico
- Tensión Asignada (Ur)..... 32 kV
- Tensión de funcionamiento continuo (Uc) ..... 40 kV
- Intensidad de descarga con onda 8/20  $\mu$ s..... 10 kA

#### 6.4.3 Posiciones de batería de condensadores

##### Tres detectores de presencia de tensión capacitivos

##### Tres transformadores de Intensidad

- Nivel de aislamiento..... 36 kV
- Relación de transformación ..... 100-200 / 5-5 A
- Potencia y clase de precisión:
  - 1er devanado ..... 15VA, Cl. 0,5
  - 2º devanado ..... 15VA, Cl. 5P20

##### Un interruptor Automático

- Nivel de aislamiento..... 36 kV
- Intensidad nominal..... 400 A
- Poder de corte en cortocircuito ..... 31,5 kA
- Capacidad de cierre en cortocircuito ..... 80 kA
- Ciclo de maniobra ..... O-0,3 s-CO-3 min-CO

##### Un seccionador de barras con puesta a tierra

- Nivel de aislamiento..... 36 kV
- Intensidad nominal..... 630 A
- Intensidad de corta duración ..... 25 kA
- Mando de las cuchillas ..... Manual

#### 6.4.4 Posición de servicios auxiliares

##### Un Interruptor-Seccionador de 3 posiciones

- Nivel de aislamiento..... 36 kV
- Intensidad nominal..... 100 A
- Intensidad de corta duración ..... 31,5 kA
- Poder de cierre ..... 80 kA



- Mando ..... Manual

#### Tres Fusibles

- Intensidad nominal ..... 6 A

### 6.4.5 Transformador de servicios auxiliares

El transformador de servicios auxiliares quedará alojado en el interior de una celda y sus características eléctricas principales serán:

- Potencia nominal ..... 200 kVA
- Nivel de aislamiento ..... 36 kV
- Relación de transformación .....  $30 \pm 2,5 \pm 5 \pm 7,5\% / 0,42$  kV
- Grupo de conexión ..... Dyn11

El transformador está protegido mediante la protección de sobreintensidad (50+51N). Así mismo, llevará incorporada la protección de temperatura (26).

### 6.4.6 Baterías de condensadores compacta de 3.6 MVar

En el parque intemperie se colocarán dos baterías de condensadores, correspondientes a cada una de las semibarras a las que están conectados cada uno de los parques eólicos.

Cada una de las baterías de condensadores estará formada por una cabina compacta de envolvente metálica, preparada para trabajar protegida o en intemperie (IP 55), y en cuyo interior se sitúan los condensadores monofásicos en número de 12 hasta totalizar una potencia de 3,6 MVar, el transformador para la base de desequilibrio de la batería, y el dispositivo de seguridad de puesta a tierra del sistema.

Cada una de las baterías estará dotada, además, de una terna de reactancias a conectar en serie con la batería para limitar la corriente transitoria de conexión.

Los seccionadores de cada una de las celdas de baterías quedarán enclavados mediante cerradura cuya llave sólo será accesible una vez abierto el interruptor situado en la batería de condensadores.

La composición del conjunto consta de los siguientes elementos:





#### Doce botes de condensadores

- Potencia nominal ..... 300 kVAr (3,6 MVar)
- Tensión nominal ..... 18.200 V (17,5 kV)
- Configuración..... Doble estrella

#### Un transformador de intensidad toroidal para desequilibrio

- Nivel de aislamiento..... 36 kV
- Relación de transformación ..... 5 / 5 A
- Secundario..... 10VA cl. 5P10

#### Un seccionador de p.a.t.

- Nivel de aislamiento..... 36 kV
- Intensidad de corta duración..... 16 kA
- Mando de las cuchillas ..... Manual

### 6.4.7 Reactancia

Con objeto de poder detectar las faltas monofásicas que se produzcan en la barra de 30 kV, se dispondrá de una reactancia en este nivel. La ausencia de esta reactancia provoca que, ante una falta de estas características, no haya circulación de corrientes por tierra y, sin embargo, se produzcan sobretensiones; cosa no deseable. La corriente de falta se limita a 500 A y una duración de falta de 30 segundos.

## 6.5 SERVICIOS AUXILIARES

Para el suministro de energía en baja tensión a los distintos sistemas de maniobra y control se dispondrá de energía procedente de un transformador encapsulado de 200 kVA de relación 30.000/420 V, que será instalado en una sala de celdas de 30 kV, desde donde tomará la energía quedando protegido mediante una celda de servicios auxiliares con ruptofusible.

### 6.5.1 Sistema de baja tensión de corriente alterna

Los cuadros de servicios auxiliares de corriente alterna a 400 V tomarán la energía del citado transformador.

Estos cuadros suministrarán energía a todos aquellos receptores que precisen de alimentación con corriente alterna, como son los rectificadores de corriente continua, los equipos de control de la Subestación, y la alimentación de los circuitos de fuerza y alumbrado de todo el edificio.



Se instalará un grupo electrógeno de 100 kVA para poder hacer frente a posibles interrupciones en el suministro eléctrico.

### 6.5.2 Sistema de baja tensión de corriente continua

Con el fin de suministrar corriente continua a los dispositivos que lo precisan se instalarán dos equipos constituidos por baterías de NiCd de 125 Vcc y sus correspondientes equipos rectificadores con alimentación de corriente alterna independiente para cada uno de ellos.

La alimentación de los equipos de protección y control de cada posición se repartirá entre dos circuitos independientes. Cada uno de estos circuitos estará conectado a uno de los sistemas de baterías.

Los equipos de comunicaciones serán alimentados a 48 Vcc. Para esto se emplearán convertidores Vcc/Vcc de 125 Vcc/48Vcc, instalados en los mismos armarios que los equipos de comunicación.

## 6.6 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

### 6.6.1 Red de tierra inferior

La instalación constará de una malla de retícula cuadrada para la puesta a tierra formada por conductores de cobre y picas, enterrados a una profundidad mínima de 0,8 metros, en zanjas rellenas de tierra vegetal para facilitar la disipación de la corriente.

La sección a emplear, atendiendo a la conservación de los conductores, a la máxima corriente de falta, así como a la distribución de potenciales, será de 95 mm<sup>2</sup> en cobre.

Las uniones de la malla de los conductores y de las derivaciones de las tomas de tierra se realizarán mediante soldaduras aluminotérmicas de alto punto de fusión tipo Cadweld.

Las conexiones previstas se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales de aleación de cobre, que permitan no superar la temperatura de 200 °C en las uniones y que aseguren su continuidad.

Según especificación del ITC-RAT 13, a esta malla se conectarán las tierras de protección (herrajes metálicos, armaduras, puertas, bastidores, etc.) con el fin de aumentar la seguridad del personal que transite por la subestación y las de servicio,



como son los neutros de los transformadores de potencia, los neutros de los transformadores de tensión e intensidad, los de las reactancias o resistencias, y las puestas a tierra de las protecciones contra sobretensiones.

En aplicación del reglamento de alta tensión, una vez efectuada la instalación de puesta a tierra se medirán las tensiones de paso y de contacto, asegurándose de que los valores obtenidos están dentro de los márgenes que garantizan la seguridad de las personas.

### 6.6.2 Red de tierra aérea

Se instalarán nueve (9) pararrayos tipo punta Franklin, con el fin de proteger la instalación frente a descargas atmosféricas. Dos de los pararrayos se situarán sobre el tejado del edificio que se construirá anexo al transformador a instalar, otros tres sobre castilletes en los pórticos de entrada de línea aérea, y el resto se colocarán sobre mástiles en el parque intemperie.



## 7 SISTEMA DE PROTECCIÓN Y CONTROL

### 7.1 TECNOLOGÍA

El SICOP estará formado por una Unidad de Control de Subestación (UCS) que dispondrá de una estación Remota (RTU), la cual se comunicará mediante concentradores y canales de fibra óptica con los relés que forman parte de las Unidades de Control de Posición (UCP's). Cada enlace contará con dos canales, uno para la transmisión y otro para la recepción de datos.

La UCS está formada por la RTU así como por otros equipos adicionales, como un Terminal Local (Ordenador Personal), que facilitará las maniobras de la aparamenta de la subestación no siendo necesario de esta forma realizar las mismas desde los relés o desde las propias celdas.

La RTU se conectará a través de los equipos y la red de comunicaciones con el despacho, para realizar el enlace en tiempo real con el centro de control desde el que se realice la supervisión de la instalación.

### 7.2 FUNCIONES PRINCIPALES DE LA UCS

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

### 7.3 FUNCIONES PRINCIPALES DE LA UCP

- Captación de las señales analógicas de los transformadores de medida (TI's y TT's) para generación de las medidas (intensidad, tensión, potencia activa, potencia reactiva y posición de TAP del regulador).
- Captación de los estados (señales digitales de la aparamenta), a saber: estado de interruptores, seccionadores y posiciones de los reguladores en carga de los transformadores.



- Mando y señalización de los dispositivos asociados a la posición (interruptores y seccionadores).
- Captación y gestión de las alarmas de la posición, incluidas las de la propia UCP.
- Protección de la posición.
- Alarmas

## 7.4 PROTECCIONES

La marca y modelo de los diferentes relés de protección de la subestación se ajustarán a la normativa de la compañía de distribución o transporte en el momento de la ejecución de la misma.

### 7.4.1 Posiciones de línea de 220 kV

#### Funciones protectivas principales

- Diferencial longitudinal, fases segregadas ..... 87L
- Distancia ..... 21
- Sincronismo ..... 25
- Reenganchador ..... 79
- Imagen Térmica ..... 49
- Máxima intensidad no direccional de fases ..... 51
- Máxima intensidad direccional de tierras.....67N
- Máxima intensidad no direccional de tierras.....51N
- Vigilancia de bobinas ..... 3
- Localizador de defectos
- Oscilografía

#### Funciones protectivas secundarias

- Diferencial longitudinal, fases segregadas ..... 87L
- Distancia ..... 21
- Máxima intensidad no direccional de fases ..... 51
- Máxima intensidad direccional de tierras.....67N
- Máxima intensidad no direccional de tierras.....51N
- Sincronismo ..... 25
- Reenganchador ..... 79



- Imagen Térmica ..... 49
- Imagen Térmica ..... 49
- Localizador de defectos
- Discordancia de polos
- Oscilografía

Los relés multifunción con función 87L se interconectarán mediante fibra óptica directa punto a punto. Adicionalmente, sobre el mismo soporte, dichos relés podrían transmitir/recibir órdenes de teledisparo por actuación funciones 87B y/o 50S-62

#### 7.4.2 Posición de barra de 220 kV

##### Funciones de protección de barras

- Diferencial de barras..... 87B
- Fallo de Interruptor ..... 50s-62
- Oscilografía

##### Funciones de protección de interruptor

- Vigilancia de bobinas..... 3
- Sincronismo ..... 25
- Oscilografía

El relé multifunción de protección de barras podrá ser de tecnología concentrada (máximo 6+1 posiciones) o distribuida.

Para la captación y telemedida de las tensiones procedentes de los transformadores de tensión de barras, se utilizarán UCPs de medida.

#### 7.4.3 Posición de transformador 220 / 30 kV

##### Las medidas que se indicarán serán:

- En 220 kV: Intensidad, potencia activa y potencia reactiva.
- En 30 kV: Intensidad, tensión, potencia activa y potencia reactiva.

##### Regulador

- En 220 kV posición de toma (TAP)

##### Las protecciones y automatismos en 220 kV serán:

- Diferencial de transformador ..... 87T



- Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea ..... 51/50
- Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea neutro ..... 51N/50N
- Fallo de interruptor ..... 50+62
- Vigilancia de de circuitos de disparo ..... 3
- Bloqueo conexión de interruptor ..... 86

Las protecciones y automatismos en 30 kV serán:

- Diferencial de transformador ..... 87T
- Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea ..... 51/50
- Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea neutro ..... 51N/50N
- Regulador ..... 90
- Fallo de interruptor ..... 50+62
- Vigilancia de de circuitos de disparo ..... 3
- Bloqueo conexión de interruptor ..... 86

Las protecciones comunes a ambos devanados serán:

- Térmica ..... 26
- Buchholz ..... 63B
- Sobrepresión ..... 63L
- Nivel de aceite ..... 63N
- Nivel de aceite del regulador ..... 63BJ

#### 7.4.4 Posiciones de línea de 30 kV

Las medidas que se indicarán serán:

- Intensidad, potencia activa y potencia reactiva.

Las protecciones serán:

- Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea ..... 51/50
- Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea de neutro ..... 51N/50N
- Fallo de interruptor ..... 50+62
- Automatismo Reenganchador ..... 79
- Vigilancia de circuitos de disparo ..... 3

Adicionalmente, los relés podrán incorporar funciones de osciloperturbógrafo, que permitirán el registro de algunos ciclos de las diversas magnitudes medidas con anterioridad a que se produzca una falta, para realizar un análisis posterior de la misma.



Los disparos por las protecciones diferencial y los disparos propios de la máquina están concentrados en un relé de disparo y bloqueo (86), con rearme manual, que actúa sobre los interruptores de las posiciones de alta y baja del transformador.

Las protecciones propias del transformador y la de diferencial disparan a los interruptores situados a ambos lados del transformador, mientras que las protecciones de sobreintensidad del transformador en 132 kV y 30 kV, disparan al interruptor de nivel de tensión al que van asociadas.

## 7.5 EQUIPOS DE MEDIDA

En cuanto los equipos contadores-registradores, cumpliendo con lo especificado en el reglamento de puntos de medida y más concretamente en las instrucciones técnicas complementarias (punto 4.5), para puntos de medida de tipo 1 (potencia intercambiada anual igual o superior a 5 GWh) se instalarán contadores de energía activa de clase 0,2s y reactiva de clase 0,5 para medida principal y redundante.

Se instalará un punto de medida tipo 1 según el vigente Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico consistente en lo siguiente:

### 7.5.1 Medida principal:

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

### 7.5.2 Medida redundante:

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

Los equipos de medida irán alojados en una habitación que dispone de una entrada directa desde el exterior del recinto de la subestación de manera que la empresa distribuidora tenga acceso libre y permanente desde vial público.





## 8 OBRA CIVIL

### 8.1 EDIFICIO

Se proyecta la construcción de un único edificio, de una sola altura, cubierta a doble vertiente y con unas dimensiones exteriores aproximadas de 25 x 10m.

El cerramiento del edificio se realiza mediante muros de termoarcilla, lo que unido a una gran rapidez de ejecución, permite la reducción de costes y la obtención de unos coeficientes de aislamiento térmicos ventajosos.

La carpintería metálica asociada a las puertas exteriores se realizará mediante chapa de acero galvanizado con recubrimiento posterior de pintura. Las dimensiones definitivas quedarán determinadas por la dirección facultativa.

El edificio constará, entre otras, de una sala de celdas de MT, para el PE Sikitita. En esta sala se ubicarán las celdas de línea y protección de cada uno de los circuitos subterráneos de 30 kV de los parques fotovoltaicos. También constará de un pequeño almacén-taller y un almacén de residuos, así como sala de control, despacho y aseos.

#### 8.1.1 Listado de superficies

Sala de Celdas PE Sikitita .....	71,37 m <sup>2</sup>
Sala de Control .....	26,26 m <sup>2</sup>
Despacho .....	27,09 m <sup>2</sup>
Cuarto de aceites .....	8,40 m <sup>2</sup>
Almacén.....	56,26 m <sup>2</sup>
Pasillo .....	6,12 m <sup>2</sup>
Aseos.....	9,02 m <sup>2</sup>
Almacén Residuos Peligrosos.....	15,30 m <sup>2</sup>
SUPERFICIE ÚTIL TOTAL .....	219,82 m <sup>2</sup>
SUPERFICIE CONSTRUIDA TOTAL.....	246,43 m <sup>2</sup>

#### 8.1.2 Movimiento de tierras

Tras la limpieza y desbroce del solar, se procederá al replanteo de acuerdo con el plano de planta, para pasar a la excavación de las zapatas y las zanjas.



Cualquier variación de la estabilidad y características del terreno deberá ser puesta en conocimiento de la dirección de la obra, quien resolverá sobre la aptitud de la excavación y sistema de cimentación a adoptar.

En cualquier caso, se extremarán durante la excavación las medidas de seguridad, procediendo a realizar las entibaciones necesarias.

Embebidos en el suelo del interior del edificio se instalarán bastidores metálicos para la colocación de los armarios de control y las celdas de media y alta tensión, permitiendo el tendido de los cables hacia las canales. Se han previsto espacios de reserva para poder realizar futuras ampliaciones.

Anteriormente a la ejecución de la cimentación, se realizarán las excavaciones necesarias para el enterramiento del mallado de cable de cobre que forma la red de tierras de la subestación siendo la profundidad mínima de 0,8 m. Al estar parte de la red de tierra bajo el edificio se realizarán a una profundidad mayor a la mínima indicada.

### 8.1.3 Cimentación y estructura de hormigón

La cimentación del edificio se realizará mediante una zapata corrida, sobre la que se asentarán los muros así como los pilares previstos. A través de la zapata se dejarán los tubos necesarios para realizar la entrada al edificio de las conducciones de los diferentes servicios.

Los pilares se unirán en su parte superior mediante una jácena que servirá de apoyo a las placas alveolares.

### 8.1.4 Muros

Los muros del edificio se realizarán mediante bloques de termoarcilla, asentados sobre la zapata corrida. Cada cierta altura, el tendel se reforzará con un entramado de varillas metálicas, orientado a zunchar los muros. Por otra parte, los pilares se encofrarán una vez realizados los muros, para aprovechar éstos como moldes de encofrado. Los cabeceros de las ventanas se construirán mediante piezas de termoarcilla con forma de dintel, que permitirán introducir una armadura metálica en su interior para armar el cabecero.

Sobre la parte superior del muro se realizará una riostra, que actuará como zuncho perimetral.



El acabado exterior de los muros se realizará en su totalidad mediante aplacado de piedra, que será adecuada a la arquitectura típica de la zona, y que será definida por la dirección facultativa. Por el contrario, en el interior se realizará el jarrado con yeso, dotándolo de una terminación de pintura plástica.

El bloque de termoarcilla, al igual que el resto de los productos cerámicos, representa el máximo grado de seguridad de protección frente al fuego. Desde el punto de vista de reacción al fuego, de acuerdo con la decisión 96/603/CE, las piezas del sistema determoarcilla se clasifican como euroclase A1 (sin contribución al fuego). Por tanto, en caso de incendio, no existe ni aporte de energía calorífica ni desprendimiento de humos.

Con respecto a la resistencia al fuego, como se aprecia en la tabla siguiente, el valor es alto para cualquier espesor de muro de termoarcilla:

ESPESOR DEL BLOQUE (cm)	14	19	24	29
RESISTENCIA AL FUEGO	RF 180	RF 180	RF 240	RF 240

#### 8.1.5 Cubierta

La cubierta se construirá mediante placas alveolares de hormigón, formando un pequeño alero, sobre las que se levantarán tabiques palomeros a fin de dotarla de la pendiente necesaria. Sobre los tabiques se colocarán rasillas, una capa de hormigón de compresión y, finalmente, teja de hormigón de un color acorde al entorno, determinado por la dirección facultativa.

En el contorno del alero se situará un canalón realizado en chapa metálica embutida con las bajantes necesarias para evacuar el agua hacia la red de recogida de pluviales.

#### 8.1.6 Carpintería metálica

Las puertas de acceso se realizarán con perfiles normalizados de series de carpintería metálica de acero, galvanizados para posteriormente proceder a la aplicación de esmaltes sintéticos. El anclaje a los paramentos de obra se efectuará mediante esperas encarceladas con morteros, sellando con espuma de poliuretano las juntas si así es necesario.

Las puertas de acceso dispondrán del mismo tipo de llave de acceso, así como las rejas y otros elementos de protección.



Las puertas que deban cumplir funciones de evacuación de emergencia contarán con las dimensiones mínimas, barras antipánico y abrirán hacia el exterior del recinto.

### 8.1.7 Solados

El edificio contará con pavimento de terrazo micrograno, que se situará sobre una capa de mortero de cuatro centímetros de espesor, procediendo tras su montaje al desbaste de la superficie, pulido y abrillantado. El color será seleccionado por la dirección facultativa.

### 8.1.8 Falso techo

Con el fin de facilitar el trazado de las instalaciones, bien sea eléctrica, comunicaciones u otras, se dispondrá de un falso techo mediante tirantes fijados a la cubierta y angulares en el perímetro de las estancias. Las placas previstas son de 60x60 centímetros, tamaño igualmente escogido para las luminarias dotadas de tubos fluorescentes.

### 8.1.9 Red de saneamiento pluvial

La red de saneamiento pluvial estará formada por tubos de PVC, sumideros, arquetas, canalones y bajantes.

El agua recogida en los canalones se evacuará hasta los sumideros mediante las bajantes. Las bajantes serán de sección rectangular, y fabricadas al igual que las canaletas en aluminio.

En la explanación del terreno se preverán unas ligeras pendientes, no inferior al 0,5%, conformando distintas cuencas hasta las zanjales de gravas.

Las aguas provenientes de la red de saneamiento pluvial se evacuarán en una arqueta desde la cual serán evacuadas.

## 8.2 PARQUE INTEMPERIE

Ubicado en un recinto vallado en el que se instalará el transformador de potencia y la aparamenta de 45 kV (interruptor, seccionador, transformadores de intensidad y tensión y autoválvulas), así como sus correspondientes estructuras metálicas de soporte. También se instalará la aparamenta de exterior de media tensión y baterías de condensadores.



Se dispondrá de bastidores para los conductores de media y alta tensión en las que además se dispondrán la aparamenta de medida y protección necesaria, también se dispondrá una bancada para el transformador de potencia.

### 8.3 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Dadas las características de la orografía del terreno y la ubicación de la explanada de la SET, se plantea el terraplenado de la explanada de la misma. Al pie del terraplén de la explanada, se situará una cuneta de guarda de hormigón con unas dimensiones de 2 m de anchura y 0,50 m de profundidad.

Otros movimientos de tierra a realizar en la construcción de la SET son los asociados a la formación de la explanada donde se ubica el edificio, al trazado de los caminos interiores y de acceso a la SET, así como a la ejecución de las zanjas para el alojamiento de los cables de 30 kV.

El trazado en planta y alzado del camino de acceso a la SET se ha ajustado a la orografía del terreno con el fin de minimizar el movimiento de tierras y siempre atendiendo al criterio de menor afección al medio.

Para poder calcular el volumen de las tierras se ha descargado del Centro Nacional de Información Geográfica, un modelo digital del terreno obtenido por interpolación a partir de la clase terreno de vuelos Lidar del Plan Nacional de Ortofotografía aérea PNOA obtenidas por estereocorrelación automática de vuelo fotogramétrico PNOA con resolución de 25 a 50 cm/pixel.

Parte del terraplenado de la explanada de la SET se realizará con materiales sobrantes procedentes del movimiento de tierras de las plantas fotovoltaicas asociadas a la SET. Si éstas no fueran suficientes, se utilizará material seleccionado procedente de planta externa.

El cálculo de la cubicación se ha realizado con el programa MDT, obteniendo el siguiente resultado:



	Longitud (m)	Volumen Tierras			Volumen Firmes	
		Desmote (m³)	Terraplén (m³)	T. Vegetal (m³)	Subbase (m³)	Base (m³)
ACCESO	506,75	700,80	1660,54	1213,30	727,99	341,21
PLATAFORMA SET	-	1524,85	2985,06	1644,30	-	-
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>506,75</b>	<b>2225,65</b>	<b>4645,6</b>	<b>2857,6</b>	<b>727,99</b>	<b>341,21</b>

El volumen de material necesario, 2.420 m³, necesario para el movimiento de tierras de la SET, se obtendrá de las obras civiles del parque eólico Sikitita. Si existe sobrante tras estas actuaciones, el exceso se retirará a vertedero autorizado.

El movimiento de tierras calculado se ha realizado en base a cartografía básica, tal y como se ha indicado anteriormente, por lo que podrá sufrir variaciones con el estudio topográfico de detalle que se llevará a cabo antes de la ejecución de la SET.

### 8.3.1 Bancada para el transformador de potencia

Para el apoyo del transformador de potencia se realizará una bancada que realizará también el trabajo de recuperación de aceite en el caso de una eventual fuga del mismo desde la cuba del transformador.

La bancada estará constituida por muros de cemento armado sobre solera del mismo material. La parte superior estará formada por un forjado unidireccional formado por viguetas de hormigón pretensado.

Se dispondrán canalizaciones entre la bancada y el depósito de recogida de aceite, donde se almacenará este en caso de una eventual fuga.

### 8.3.2 Cimentación de bastidores

Para los bastidores encargados de soportar la aparamenta y los conductores de media y alta tensión conectados al transformador de potencia así como la aparamenta de medida y protección, se utilizarán cimentaciones del tipo "zapata aislada". Serán de hormigón en masa (excepto armaduras para retracción del hormigón) y traerán las placas de anclaje de las estructuras sobre sus peanas (2ª fase de hormigonado).

Se preverán en las cimentaciones la canalización que permita facilitar el trazado de los cables de la red de tierras y de los conductores de potencia hasta la sala de celdas.



### 8.3.3 Vallado metálico

El contorno de todo el recinto de quedará delimitado mediante una valla metálica. En términos generales ésta cuenta con un zócalo de hormigón en todo el perímetro de 30 cm de altura sobre la cota de explanación, con posteletes metálicos y colocando malla galvanizada del tipo 50/16/2000, con tres alambres tensores, situando el superior a una altura estimada de 2,5 m sobre la cota de explanación. En los cambios de dirección los posteletes contarán con tornapuntas. Dispondrán además de una pletina soldada perforada para realizar su conexión con la red de puesta a tierra a través de latiguillos de cobre y terminales de compresión.

En cada una de las cuatro caras se instalarán carteles de señalización de riesgo eléctrico.

El acceso al recinto se efectuará a través de una puerta metálica, sustentada sobre dos pilares armados, de 4 metros de luz efectiva entre los mismos. El cierre se realizará mediante un cerrojo con resbalón y candado normalizado Abloy.



## 9 INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

### 9.1 ALUMBRADO

#### 9.1.1 Alumbrado de interior

Los receptores de alumbrado instalados en la sala de celdas y en la de control serán de marcas comerciales homologadas.

Se emplearán pantallas empotrables en falso techo, 600x600 mm, clase II, para tres lámparas LED.

#### 9.1.2 Alumbrado exterior

El alumbrado perimetral exterior del edificio se realiza mediante la instalación de luminarias IP65, Clase II, con lámparas LED.

El funcionamiento del alumbrado será automático por medio de reloj astronómico, fotocélula y dispondrá además de un interruptor manual que facilite las labores de mantenimiento y la puesta en marcha en caso de fallo en la automatización.

El transformador de potencia dispondrá de proyectores con lámparas de halogenuros metálicos.

#### 9.1.3 Alumbrado de emergencia

Tiene por objeto asegurar la iluminación mínima en puertas, vías de acceso y salidas de las instalaciones en caso de producirse un fallo en el sistema de alumbrado general, para poder proceder a la perfecta evacuación del personal.

La fuente de este tipo de alumbrado son equipos autónomos automáticos, con batería propia y conectados a la red mediante circuitos independientes (máximo 12 equipos por circuito). Se pondrán en funcionamiento cuando la tensión falle o baje hasta un 70% o menos de su valor nominal. Su tiempo de funcionamiento será, como mínimo de 1 hora y, una vez restablecida la tensión, dejará de funcionar.

No solo se colocarán equipos de emergencia en las puertas de salida, sino que también se colocarán repartidas por los pasillos con la misión de que, en caso de una carencia de alumbrado, sea cual fuere el motivo de esta, no se imposibilitará el trabajo del personal en puntos concretos del interior. Además, se colocarán equipos de





emergencias cerca del cuadro general de distribución, para tener perfecta visión del interior de ellos, obteniendo un nivel de iluminación de 5 Lúmen/m<sup>2</sup>.

Para calcular la cantidad de aparatos de emergencia necesarios y por ser esta un tipo de instalación sobre la que no se exige, por Normativa, un nivel de iluminación concreto, se asegurará que se obtenga un nivel de iluminación mínimo de 1 Lúmen/m<sup>2</sup>.

Se utilizarán Pantallas estancas, de 100 Lúmenes, para lámparas LED de una hora de autonomía, IP42, Clase II.

## 9.2 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

De acuerdo con el Real Decreto 2267/04 de 3 de diciembre, respecto a su configuración y ubicación, la subestación presenta dos tipos de establecimiento, tipo E la parte ocupada por el parque intemperie, puesto que ocupa un espacio abierto con una cobertura menor del 50% de la superficie ocupada, y tipo C el edificio de control, como establecimiento industrial que ocupa totalmente un edificio y se encuentra a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos.

Para una estación transformadora se considera una densidad de carga fuego media de 300 MJ/m<sup>2</sup>, con riesgo de activación medio. El nivel de riesgo intrínseco de la instalación es bajo.

### 9.2.1 PARQUE INTEMPERIE

En aplicación de las prescripciones de la ITC-RAT 15 se utilizarán materiales que prevengan y eviten la aparición de fuego y su propagación a otros puntos de la instalación a la exterior.

La superficie del parque de la SET estará recubierta de una capa de grava a la que se tratará con herbicidas para evitar el crecimiento de hierbas que supongan al secarse riesgo de incendio.

Los transformadores y reactancias cuentan con dispositivos de protección (Interruptores automáticos de corte en SF<sub>6</sub>) que los desconectan del resto de la red ante situaciones en las que se pudiera dar peligro de incendio como cortocircuitos, sobrecargas y otras causas que puedan suponer calentamientos excesivos.

También se ha previsto un sistema de recogida de aceite que se ha descrito anteriormente.



### 9.2.2 EDIFICIO

Se aplicará las prescripciones de la ITC-RAT-14 para prevención de incendios en el edificio de la SET. De acuerdo con ITC-RAT-14 no es necesaria la instalación de un equipo fijo de extinción de incendios. Se situarán extintores de eficacia 89B, en la sala de celdas y en la de cuadros, así como en el almacén. Se colocarán siempre a una distancia no superior a 15 metros de las entradas.

El sistema de detección y alarma dispondrá de detectores. La alarma se podrá disparar mediante pulsadores manuales localizados en puntos estratégicos a fin de que en caso de encontrarse personal en la instalación pueda dispararla con antelación a la actuación del sistema de detección automática, en caso de provocarse un conato de incendio.

La distribución de extintores se realizará de modo que la distancia desde cualquier punto del edificio hasta un extintor sea menor a quince metros.

### 9.3 SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN FORZADA

Se instalarán unidades de aire acondicionado en las dependencias de la subestación en las que prevea la estancia de personas trabajando, tales como: sala de celdas, sala de control, despachos, etc.

En las salas de celdas se instará un equipo de ventilación forzada y de climatización actuados mediante termostato.

La alarma del sistema de detección de incendios provocará el paro, de forma automática, de los elementos de aireación y refrigeración que puedan existir en la sala en que se detectó el incendio, para los que deberá preverse un rearme manual.

### 9.4 SISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSOS

La instalación de un sistema de seguridad para la detección de intrusos debe permitir:

- Detectar una intrusión al edificio de personas no autorizadas.
- Comunicar las incidencias programadas a la Central Receptora de Alarmas, vía teléfono.
- Ser activado/desactivado localmente por personal autorizado, con código secreto personal.



- Auto-supervisión del sistema, con alarma de avería, activación del zumbador de la consola y la transmisión de la anomalía a la Central Receptora de Alarmas.
- Capacidad de respuesta hasta 4h después de fallo de la alimentación c.a.
- Posibilidad de temporizar la duración de la alarma acústica entre 5 y 60 minutos.
- Posibilidad de comprobación manual de la operación de la sirena.
- Disponer de función pre-alarma, programable por entrada, con aviso en zumbador de la consola.

Los equipos que componen los sistemas de seguridad electrónica para la detección de intrusos son los siguientes:

- Central de alarmas: Será la encargada de gestionar y controlar los equipos detectores y de almacenar y/o transmitir las señales generadas en consecuencia.
- Consola de mando y programación: Se instalará en el distribuidor del edificio. A través de la misma podrá programarse la Central de Alarmas.
- Contactos magnéticos: Se instalarán en todas las puertas y ventanas exteriores del edificio.
- Sensor volumétrico dual (infrarrojo/microondas): Se instalará en todas las salas del edificio con puertas o ventanas al exterior.
- Sirena acústica con lanzadestellos: Se instalará en la zona visible, en la parte alta del edificio.
- Conductores: El cable a utilizar será del tipo manguera apantallado de 2 x 0,75 + 6 x 0,22 mm<sup>2</sup>. Su tendido se realizará por canaleta o tubo de PVC autoextinguible y por bandejas.



## 10 LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS

El Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, establece unos límites de exposición máximos que se deberán de cumplir en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas.

En este caso, no se tiene anexo ningún otro edificio habitable, con lo que no serán de aplicación los valores máximos establecidos en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

Según establece el apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, en el diseño de las instalaciones se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz, en los diferentes elementos de las instalaciones.

En el documento de Anejos del presente proyecto se incluye el desarrollo del cálculo del campo magnético producido en esta instalación. En los casos considerados estos valores están muy por debajo de los 100  $\mu$ T establecidos por el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, como nivel máximo de referencia.

Por lo tanto, se puede afirmar que la SET cumple la recomendación europea, y que el público no estará expuesto a campos electromagnéticos por encima de los recomendados en sitios donde pueda permanecer mucho tiempo.

No obstante, se recomienda realizar las mediciones oportunas una vez ejecutada la subestación, para comprobar que, efectivamente, se cumple lo establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO  
SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV  
01. Memoria



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº.Colegiado.: 0002474  
PEDRO MACHIN ITURRIA  
AVISADO Nº : VD01783-21A  
DE FECHA : 31/5/21  
**E-VISADO**

## 11 PLANIFICACIÓN

Descripción	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
<b>INICIO DE OBRAS</b>												
<b>OBRA CIVIL</b>												
Replanteos												
Apertura de vial de acceso												
Plataforma del seccionamiento												
Cimentaciones de apartamiento												
Edificio de control												
Canalizaciones eléctricas												
Drenajes												
Vales interiores												
Cerramientos												
<b>MONTAJE ELECTROMECÁNICO</b>												
Acopio de materiales												
Construcción de estructuras metálicas												
Montaje de apartamiento AT												
Conexiónado												
Elementos auxiliares (SS.AA, alumbrado, etc.)												
Equipamiento del edificio de control (armarios y cuadros)												
<b>CONTROL Y PROTECCIONES</b>												
Conexiónado de cableado de control												
Configuración de equipos												
<b>PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA</b>												



## 12 CONCLUSIÓN

Con el presente proyecto, se entiende haber descrito adecuadamente las diferentes instalaciones de la SET "Almazara", sin perjuicio de cualquier otra ampliación o aclaración que las autoridades competentes consideren oportunas.

Zaragoza, mayo 2021  
Fdo. Pedro Machín Iturria  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 2.474  
COIIAR



---

# **PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO**

## **SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV**

**DOCUMENTO 1: MEMORIA**  
**ANEJOS**

**Término Municipal de Belchite (provincia de Zaragoza)**

---



***En Zaragoza, mayo de 2021***



## ÍNDICE DE ANEJOS

- ANEJO 1: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS**
- ANEJO 2: COORDENADAS DE LOS LÍMITES DE LA SUBESTACIÓN**
- ANEJO 3: CÁLCULOS ELÉCTRICOS**
- ANEJO 4: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**
- ANEJO 5: ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS**





## **ANEJO 1**

### **RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS**

**PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO**  
**SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV**  
**01. Memoria - Anejos**



Nº Finca	TM	Pol.	Parc.	Referencia Catastral	Cultivo/ Aprovechamiento	Sup. SET(m²)	Sup. accesos (m²)
1	Belchite	509	95	50045A50900095	LS	5884,55	2724,18
2	Belchite	509	94	50045A50900094	LS	-	1681,12
3	Belchite	509	9017	50045A50909017	VT	-	1,48

- LS: Labor o labradío seco
- VT: Vía de comunicación de dominio público

## ANEJO 2

### COORDENADAS DE LOS LÍMITES DE LA SUBESTACIÓN

**PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO**  
**SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV**  
**01. Memoria - Anejos**



Los vértices de la SET, en coordenadas UTM (ETRS89 Huso 30), son los siguientes:

Vértices SET ALMAZARA		
COORDENADAS UTM (HUSO 30 - ETRS 89)		
VÉRTICE	X	Y
V1	683.082	4.577.714
V2	683.108	4.577.657
V3	683.180	4.577.691
V4	683.156	4.577.741
V5	683.131	4.577.729
V6	683.128	4.577.736



## **ANEJO 3**

### **CÁLCULOS ELÉCTRICOS**



## ÍNDICE ANEJO 3

1.	NIVELES DE AISLAMIENTO .....	2
2.	DISTANCIAS DE SEGURIDAD .....	2
2.1.	Pasillos de servicio: .....	2
2.2.	Zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación:.....	3
2.3.	Zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación:.....	3
3.	COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO .....	4
4.	INTENSIDADES NOMINALES .....	6
4.1.	INTENSIDAD POSICIÓN DE LÍNEA SET CARTUJOS 220 kV .....	6
4.2.	INTENSIDAD POSICIÓN DE LÍNEA SET ARBEQUINA 220 kV .....	6
4.3.	INTENSIDAD POSICIÓN TRAFO 55/65 MVA LADO 220 kV .....	6
4.4.	INTENSIDAD POSICIÓN TRAFO 55/65 MVA LADO 30 kV .....	7
4.5.	INTENSIDAD POSICIÓN BATERÍA DE CONDENSADORES .....	7
4.6.	INTENSIDAD POSICIÓN TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES .....	7
5.	CÁLCULOS CONDUCTORES .....	8
5.1.	NIVEL DE 220 kV .....	8
5.2.	NIVEL DE 30 kV .....	11
6.	RED DE TIERRAS .....	12
6.1.	TENSIONES MÁXIMAS ADMISIBLES DE PASO Y CONTACTO .....	13



## 1. NIVELES DE AISLAMIENTO

Los niveles de aislamiento asociados con los equipos a instalar en la subestación cumplirán con los niveles de aislamiento indicados en las tablas 1 y 2 de la ITC-RAT 12 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión.

TENSIÓN NOMINAL (kV eficaces)	Tensión más elevada para el material (kV eficaces)	Tensión soportada nominal a frecuencia industrial (kV eficaces)	Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo (kV cresta)
220	245	460	1050
30	36	70	170

Se instalarán pararrayos en ambos niveles de tensión, lo más próximo posible a las bornas del transformador de potencia, debido a que la aparamenta exterior está expuesta a descargas atmosféricas.

## 2. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Las distancias mínimas entre fases y entre fase y tierra de aislamiento en aire para los niveles de tensión de aislamiento vienen fijados en las tablas 1 y 2 de la ITC-RAT 12 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y son:

TENSIÓN NOMINAL (kV eficaces)	Tensión más elevada para el material kV eficaces	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm)
220	245	2100
30	36	320

### 2.1. Pasillos de servicio:

Cualquier elemento en tensión del parque intemperie de la subestación estará situado a una altura mínima sobre el suelo de 230 cm según establece el apartado 4.1.5 de la ITC-RAT 15, considerando como parte en tensión la línea de contacto del elemento aislante con su zócalo o soporte.

Por otro lado, los elementos en tensión no protegidos que se encuentren sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima "h" sobre el suelo medida en cm, igual a 250 + d. el valor de la distancia "d" es la distancia mínima de aislamiento fase-tierra para instalaciones de interior, en nuestro caso:

$$H = 250 + 210 = 460 \text{ cm}$$

Distancia respetada según se observa en los planos de la subestación.



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

Los sistemas de protección que deban establecerse en el interior de la instalación para evitar contactos accidentales con elementos en tensión, guardarán unas distancias mínimas medidas en horizontal a los elementos en tensión que se respetaran en la zona comprendida entre el suelo y una altura de 2 m y que según el sistema de protección elegido y expresadas en centímetros, serán:

1. De los elementos en tensión a pantallas o tabiques macizos de 180 cm de altura mínima:
2.  $B = d + 3$
3. De los elementos en tensión a pantallas de enrejados:  $C = d + 10$
4. De los elementos en tensión a berreras:  $E = d + 30$ , como mínimo de 125cm

Siendo 'd' la distancia expresada en cm de las tablas 1 y 2 de la ITC-RAT 12.

En el caso de la subestación objeto de este proyecto las distancias mínimas a considerar se indican en la tabla siguiente:

TENSIÓN NOMINAL (kV eficaces)	Tensión más elevada para el material kV eficaces	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm)	$B = d + 3$ (cm)	$C = d + 10$ (cm)	$E = d + 30$ (cm)
220	245	2100	213	220	240
30	36	320	35	42	62 (125)

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

Para evitar los contactos accidentales desde el exterior del cierre del recinto de la instalación con los elementos en tensión, deberá existir entre estos y el cierre la distancia mínima de seguridad, medida en horizontal y expresada en centímetros, que se indica a continuación:

1. De elementos en tensión al cierre cuando este es una pared maciza de altura  $k < 250 + d$ :  $F = d + 100$
2. De elementos en tensión al cierre cuando este es una pared maciza de altura  $k \geq 250 + d$ :  $B = d + 3$
3. De elementos en tensión al cierre cuando este es un enrejado de cualquier altura  $k \geq 220$ :  $G = d + 150$

La cuadrícula del enrejado será como máximo de 50x50 mm.





TENSIÓN NOMINAL (kV eficaces)	Tensión más elevada para el material kV eficaces	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm)	F = d+100 (cm)	B = d + 3 (cm)	E = d + 150 (cm)
220	245	2100	310	213	360
30	36	320	132	35	182

### 3. COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO

Se pretende coordinar el aislamiento del conjunto de la aparamenta con los niveles de protección de los pararrayos a instalar, así como calcular la distancia, medida a lo largo de las conexiones, que protegen dichos pararrayos comprobando así su correcto funcionamiento.

Los pararrayos elegidos son de ZnO por lo que las consideraciones técnicas para la elección de este tipo de pararrayos es la siguiente:

- 1º Determinar la máxima tensión de operación del sistema. Para ello se utilizará la curva MCOV (Maximun Continuous Operating Voltage) de los pararrayos.
- 2º Considerar las sobretensiones temporales de onda 50 Hz, de tiempo apreciable (faltas a tierra, cortocircuitos, etc.)
- 3º Elegir el tipo de pararrayos en función de los valores obtenidos en los dos puntos anteriores.
- 4º Verificar la coordinación de aislamiento a proteger con el nivel de protección del pararrayos.

Tensión más elevada de la red: 245 kV

BIL (Basic Impulse Insulation Level) de los aparatos: 1050 kV

Tensión más elevada de la red: 36 kV

BIL (Basic Impulse Insulation Level) de los aparatos: 170 Kv

$$1. \quad U_{simple} = \frac{U_m}{\sqrt{3}} = \frac{245}{\sqrt{3}} \quad U_{simple} = \frac{U_m}{\sqrt{3}} = \frac{35}{\sqrt{3}}$$

En la gráfica que da el fabricante se observa que los pararrayos pueden soportar sobretensiones de 0,8 veces su valor nominal ( $U_r$ ) durante tiempo indefinido.

$$U1 = \frac{U_{simple}}{K_o} = \frac{141,45}{0,8} \quad U1 = \frac{U_{simple}}{K_o} = \frac{20,78}{0,8}$$



Un (kV)	U max (kV)	Um f-t (kV)	U1 (kV)
220	245	141,45	176,81
30	35	20,78	25,98

2. Aplicando el coeficiente de defecto a tierra que es 1'4 de la tensión simple máxima y admitiendo un tiempo de despeje de la p.a.t de 10 segundos, tendremos:

$$U2 (245 \text{ kV}) = \frac{U \text{ max} \cdot 1.4}{Kt} = \frac{141,45 \cdot 1.4}{1} = 198,03 \text{ kV}$$

Kt es la capacidad del pararrayos contra sobretensiones temporales, el cual depende del tiempo de duración de la sobretensión

Es decir, eligiendo un pararrayos de 198 kV se podría soportar una sobretensión de un 80 % durante 10 segundos.

Aplicando el coeficiente de defecto a tierra que es 1'4 de la tensión simple máxima y admitiendo un tiempo de despeje de la falta de 2 segundos tendremos:

$$U2 (35 \text{ kV}) = \frac{U \text{ max} \cdot 1.4}{Kt} = \frac{20,78 \cdot 1.4}{1.033} = 28.6 \text{ kV}$$

Es decir, eligiendo un pararrayos de 28,16 kV se podría soportar una sobretensión de un 80 % durante 2 segundos.

3. Se elige el tipo de pararrayos de manera que la tensión nominal sea de un valor comercial superior a la mayor de las dos tensiones nominales calculadas (U1 y U2), en este caso 198 kV.

La clase se fija considerando la máxima corriente de descarga que se pueda presentar en caso de un cortocircuito. En este caso "Station type" de 10 kA, clase 3.

La tensión residual de un pararrayos de Ur=198 kV es 485 kV.

En el nivel de 30 kV, elegimos igual, en este caso 30 kV.

La clase se fija considerando la máxima corriente de descarga que se pueda presentar en caso de un cortocircuito. En este caso "Station type" de 10 kA, clase 2.



La tensión residual es 77,7kV.

4.

NIVEL 220 kV:

$$\left( \frac{BIL}{Tensión\ residual} \right) \geq 1,4 \rightarrow \frac{1050}{485} = 2,16 \geq 1,4$$

Por consiguiente cumple la coordinación de seguridad exigida.

NIVEL 30 kV:

$$\left( \frac{BIL}{Tensión\ residual} \right) \geq 1,4 \rightarrow \frac{170}{77,7} = 2,19 \geq 1,4$$

Por consiguiente cumple la coordinación de seguridad exigida.

#### 4. INTENSIDADES NOMINALES

##### 4.1. INTENSIDAD POSICIÓN DE LÍNEA SET CARTUJOS 220 kV

La intensidad primaria en la posición de línea viene dada por la expresión:

$$I_{P\_L} = \frac{S}{V_p \sqrt{3}} = 842,88\text{ A}$$

Donde:

S= potencia a transportar en kVA

V<sub>p</sub> = tensión primaria en kV

I<sub>P\_T</sub>= intensidad primaria en A

##### 4.2. INTENSIDAD POSICIÓN DE LÍNEA SET ARBEQUINA 220 kV

La intensidad primaria en la posición de línea viene dada por la expresión:

$$I_{P\_L} = \frac{S}{V_p \sqrt{3}} = 711,66\text{ A}$$

Donde:

S= potencia a transportar en kVA

V<sub>p</sub> = tensión primaria en kV

I<sub>P\_T</sub>= intensidad primaria en A

##### 4.3. INTENSIDAD POSICIÓN TRAF0 55/65 MVA LADO 220 kV

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



$$I_{P\_T} = \frac{S}{V_p \sqrt{3}} = 170,58 \text{ A}$$

Donde:

S= potencia del transformador en kVA

V<sub>p</sub> = tensión primaria en kV

I<sub>P\_T</sub>= intensidad primaria en A

#### 4.4. INTENSIDAD POSICIÓN TRAF0 55/65 MVA LADO 30 kV

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

$$I_{P\_S} = \frac{S}{V_s \sqrt{3}} = 1.250,93 \text{ A}$$

Donde:

S= potencia del transformador en kVA

V<sub>s</sub> = tensión primaria en kV

I<sub>S\_T</sub>= intensidad primaria en A

#### 4.5. INTENSIDAD POSICIÓN BATERÍA DE CONDENSADORES

La intensidad en cada posición de batería de condensadores (2 baterías de condensadores de 3,6 kVAr, una para cada parque fotovoltaico) viene dada por la expresión:

$$I_{BC} = \frac{S}{V_s \sqrt{3}} = 69,28 \text{ A}$$

Donde:

P<sub>BC</sub> = potencia de la batería en kVAr

V = tensión nominal en kV

I<sub>BC</sub> = intensidad batería en A

#### 4.6. INTENSIDAD POSICIÓN TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES

La intensidad en la posición de transformador de servicios auxiliares viene dada por la expresión:

$$I_{SSAA} = \frac{S}{V_{SSAA} \sqrt{3}} = 3.85 \text{ A}$$



Donde:

$P_{SSAA}$  = potencia aparente del transformador de servicios auxiliares en kVA

$V$  = tensión nominal en kV

$I_{SSAA}$  = intensidad en la posición de transformador de servicios auxiliares en A

## 5. CÁLCULOS CONDUCTORES

### 5.1. NIVEL DE 220 kV

El conductor seleccionado para realizar la conexión entre aparatos dentro del parque intemperie es un conductor homogéneo de aluminio tipo LA-380, de 381 mm<sup>2</sup> de sección y 1.275 kg/km de peso, en configuración dúplex.

#### 5.1.1. Intensidad máxima admisible:

La intensidad máxima admisible según el reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión vigente, puede transportar ese conductor es de:

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

Donde:

$D$  = es la densidad de corriente admisible según la sección del cable en A/mm<sup>2</sup>.

$S$  = sección del cable en mm<sup>2</sup>.

$K$  = es un coeficiente que depende de la composición del cable.

En nuestro caso tenemos que:

$D = 1,988 \text{ A/mm}^2$  (obtenida interpolando linealmente)

$S = 381 \text{ mm}^2$

$K = 0,95$

Por lo tanto, la intensidad máxima admisible que puede transportar ese conductor es de 719,67 A; al tratarse de un haz dúplex, la intensidad por fase será de 1.439,34 A; este valor es superior al valor máximo esperado en la instalación calculada:

$$I_{P\_L} = 842,88 \text{ A}$$

#### 5.1.2. Intensidad de cortocircuito:

La corriente de cortocircuito admisible se calcula mediante la expresión:

$$I_{cc} = \frac{k \cdot S}{\sqrt{t}} = 99,96 \text{ kA}$$



Donde:

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

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

t = duración del cortocircuito en segundos

Superior al valor máximo esperado en la instalación para 220 kV (17,5 kA).

### 5.1.3. Efecto Corona:

El efecto corona se produce cuando el conductor adquiere un potencial lo suficientemente elevado como para dar un gradiente de campo eléctrico radial igual o superior a la rigidez dieléctrica del aire. Será interesante por lo tanto, comprobar si en algún punto de del parque intemperie 220 kV de la subestación se llega a alcanzar la tensión crítica disruptiva. Para ello, utilizaremos la fórmula de Peek:

$$U_c = V_c \cdot \sqrt{3} = \frac{29,8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot m_c \cdot \delta \cdot m_T \cdot r \cdot \ln \frac{D}{r}$$

Donde:

UC = tensión compuesta crítica eficaz en kV para la que empiezan las pérdidas por efecto corona, o sea, tensión crítica disruptiva

VC= tensión simple correspondiente

29,8 = valor máximo o de cresta, en kV/cm, de la rigidez dieléctrica del aire a 25 °C de temperatura, y a la presión barométrica de 76 cm de columna de mercurio

mC = coeficiente de rugosidad del conductor (consideramos 0,85 para cables)

mT = coeficiente meteorológico (consideramos tiempo seco, mT = 1)

r = radio del conductor en cm

D = distancia media geométrica entre fases, en cm

δ = factor de corrección de la densidad del aire, función de la altura sobre el nivel del mar

El valor de δ se calculará por:

$$\delta = \frac{3,921 \cdot h}{273 + \theta}$$

donde:

h = presión barométrica en cm de columna de mercurio



$\theta$  = temperatura en grados centígrados, correspondiente a la altitud de punto que se considere

El valor de  $h$  es función de la altitud sobre el nivel del mar. En nuestro caso vamos a considerar un valor 470 metros sobre el nivel del mar y una temperatura media de 15 °C.

El efecto corona depende en gran medida del diámetro del conductor; en nuestro caso vamos a considerar el caso más desfavorable, que sería 381 mm<sup>2</sup> (LA-380) en la posición, por lo que el radio será de 1,269 cm.

Considerando una distancia entre fases de 4 metros, la distancia media geométrica será:

$$D = \sqrt[3]{D_{1-2} \cdot D_{2-3} \cdot D_{1-3}} = 504 \text{ cm}$$

De esta forma podemos ya calcular el valor de la tensión crítica disruptiva, y se obtienen los valores:

Para tiempo seco:  $U_c = 301,5 > 245 \text{ kV}$

Por lo que no se produce efecto corona

Para tiempo húmedo:  $U_c = 241,2 \text{ kV} < 245 \text{ kV}$

Por lo que puede producirse efecto corona si la tensión en la posición es lo suficientemente elevada.

Para el cálculo de las pérdidas de potencia por conductor producidas por efecto corona, utilizaremos la siguiente fórmula, debida también a Peek:

$$P = \frac{241}{\delta} \cdot (f + 25) \cdot \sqrt{\frac{r}{D}} \cdot \left[ \frac{U_{\max}}{\sqrt{3}} - \frac{U_c}{\sqrt{3}} \right]^2 \cdot 10^{-5} \text{ kW / Km}$$

donde:

$U_{\max}$  = tensión compuesta más elevada en kV.

$U_c$  = tensión compuesta crítica disruptiva, capaz de producir el efecto corona, en kV.

$f$  = frecuencia en periodos por segundo.

$r$  = radio del conductor en cm.

$D$  = distancia media geométrica entre fases en cm.

$\delta$  = factor de corrección de la densidad del aire, función de la altura sobre el nivel



del mar.

Calculamos las pérdidas para el caso de tiempo húmedo:

$$P=0,04 \text{ KW/km}$$

La pérdida total por fase será:

$$PTOT = 0,04 \text{ kW/km} \cdot 0,063 \text{ km} = 0,00252 \text{ kW}$$

y en los tres conductores:

$$PTOT = 0,00756 \text{ W}$$

## 5.2. NIVEL DE 30 kV

Se pretende comprobar el tipo de cable aislado para la salida de las cabinas de trafo 30 kV, de salida al transformador de potencia 55 / 65 MVA.

Para la conexión entre cada celda de protección del transformador de potencia con éste, se proyectan dos ternas de RHZ1 18/30 kV de 400 mm<sup>2</sup> de Cu, instalados en canal prefabricado, por cada semibarra de 30 kV.

### 5.2.1. Puente 30 kV PE SIKITITA – TR

La intensidad nominal que circulará por los cables será de:

$$I_{A-T} = \frac{S}{V_p \sqrt{3}} = \frac{50,000}{30 \cdot \sqrt{3}} = 962,25 \text{ A}$$

Para la conexión de la celda de protección del trafo con éste, se proyectan 2 ternas de cable aislado tipo RHZ1 18/30 kV de Cu de 400 mm<sup>2</sup>, separadas 20 cm.

La intensidad máxima admisible para 2 ternas de cable aislado es:

$$I_{\max} = n \cdot I_{\max \text{ adm}} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 = 2 \cdot 790 \cdot 0,84 \cdot 0,85 \cdot 0,9 = 1015,30 \text{ A} > I_{S-T}$$

Donde:

n=número de conductores en paralelo

C1= Coeficiente de reducción por aumento de temperatura en canal.

C2= Coeficiente de reducción por agrupamiento de ternas

C3= Coeficiente de reducción por desequilibrio

- Intensidad de cortocircuito máxima admisible:





La línea estará protegida en la celda de MT por un interruptor automático con tiempo de desconexión por cortocircuito de 0,5 seg. Para este tiempo de desconexión, considerando una temperatura inicial del conductor de 90 °C y final de 250 °C, la intensidad de cortocircuito vendrá dada por la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = \frac{k * S}{\sqrt{t}}$$

Donde:

S = Sección del conductor

t = tiempo de duración del cortocircuito

K= Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito.

Para  $t_i = 90^{\circ}\text{C}$  y  $t_f = 250^{\circ}\text{C}$  se tiene:

Conductor de Aluminio, K = 94

Conductor de Cobre, K = 143

$$I_{cc} = \frac{k * S}{\sqrt{t}} = 80,89 \text{ kA}$$

## 6. RED DE TIERRAS

El diseño de la puesta a tierra está sometido al cumplimiento de la instrucción ITC RAT-13 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión.

Toda instalación eléctrica deberá disponer de una protección o instalación de tierra diseñada en forma tal que, en cualquier punto normalmente accesible del interior o exterior de la misma donde las personas puedan circular o permanecer, éstas queden sometidas como máximo a las tensiones de paso y contacto (durante cualquier defecto en la instalación eléctrica o en red unida a ella) que resulten de la aplicación de las fórmulas que se recogen a continuación.

Para definir el tiempo de duración de la falta aplicable, se tendrá en cuenta el funcionamiento correcto de las protecciones y los dispositivos de maniobra, vamos a considerar un tiempo de falta de  $t_f = 0,5$  seg para poder conocer a través de la siguiente tabla las tensiones de paso y contacto admisibles.



## 6.1. TENSIONES MÁXIMAS ADMISIBLES DE PASO Y CONTACTO

Calcularemos las tensiones máximas admisibles de paso y contacto según se indica en la ITC-RAT 13:

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

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

Siendo:

$U_{ca}$ = tensión de contacto aplicada admisible en el cuerpo humano. Tabla 1 de la ITC-RAT 13, para  $t=0,5$  seg.  $U_{ca}= 204$  V.

$\rho_s$ = resistividad superficial del terreno

$h_s$ =espesor de la capa superficial (consideramos 0,15 m)

$R_{a1}$ = resistencia del calzado ( $R_{a1}= 2000 \Omega$ )

Considerando que el acabado en grava para el suelo de la subestación presenta una resistividad de  $3000 \Omega m$ , calcularemos la resistividad superficial equivalente y los valores máximos admisibles de la tensión de paso y contacto:

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

Siendo,  $\rho_s^*$ = resistividad de la capa superficial, por lo que se obtiene:

$$C_s = 0,71$$

$$\rho_{s \text{ interior SET}} = \rho_s^* \cdot C_s = 2.134 \Omega m$$

Obtenemos:

Valores admisibles de $U_c$ y $U_p$		
ZONA	$U_c$	$U_p$
Interior SET (con grava)	1.126,27	38.930,84
Exterior SET (sin grava)	561,00	16.320,00



### 6.1.1. RESISTENCIA DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA

La red de puesta a tierra de la instalación consistirá en un mallado de 80,92 x 64,75 m aproximadamente de cable de cobre de 95 mm<sup>2</sup> de sección, enterrado a una profundidad de 0,8 m con un perimetral exterior y otro interior a la valla, más uno exterior al edificio de control.

Para el cálculo de la resistencia de tierra del electrodo proyectado, y después de observar las características del suelo, se estima una resistividad media del terreno de 500 Ω·m. Aplicando la fórmula para esta configuración de electrodo que nos da el reglamento:

$$R = \frac{\rho}{4 \cdot r} + \frac{\rho}{L}$$

y siendo:

R = resistencia de tierra del electrodo en Ohmios

ρ = resistividad del terreno en Ohmios·metro

L = longitud total de los conductores enterrados (unos 3.307 m)

r = radio en m de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla

Siendo el área ocupada por la red de unos 5.239 m<sup>2</sup>, podemos calcular la resistencia de la malla:

$$R = \frac{\rho}{4 \cdot r} + \frac{\rho}{L} = \frac{500}{4} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{S}} + \frac{500}{3307} = \frac{500}{4} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{5239}} + \frac{500}{3307} = 3,21 \Omega$$

### 6.1.2. VALORES REALES DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO

Los valores reales de tensión de paso y contacto se van a calcular según el método propuesto en la ANSI/I.E.E.E. GUIDE FOR SAFETY IN AC SUBSTATION GROUNDING 1986 para esta configuración de electrodo, cuyas fórmulas se resumen a continuación:

$$E_s = \rho \cdot K_s \cdot K_j \frac{I}{L_s}$$

$$E_m = \rho \cdot K_m \cdot K_j \frac{I}{L_m}$$



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

$$K_j = 0,644 + 0,148n$$

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

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

$$K_h = \sqrt{1 + \frac{h}{h_0}} ; h_0 = 1$$

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

$$n_a = \frac{2L_c}{L_p}$$

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

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

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

Donde:

$E_m$  = diferencia de potencial del conductor de la malla y la superficie del terreno al centro del rectángulo de la malla

$E_s$  = tensión de contacto a una distancia horizontal de un metro

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

$I$  = intensidad de defecto (A)

$L_c$  = longitud del cable enterrado (unos 3.307 m)

$L_p$  = longitud del perímetro de la red (291,33 m)

$L_x$  = máxima longitud del cable de tierra en el eje longitudinal

$L_y$  = máxima longitud del cable de tierra en el eje transversal

$D_m$  = distancia máxima entre dos puntos de la red de tierras.

$H$  = profundidad de enterramiento (0,8 m)



$A$  = Área cubierta por la malla (5.239 m<sup>2</sup>)

$D$  = separación media entre conductores paralelos (unos 3 m)

$d$  = diámetro del conductor (0,0126 m)

$n$  = número efectivo de conductores en paralelo

Para que los resultados sean admisibles se tiene que cumplir que:

$$E_s < V_p$$

$$E_m < V_c$$

	VP Admisible	VP Calculada (Es)	VC Admisible	VC Calculada (Em)
Interior (con grava)	38.931	741,20	1.126	722,42
Exterior (sin grava)	16.320	741,20	561,00	722,42

Para que la tensión de contacto cumpla en el exterior del recinto, y en caso de que sea necesario tras realizar mediciones en la fase de puesta en marcha, se instalará la valla de la Subestación a 1 m del perímetro de la malla hacia el interior y conectada a ésta, con lo que nuestro sistema no presentará peligros significativos para el personal por trasvase de potenciales peligrosos.

En aplicación del Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, una vez efectuada la instalación de puesta a tierra se medirán las tensiones de paso y de contacto, asegurándose de que los valores obtenidos están dentro de los márgenes que garantizan la seguridad de las personas



## **ANEJO 4**

### **ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**



## ÍNDICE ANEJO 4

1. GESTIÓN DE RESIDUOS .....	2
2. IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (SEGÚN ORDEN MAM/304/2002) .....	3
3. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE CADA TIPO DE RESIDUO .....	7
4. MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN Y PREVENCIÓN DE RESIDUOS.....	8
5. MEDIDAS DE SEPARACIÓN DE RESIDUOS.....	8
6. GESTIÓN DE RESIDUOS.....	10
6.1. Reutilización.....	10
6.2. Valorización.....	10
6.3. Eliminación.....	11
7. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS.....	12
8. CONCLUSIÓN .....	13



## 1. GESTIÓN DE RESIDUOS

En el presente anejo, se establecen unas directrices y se elaboran una serie de recomendaciones y obligaciones, que se deberán tener en cuenta y cumplir durante el transcurso de la obra en cuanto al tratamiento de los residuos que se produzcan en la misma propios de las diferentes actuaciones que existan, y en cumplimiento del Real Decreto 105/2008 de 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, fomentando por este orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción.

De acuerdo con el mencionado R.D. se realizará una separación de los distintos residuos que se vayan a generar en obra y se trasladaran los mismos a un lugar conveniente para su tratamiento. Consiguiendo principalmente, con la aplicación de este Real Decreto, que todos aquellos residuos que se generan de las obras de construcción, sean tratados de manera que se aprovechen al máximo desde el punto de vista de reciclado y reutilización de los materiales obtenidos en dichas demoliciones y evitar de esta manera el depósito directo de todos estos materiales en un vertedero público cualquiera sin ningún tipo de tratamiento previo.

La elaboración del presente anejo de gestión de residuos se realiza en base a la siguiente normativa:

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y escombros.
- Decreto 262/2006, de 27 de diciembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el reglamento de la producción, posesión y gestión de los residuos de la construcción y la demolición, y del régimen jurídico del servicio público de eliminación y valorización de escombros que no procedan de obras menores de construcción y reparación domiciliaria en la Comunidad Autónoma de Aragón, modificado por el Decreto 117/2009, de 23 de junio.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la cual se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Decreto Legislativo 1/2009, de 21 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley reguladora de los residuos.
- Plan Nacional de residuos de la construcción y demolición (PNRCD) 2008-2015.





## 2. IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (SEGÚN ORDEN MAM/304/2002)

A continuación se indican los posibles residuos que se generarían en la fase de construcción de las instalaciones, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
	<b>17</b>	<b><i>Residuos de la construcción y demolición.</i></b>
	<b>17 01</b>	<b>Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos</b>
X	17 01 01	Hormigón
X	17 01 02	Ladrillos
X	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
	17 01 06*	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que contienen sustancias peligrosas
	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06
	<b>17 02</b>	<b>Madera, vidrio y plástico</b>
X	17 02 01	Madera
	17 02 02	Vidrio
X	17 02 03	Plástico
	17 02 04*	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas
	<b>17 03</b>	<b>Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados</b>
	17 03 01*	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla
	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01
	17 03 03*	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
	<b>17 04</b>	<b>Metales (incluidas sus aleaciones)</b>
	17 04 01	Cobre, bronce, latón
	17 04 02	Aluminio

PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO  
SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV  
01. Memoria - Anejos



	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
	17 04 03	Plomo
	17 04 04	Zinc
X	17 04 05	Hierro y acero
	17 04 06	Estaño
X	17 04 07	Metales mezclados
	17 04 09*	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
	17 04 10*	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas
X	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
	<b>17 05</b>	<b>Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje</b>
	17 05 03*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas
X	17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 05*	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05
	17 05 07*	Balasto de vías férreas que contienen sustancias peligrosas
	<b>17 06</b>	<b>Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto</b>
	17 06 01*	Materiales de aislamiento que contienen amianto
	17 06 03*	Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas
X	17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03
	17 06 05*	Materiales de construcción que contienen amianto (6)
	<b>17 08</b>	<b>Materiales de construcción a partir de yeso</b>
	17 08 01*	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con sustancias peligrosas
X	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01
	<b>17 09</b>	<b>Otros residuos de construcción y demolición</b>
	17 09 01*	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio

PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO  
SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV  
01. Memoria - Anejos



	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
	17 09 02*	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB (por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a partir de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB)
	17 09 03*	Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas
X	17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03
	<b>15</b>	<b><i>Residuos de envases ; absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección no especificados en otra categoría</i></b>
	<b>15 01</b>	<b>Envases (incluidos los residuos de envases de la recogida selectiva municipal)</b>
	15 01 01	Envases de papel y cartón
	15 01 02	Envases de plástico
	15 01 03	Envases de madera
	15 01 04	Envases metálicos
	15 01 05	Envases compuestos
	15 01 06	Envases mezclados
	15 01 07	Envases de vidrio
	15 01 09	Envases textiles
X	15 01 10*	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas
	15 01 11*	Envases metálicos, incluidos los recipientes a presión vacíos, que contienen una matriz porosa sólida peligrosa (por ejemplo, amianto)
	<b>15 02</b>	<b>Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras</b>
X	15 02 02*	Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas
	15 02 03	Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras distintos de los especificados en el código 15 02 02
	<b>13</b>	<b><i>Residuos de aceites y de combustibles líquidos (excepto los aceites comestibles y los de los capítulos 05, 12 y 19)</i></b>
	<b>13 01</b>	<b>Residuos de aceites hidráulicos</b>
	13 01 09*	Aceites hidráulicos minerales clorados

PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO  
SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV  
01. Memoria - Anejos



	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
	13 01 10*	Aceites hidráulicos minerales no clorados
	13 01 11*	Aceites hidráulicos sintéticos
	13 01 12*	Aceites hidráulicos fácilmente biodegradables
	<b>13 02</b>	<b>Residuos de aceites de motor, de transmisión mecánica y lubricantes</b>
	13 02 04*	Aceites minerales clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
X	13 02 05*	Aceites minerales no clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
	13 02 06*	Aceites sintéticos de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
	13 02 07*	Aceites fácilmente biodegradables de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
	13 02 08*	Otros aceites de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
	<b>13 07</b>	<b>Residuos de combustibles líquidos</b>
	13 07 01*	Fuel oil y gasóleo
	13 07 02*	Gasolina
	13 07 03*	Otros combustibles (incluidas mezclas)
	<b>20</b>	<b>Residuos municipales (residuos domésticos y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones), incluidas las fracciones recogidas selectivamente</b>
	<b>20 01</b>	<b>Fracciones recogidas selectivamente (excepto las especificadas en el subcapítulo 15 01)</b>
X	20 01 01	Papel y cartón
	20 01 02	Vidrio
	20 01 08	Residuos biodegradables
	20 01 13*	Disolventes
	20 01 39	Plásticos
	20 01 40	Metales
	<b>20 03</b>	<b>Otros residuos municipales</b>
X	20 03 01	Mezclas de residuos municipales

Los residuos que aparecen en la lista señalados con un asterisco (\*) se consideran residuos peligrosos de conformidad con la Directiva 91/689/CEE sobre residuos



peligrosos a cuyas disposiciones están sujetos a menos que se aplique el apartado 5 del artículo 1 de esa Directiva.

### 3. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE CADA TIPO DE RESIDUO

Dadas las características de la obra, se ha realizado una estimación, tanto en peso como en volumen, en función de la tipología del residuo generado, y que se especifica en la siguiente tabla:

CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD (t)	CANTIDAD (m³)
17 01 01	Hormigón	33,10	19,469
17 02 01	Madera	3,23	2,949
17 02 03	Plástico	0,20	0,227
17 04 01	Cobre, bronce, latón	0,35	0,039
17 04 05	Hierro y acero	2,77	0,355
17 04 07	Metales mezclados	0,14	0,018
20 01 01	Papel y cartón	0,19	0,147
20 03 04	Lodos de fosas sépticas	0,32	0,269
20 03 01	Restos asimilables a urbanos	0,02	0,031
20 02 01	Residuos vegetales biodegradables (podas y talas)	0,03	0,115
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	2,81	1,701
17 09 04	Residuos mezclados de construcción distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03	3,31	2,069
15 02 02*	Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas (RP)	0,02	0,036
17 05 03*	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas (RP)	11,04	7,357
13 02 05*	Aceites minerales no clorados de motor de transmisión mecánica y lubricantes (RP).	0,00	0,000
15 01 10*	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminadas por ellas (RP)	0,04	0,081



#### 4. MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN Y PREVENCIÓN DE RESIDUOS

Para prevenir la generación de residuos de la construcción y demolición durante la fase de obra o de reducir la generación de los mismos se han tenido en cuenta las siguientes acciones:

NO	SI	MEDIDA PREVENCIÓN / REDUCCIÓN
	X	Separación de residuos en origen ( en obra)
	X	Inventario de residuos peligrosos (si los hay)
	X	Separación de residuos biodegradables (basura orgánica)
	X	Nombramiento de responsable de prevención / reducción de residuos.
	X	Utilización de materiales prefabricados (elementos de hormigón, bloques prefabricados...)
	X	Utilización de materiales con mayor vida útil o que favorezcan su reutilización, reciclado, etc.
	X	Evitar derrames, fugas, roturas de material o inservible mediante un control de calidad.
X		Posibilidad de utilizar el material sobrante o No válido en otra obra o uso distinto.
	X	Control y medición de unidades de obra durante la recepción del material.
	X	Utilización de envases y embalajes reciclables de materiales para la construcción.
	X	Implantación de medidas de vigilancia y control de vertidos incontrolados.
	X	Otras a incluir por el poseedor de residuos (constructor)

#### 5. MEDIDAS DE SEPARACIÓN DE RESIDUOS

De acuerdo al artículo 5 del R.D.105/2008 el poseedor de residuos deberá proceder a su separación en fracciones, cuando se prevea que los residuos superen las siguientes cantidades:

RESIDUO RCD	PREVISTO (T)	LÍMITE (T)
HORMIGÓN	16,48 T	80,00 T



RESIDUO RCD	PREVISTO (T)	LÍMITE (T)
METAL	1,11 T	2,00 T
MADERA	1,04 T	1,00 T
VIDRIO	0,00 T	1,00 T
PLÁSTICO	0,07 T	0,50 T
PAPEL Y CARTÓN	0,06 T	0,50 T

Según la estimación de volumen de residuos realizada, se deberán tomar medidas de separación para cada fracción identificada en la tabla, que deberán ser confirmadas o modificadas por el poseedor de residuos. La cantidad de residuos de hormigón, metales, madera, plástico y papel y cartón son inferiores a las cantidades establecidas en el Real Decreto, por lo que se dispondrá en la obra un único contenedor en el que se depositen dichos residuos hasta su posterior recogida por la empresa gestora de residuos autorizada por el Gobierno de Aragón.

Además, será necesario contar con una zona en la que ubicar distintos bidones para almacenar los distintos residuos peligrosos generados en la obra, hasta su posterior recogida por la empresa gestora de residuos autorizada por el Gobierno de Aragón.

NO	SI	MEDIDA SEPARACIÓN
X		Eliminación previa de materiales desmontables (solo en caso de demolición)
X		Utilización de contenedores de gran volumen para RCD's (solo en caso de demolición)
X		Recogida de RCD's en obra (todo mezclado)
	X	Separación de residuos peligrosos RRPP's (si los hay)
	X	Acondicionamiento de zonas en obra para efectuar la separación de RCD's
	X	Nombramiento de responsable en obra de controlar y supervisar la separación de RCD's
	X	Utilización de contenedores públicos para residuos biodegradables (si los hay)
	X	Utilización de envases / sacos de 1 m³ para separación de RCD's



NO	SI	MEDIDA SEPARACIÓN
	X	Identificación de residuos mediante etiquetas o símbolos

## 6. GESTIÓN DE RESIDUOS

Los RCD's generados durante la ejecución de la obra se gestionarán mediante alguna de las operaciones siguientes (reutilización, valorización o eliminación). Estas medidas deberán ser confirmadas o modificadas por el poseedor de residuos.

### 6.1. Reutilización

Se ha estimado que una parte de las tierras procedentes de la excavación será reutilizada en la propia obra, para relleno y explanación. El excedente será transportado a vertedero o será utilizado para llevar a cabo una mejora de finca.

NO	SI	OPERACIÓN PREVISTA
	X	Se prevé alguna operación de reutilización
X		Previsión de reutilización en la misma obra o en otro emplazamiento externo
X		Reutilización de mezclas bituminosas en otras obras
	X	Reutilización de arena y grava en áridos reciclados o urbanización
X		Reutilización de ladrillos triturados o deteriorados en otras obras
X		Reutilización de material cerámico en otras obras
X		Reutilización de materiales NO pétreos: madera, yeso, vidrio en otras obras
X		Reutilización de materiales metálicos en otras obras

### 6.2. Valorización

La valorización de los residuos evita la necesidad de enviarlos a un vertedero controlado. Una gestión responsable de los residuos persigue la máxima valorización para reducir tanto como sea posible el impacto medioambiental.

NO	SI	OPERACIÓN PREVISTA
X		Valorización en la misma obra
	X	Entrega a gestor de RCD's autorizado





NO	SI	OPERACIÓN PREVISTA
X		Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía
X		Recuperación o regeneración de disolventes
	X	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas (basuras)
	X	Reciclado o recuperación de compuestos metálicos en fundiciones o similar
	X	Reciclado o recuperación de hormigones, gravas y arenas para hormigón nuevo, material de base en carreteras, sellado de vertederos...
	X	Reciclado o recuperación de mezclas bituminosas en plantas de asfalto
X		Regeneración de ácidos o bases
X		Tratamiento de suelos en beneficio de la agricultura

### 6.3. Eliminación

Para el resto de residuos que no se contempla reutilización o valorización, serán almacenados en los contenedores y recogidos por una empresa gestora de residuos autorizada por la Junta de Castilla y León.

NO	SI	OPERACIÓN PREVISTA
	X	Se prevé alguna operación de eliminación
	X	Depósito de RCD's en vertedero autorizado de residuos inertes
	X	Depósito en vertedero de residuos peligrosos
X		Eliminación de RCD's en incinerador



## 7. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

La valoración del coste previsto de la gestión de residuos de construcción y demolición será la siguiente:

CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD (m³)	P. Total (€)
17 01 01	Hormigón	19,469	800,00
17 02 01	Madera	2,949	200,00
17 02 03	Plástico	0,227	
17 04 01	Cobre, bronce, latón	0,039	
17 04 05	Hierro y acero	0,355	
17 04 07	Metales mezclados	0,018	
20 01 01	Papel y cartón	0,147	
20 03 04	Lodos de fosas sépticas	0,269	
20 03 01	Restos asimilables a urbanos	0,031	
20 02 01	Residuos vegetales biodegradables (podas y talas)	0,115	
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	1,701	0,43
17 09 04	Residuos mezclados de construcción distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03	2,069	180,00
15 02 02*	Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas (RP)	0,036	60,00
17 05 03*	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas (RP)	7,357	480,00
13 02 05*	Aceites minerales no clorados de motor de transmisión mecánica y lubricantes (RP).	0,000	0,00
15 01 10*	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminadas por ellas (RP)	0,081	60,00
<b>TOTAL DE RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN</b>			<b>1.780,43 €</b>

8. CONCLUSIÓN

Con lo expuesto en el presente anejo, se consideran identificados y estimados los residuos generados durante la construcción de SET "Almazara" 220 / 30 kV, así como la valorización del coste previsto en la gestión de dichos residuos.



## **ANEJO 5**

### **ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS**



## ÍNDICE ANEJO 5

1. OBJETO.....	2
2. NORMATIVA .....	2
3. CONSIDERACIONES GENERALES .....	2
4. INTERIOR DEL RECINTO DE LA SUBESTACIÓN .....	3
5. EXTERIOR DEL RECINTO DE LA SUBESTACIÓN.....	3
6. LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS .....	4
7. CONSIDERACIONES DE CÁLCULO.....	5
8. CÁLCULOS .....	6
8.1. Resultado de los cálculos .....	6
9. CONCLUSIONES.....	8



## 1. OBJETO

El objeto de este anexo es valorar los campos magnéticos que se producirán en SET "Almazara" 220 / 30 kV, proyectada en el término municipal de Belchite (provincia de Zaragoza), con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

El estudio comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que por razón del funcionamiento del seccionamiento pueden alcanzarse en su entorno, y su evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente.

## 2. NORMATIVA

El R.D. 337/2014 de 9 de mayo, recoge el "Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión" (RAT). Este nuevo Reglamento limita los campos electromagnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión, remitiendo al R.D. 1066/2001.

El R.D. 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se aprueba el "Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a las emisiones radioeléctricas", adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas. Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100  $\mu$ T).

En el RAT, las limitaciones y justificaciones necesarias aparecen indicadas en las instrucciones técnicas complementarias siguientes:

1. ITC-RAT-14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR. 4.7: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
2. ITC-RAT-15. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR. 3.15: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
3. ITC-RAT-20. ANTEPROYECTOS Y PROYECTOS. 3.2.1: Memoria.

## 3. CONSIDERACIONES GENERALES

La utilización de tecnologías modernas en la construcción de las subestaciones, como cables subterráneos y subestaciones compactas, permiten utilizar estas instalaciones



en lugares cercanos a los centros de consumo, sin alterar el medioambiente que las rodea.

Esto es debido a diversas causas:

- Todos los equipos de muy alta y alta tensión (220 kV, 132 kV, 66 kV y 45 kV) están formados por un sistema de hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ) con carcasa metálica que anula el campo eléctrico exterior y disminuye el campo magnético.
- Los transformadores por sí mismos no suponen una fuente significativa de campo eléctrico o magnético.
- Los cables subterráneos de alta y media tensión poseen una pantalla metálica que anula el campo eléctrico y disminuye el magnético. Además, son distribuidos en ternas, que es la configuración que genera menor campo magnético, al estar las fases más próximas entre sí, y por tanto compensarse el campo magnético generado por cada uno de los cables.
- Los niveles de campo magnético decrecen cuadráticamente con la distancia.

En todas las subestaciones se estudia la configuración óptima de los equipos de manera que el campo magnético se minimice. De igual manera, se realizan cálculos de campo magnético bajo las hipótesis de carga máximo para todos y cada uno de los equipos (peor caso posible) con lo que los valores de campo reales no superarán los calculados.

#### 4. INTERIOR DEL RECINTO DE LA SUBESTACIÓN

En el interior de una subestación, es decir la zona donde está toda la aparamenta eléctrica, los niveles de campo eléctrico y magnético pueden llegar a ser algo superiores a los generados por las líneas. Sin embargo, estos valores disminuyen rápidamente, ya que cancelación de campo generada debido a que los elementos se encuentran muy próximos es elevada.

#### 5. EXTERIOR DEL RECINTO DE LA SUBESTACIÓN

Los resultados de estos estudios se refieren al perímetro de la instalación, ya que es dónde el público puede acceder, y dependen de cada instalación en concreto (número de líneas tanto en alta como en media tensión, geometría de la instalación, existencia o no de galerías de salida de cables, etc.).

Los valores más elevados en el perímetro de la subestación se localizan bajo las líneas eléctricas que entran y salen de éstas, ya que son las propias líneas las que contribuyen como fuente principal de campo eléctrico y magnético en el perímetro de las subestaciones.



En 2004, Red Eléctrica de España realizó una campaña de mediciones del campo magnético en el perímetro de las subestaciones, obteniendo los siguientes datos:

	Campo eléctrico	Campo magnético
Subestaciones de 220 kV:	0,0 - 0,7 kV/m	0,0 - 1,0 µT
Subestaciones de 400 kV:	0,0 - 3,5 kV/m	0,0 - 4,0 µT

Datos campaña de mediciones REE

Dicha información queda reflejada en el documento de UNESA "Campos eléctricos y magnéticos de 50 Hz. Una revisión actualizada en 2016".

En el caso de las subestaciones blindadas en edificio, los valores de campo eléctrico registrados en su perímetro son aún mucho más bajos. El campo eléctrico es apantallado por el propio edificio, siendo las líneas de entrada y salida en la subestación la única fuente que genera campo eléctrico en las inmediaciones de la misma.

Respecto al campo magnético, los valores registrados en el borde de la subestación son también inferiores a los de aquellas con configuración convencional debido a que al encontrarse todos sus elementos más próximos entre sí se genera una mayor cancelación del campo magnético que producen. En resumen, fuera de la subestación, los valores de campo eléctrico y magnético existentes son los generados por las propias líneas de entrada y salida.

Lo que es común a todos los casos es el cumplimiento de los valores máximos establecidos por la normativa vigente, valores que poseen amplios márgenes de seguridad.

## 6. LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS

Los campos magnéticos de baja frecuencia son generados por corrientes eléctricas de acuerdo con las ecuaciones de Maxwell. Generalmente, las corrientes en las subestaciones quedan confinadas a conductores rectilíneos (líneas o buses), por lo que dichas ecuaciones pueden ser sustituidas por la ley de Biot-Savart.

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_0^l \frac{d\vec{l} * \vec{u}_r}{r^2}$$

Dónde:

- $\vec{B}$  : es la intensidad del campo magnético creado en un punto P. [T]





- $\mu_0$ : es la permeabilidad magnética del vacío [ $\text{m}\cdot\text{kg}/\text{C}^2$ ].
- $I$ : es la intensidad de corriente que circula por  $d\vec{l}$  [A].
- $d\vec{l}$ : vector en la dirección de la intensidad de corriente [m]
- $\vec{u}_r$ : es un vector unitario que une el elemento de corriente  $I d\vec{l}$  con el punto P donde se mide la intensidad del campo magnético  $\vec{B}$ .

Para el cálculo del campo generado por un conductor rectilíneo, en el que la longitud es muy superior al radio de éste, se integra la anterior ecuación y se obtiene:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi r}$$

El análisis sirve para realizar una aproximación a la realidad; ahora bien, para el cálculo preciso del campo electromagnético en toda la superficie de las subestaciones, en la mayor parte de los casos se requiere del uso de programas de simulación informática.

## 7. CONSIDERACIONES DE CÁLCULO

Para obtener un análisis pormenorizado y detallado del campo magnético de todos los elementos de una subestación, así como de la superficie de ésta, es necesario realizar simulaciones informáticas que tengan en cuenta parámetros geométricos, eléctricos y ambientales.

No obstante, el cálculo analítico de los conductores que forman la subestación, resulta suficiente en la gran mayoría de los casos para calcular los valores límite de campo magnético, y si éstos están dentro de los valores que recomienda el R.D 1066/2001.

Consideraciones de cálculo:

1. Se tienen en cuenta exclusivamente los valores estimados de corriente (las corrientes a tierra son despreciadas).
2. La Tierra es un cuerpo no magnético.
3. La distorsión del campo magnético es debida a la estructura de acero de la subestación.
4. Las corrientes inducidas en los cables de contrapeso y los cables de tierra se ignoran.
5. No se tiene en cuenta el campo generado por los transformadores, sólo por los conductores. Esta simplificación no afecta de forma significativa a los resultados obtenidos según se indica en UNE- CLC/TR-50453.



6. No se consideran los posibles apantallamientos debidos a pantallas de cables o envolventes de la aparamenta eléctrica.

## 8. CÁLCULOS

Se van a considerar como elementos generadores de campo magnético a los siguientes:

- Cables de unión entre aparamenta de nivel de tensión 220 kV, para la posición de salida de línea.
- Cables de unión entre aparamenta de nivel de tensión 220 kV, para las posiciones de transformador.
- Tubos de embarrado 220 kV.

Se procede a calcular el campo magnético generado por estos elementos, en tres puntos exteriores al seccionamiento”.

Para los cables de unión de aparamenta, se toma como intensidad para el cálculo la máxima admisible por el cable LA-380, de 381 mm<sup>2</sup> de sección. La intensidad máxima admisible para el cable es de 720 A por cada cable del haz dúplex.

Para los tubos de embarrado, se toma como intensidad para el cálculo la máxima admisible por el tubo; en este caso, 1.790 A.

### 8.1. Resultado de los cálculos

A continuación se indican los campos magnéticos producidos por cada uno de los elementos indicados, en cada uno de los puntos de estudio. Todos los campos magnéticos se indican en microteslas,  $\mu T$ .

PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO  
SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV  
01. Memoria - Anejos

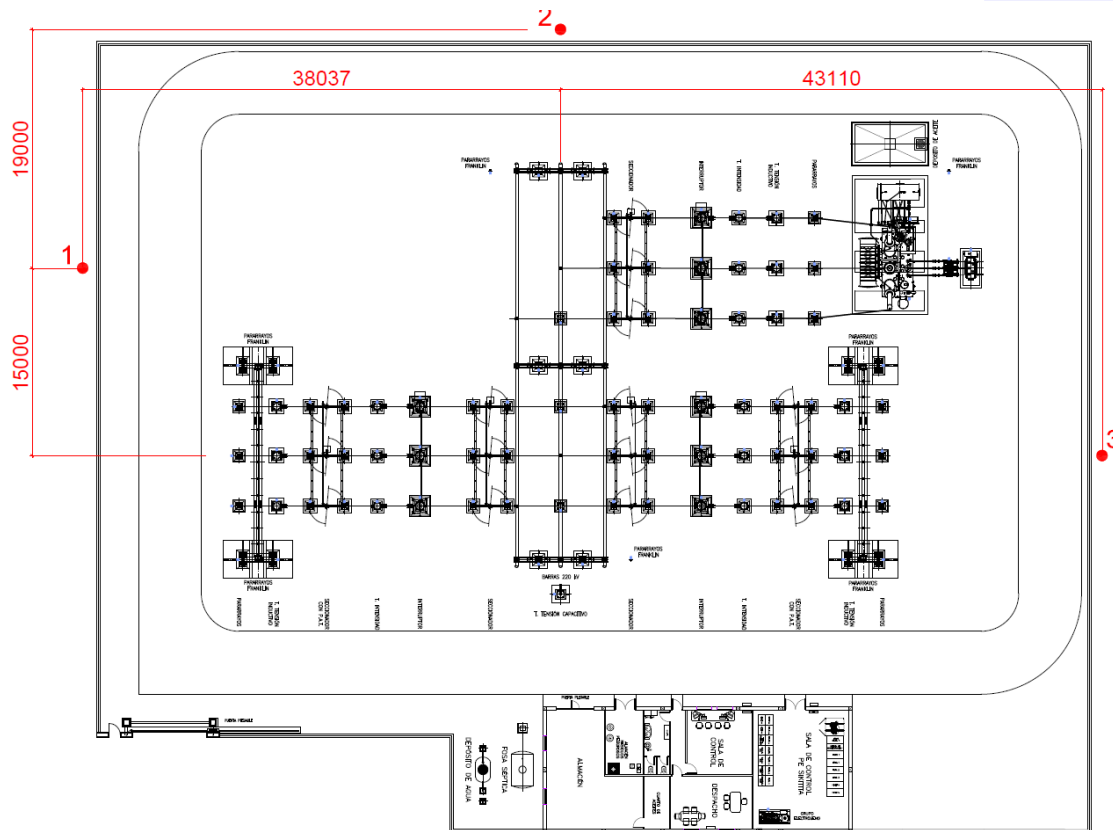


COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº Colegiado.: 0002474  
PEDRO MACHIN ITURRIA

AVISADO Nº.: VD01783-21A  
DE FECHA: 31/5/21

**E-VISADO**



**TOTALES**

<b>TOTAL PUNTO 1</b>	<b>72,20</b>
P1-Barra 220 kV	1,64
P1-T1	62,35
P1-L1	8,20

<b>TOTAL PUNTO 2</b>	<b>32,88</b>
P2-Barra 220 kV	25,68
P2-T1	5,53
P2-L1	1,67

<b>TOTAL PUNTO 3</b>	<b>71,57</b>
P3-Barra 220 kV	1,02
P3-T1	8,20
P3-L1	62,35



## 9. CONCLUSIONES

Los valores totales calculados para cada uno de los puntos están por debajo de los 100  $\mu$ T establecidos por el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, como nivel máximo de referencia.

Estos cálculos se han realizado con criterios muy conservadores, por lo que es de esperar que en la realidad sean aún inferiores, teniendo en cuenta que los cables no son de longitud infinita.



---

# PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO

## SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV



### DOCUMENTO 2: PLANOS

Término Municipal de Belchite (Zaragoza)

---



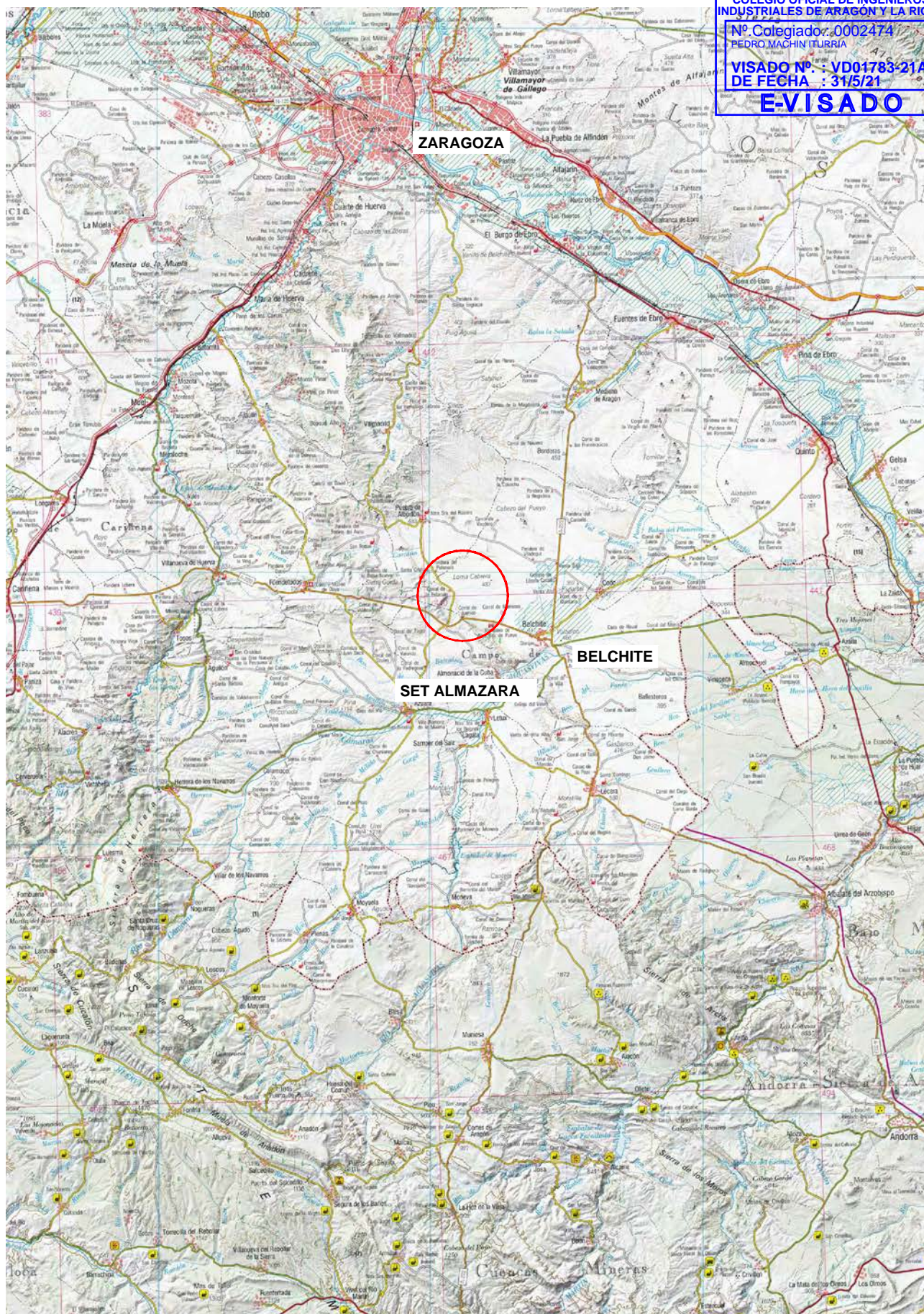
*En Zaragoza, mayo de 2021*



<p>PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV 02. Planos</p>		<div data-bbox="1219 53 1541 226"> <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº.Colegiado.: 0002474 PEDRO MACHIN ITURRIA</p> <p>VISADO Nº. : VD01783-21A DE FECHA : 31/5/21</p> <p><b>E-VISADO</b></p> </div> 
---	--	---

## ÍNDICE

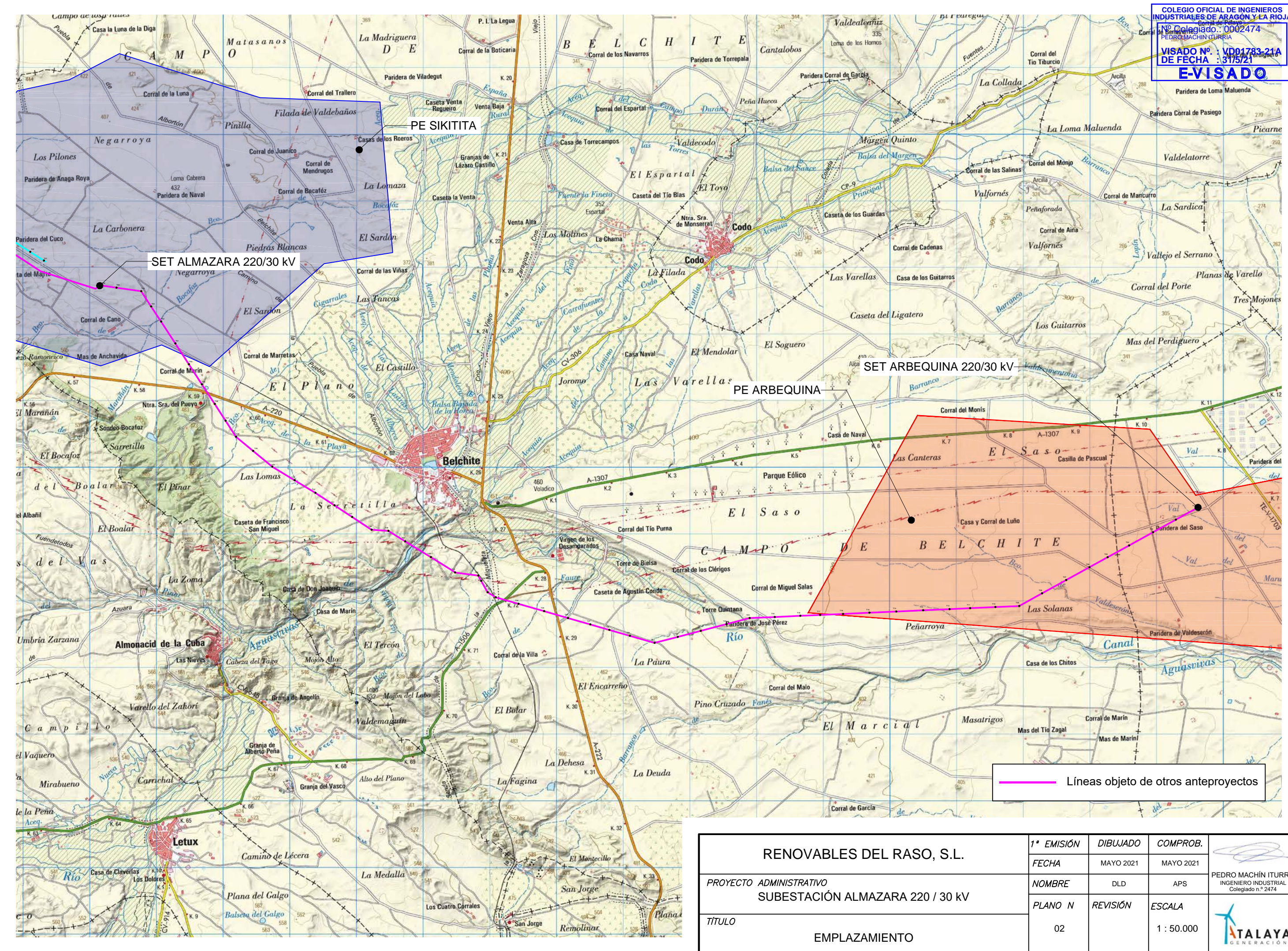
- 1 Situación
- 2 Emplazamiento
- 3 Implantación
- 4 Planta General
- 5 Red de Tierras
- 6 Secciones
- 7 Unifilar Set







<b>RENOVABLES DEL RASO, S.L.</b>  <b>PROYECTO ADMINISTRATIVO</b> <b>SUBESTACIÓN ALMAZARA 220/30 kV</b>  <b>TÍTULO</b> <b>SITUACIÓN</b>	<b>1ª EMISIÓN</b>	<b>DIBUJADO</b>	<b>COMPROB.</b>	 <b>PEDRO MACHÍN ITURRIA</b> INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474  
	<b>FECHA</b>	MAYO 2021	MAYO 2021	
	<b>NOMBRE</b>	DLD	APS	
	<b>PLANO N</b>	<b>REVISIÓN</b>	<b>ESCALA</b>	
	01		1:400.000	





COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
No Colegiado: 0002474  
PEDRO MACHÍN ITURRIA  
VISADO Nº : VD01783-21A  
DE FECHA : 31/05/2021  
**E-VISADO**

RENOVABLES DEL RASO, S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	 PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	MAYO 2021	MAYO 2021	
	NOMBRE	DLD	APS	
	PLANO N	REVISIÓN	ESCALA	
PROYECTO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN ALMAZARA 220 / 30 KV	02		1 : 50.000	
TÍTULO	EMPLAZAMIENTO			

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02428-21 y VISADO electrónico VD01783-21A de 31/05/2021. CSV = FVG5K3VQJ3OARBUB verificable en https://coilar.e-gestion.es



Vértices SET ALMAZARA		
COORDENADAS UTM (HUSO 30 - ETRS 89)		
VÉRTICE	X	Y
V1	683.082	4.577.714
V2	683.108	4.577.657
V3	683.180	4.577.691
V4	683.156	4.577.741
V5	683.131	4.577.729
V6	683.128	4.577.736

S006

VIALES DEL P.E. "SIKITITA"  
OBJETO DE OTRO PROYECTO

VADO HORMIGONADO

LAAT 220 kV SET ARBEQUINA - SET ALMAZARA

LAAT 220 kV SET ALMAZARA - APOYO 6 DE DERIVACIÓN

ACCESO A SET

SXX

Aerogenerador del PE SIKITITA  
objeto de otro proyecto



---

LSMT objeto de otro proyecto

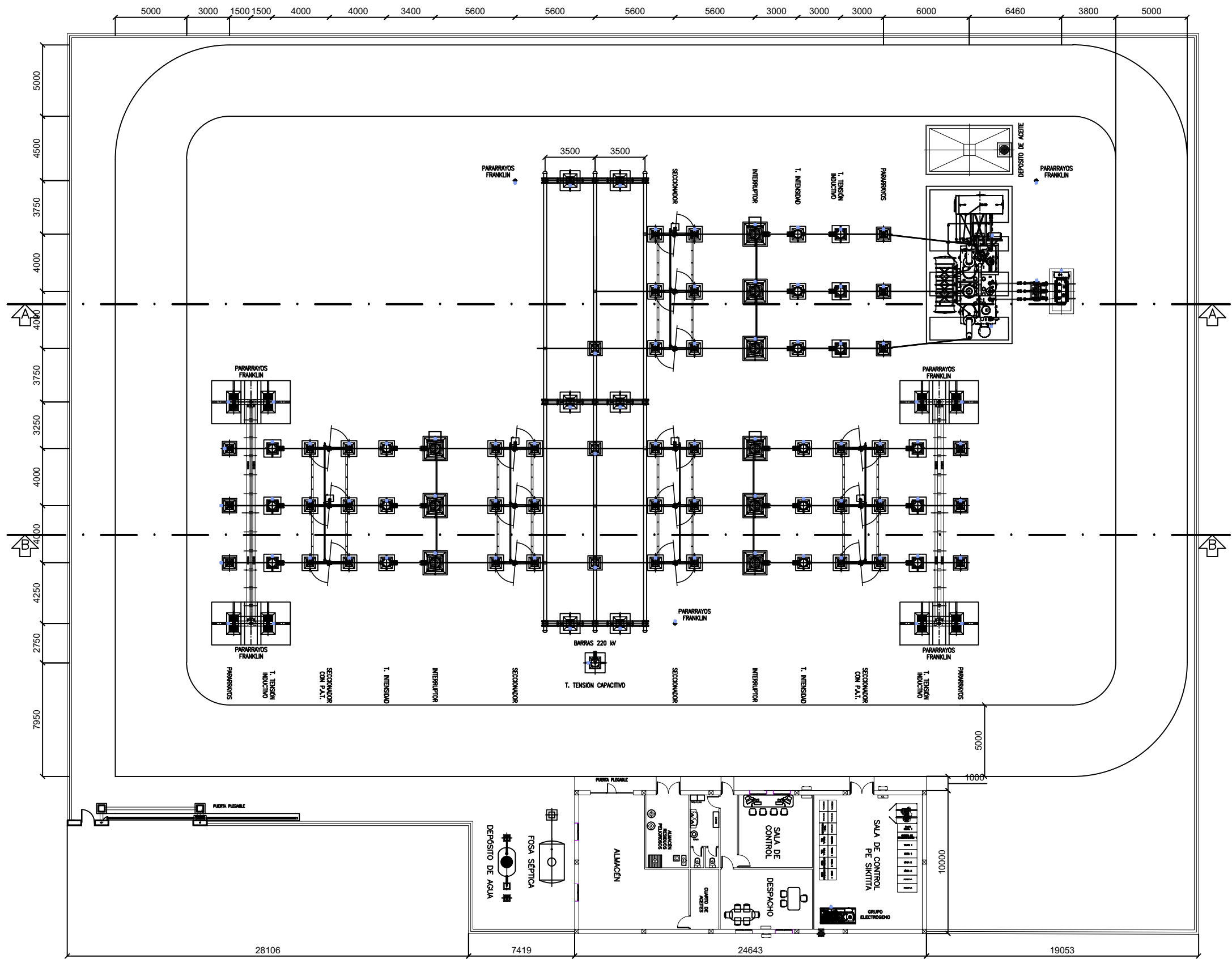
---



LAAT objeto de otro proyecto

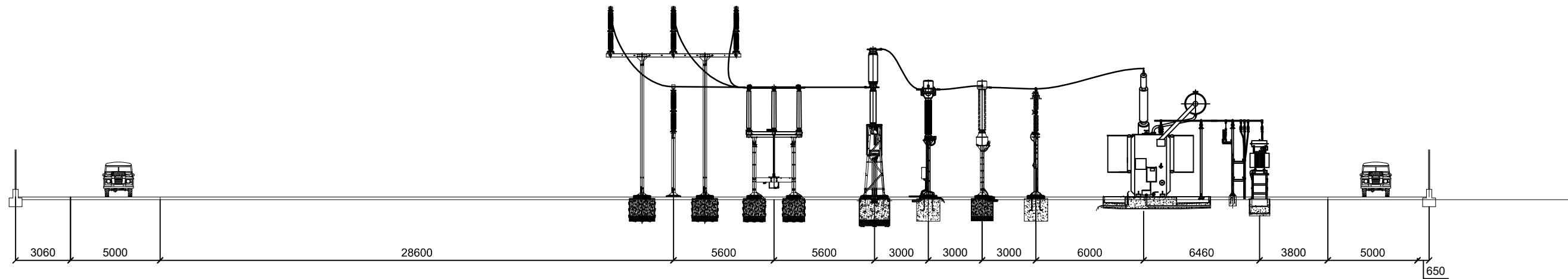
SET ALMAZARA 220/30 kV  
EN PROYECTO

RENOVABLES DEL RASO S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	<div></div> <div>PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474</div>
	FECHA	OCTUBRE 2020	OCTUBRE 2020	
	NOMBRE	DLD	APS	
	PLANO N	REVISIÓN	ESCALA	
PROYECTO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN ALMAZARA 220 / 30 kV	03		1 : 2.000	<div></div> <div>TALAYA GENERACIÓN</div>
TÍTULO IMPLANTACIÓN				

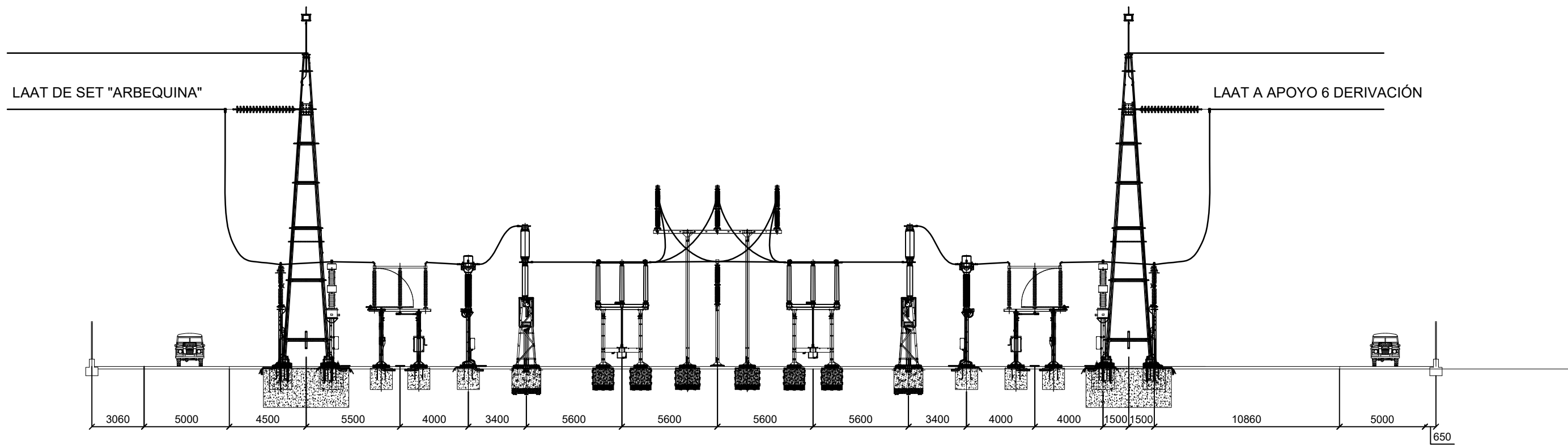






RENOVABLES DEL RASO S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	 PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	MAYO 2021	MAYO 2021	
	NOMBRE	DLD	APS	
	PLANO N	REVISIÓN	ESCALA	
PROYECTO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN ALMAZARA 220 / 30 kV	04		1 : 300	
TÍTULO PLANTA GENERAL				

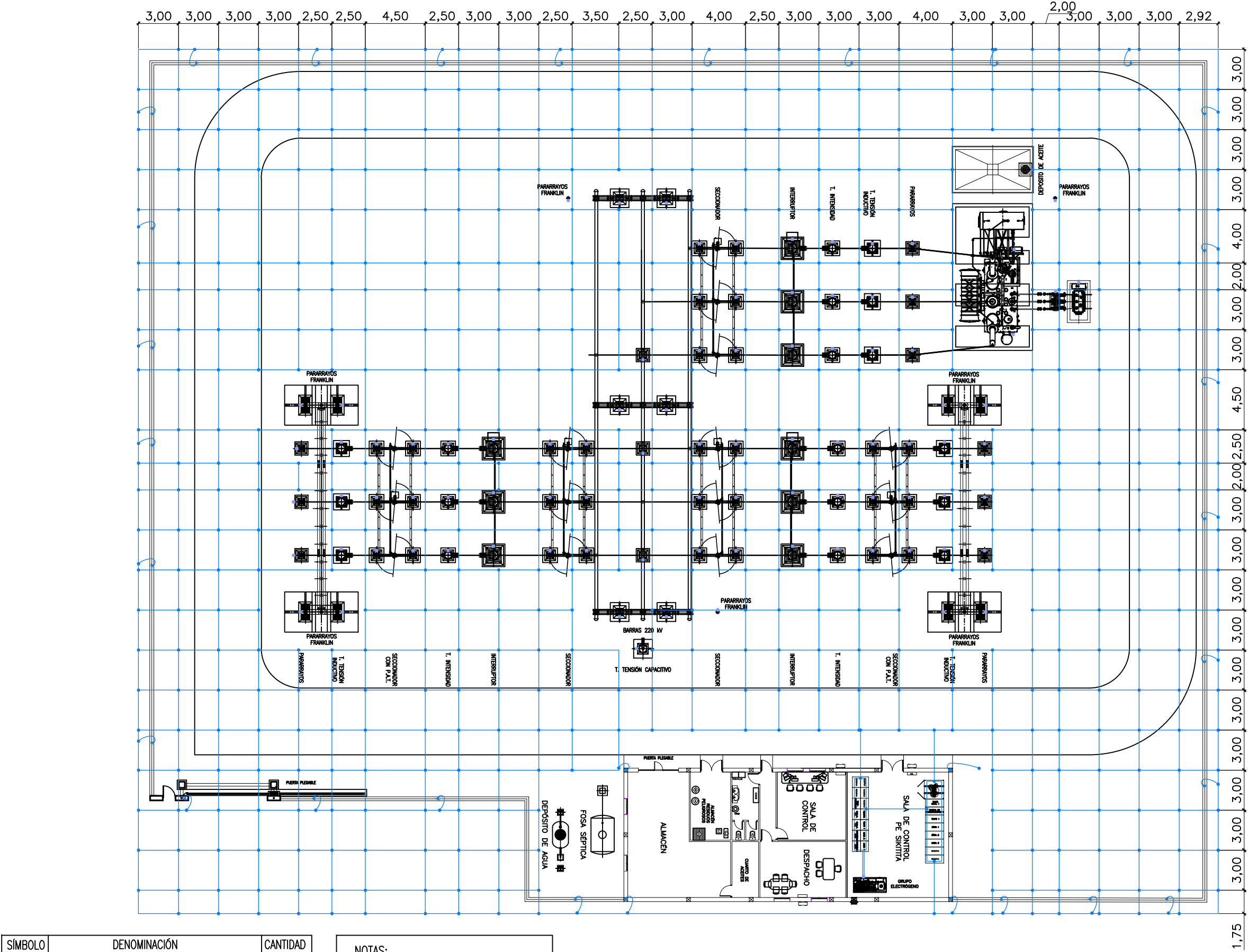


SECCIÓN A-A





SECCIÓN B-B

MAYO 2021	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	 PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	MAYO 2021	OCTUBRE 2020	
	NOMBRE	DLD	APS	
PROYECTO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN ALMAZARA 220 / 30 kV	PLANO N	REVISIÓN	ESCALA	
TÍTULO	05		1 : 250	
SECCIONES				

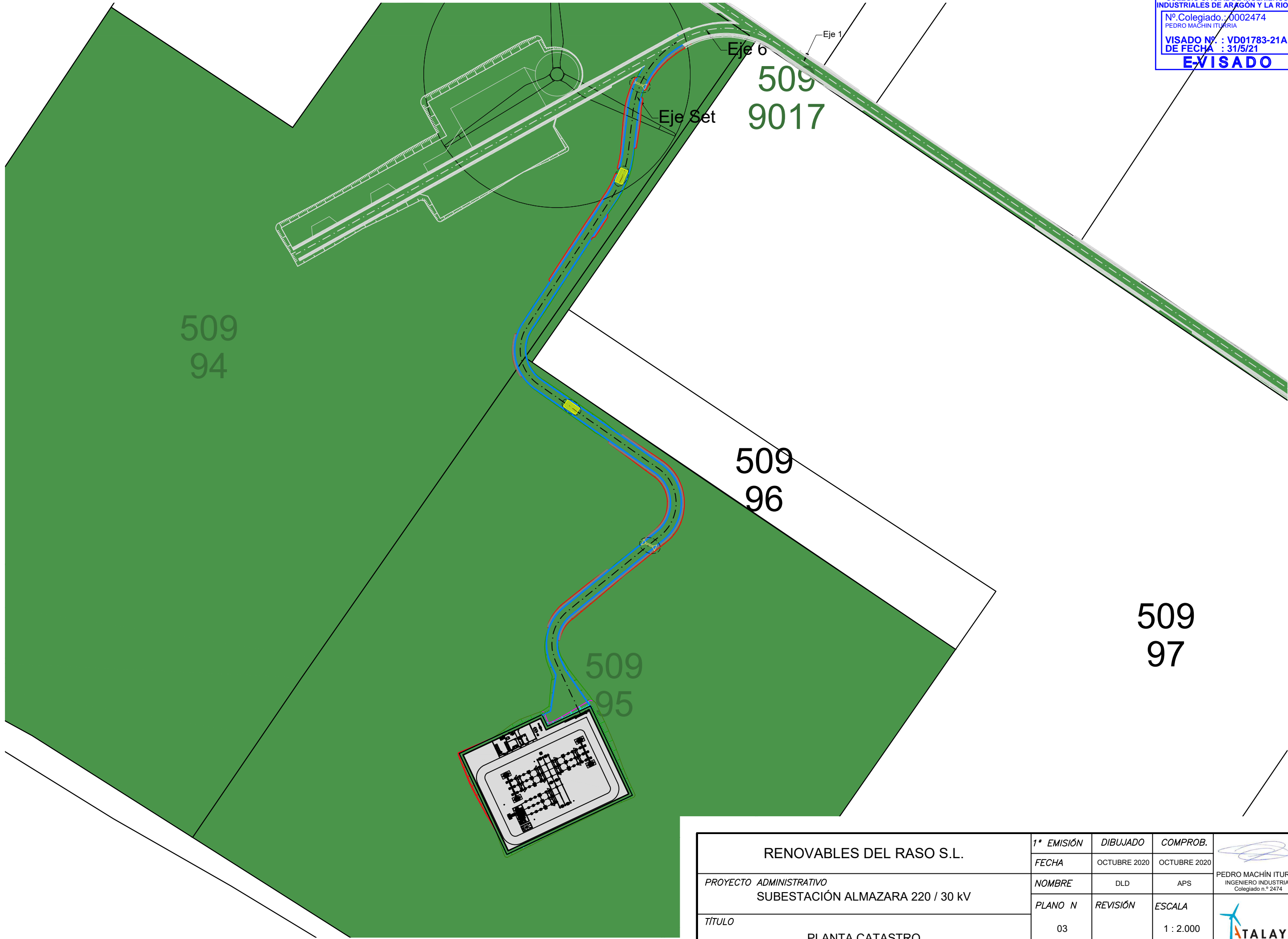




SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
—	CABLE DE COBRE DESNUDO 95 mm² DE SECCIÓN.	3.307 m
■	GRAPA DE ENLACE PARA 4 O 2 CABLES DE 95 mm² A ESTRUCTURA CON DOS TORNILLOS M8 SEPARADOS 40 mm	93 Uds
•	CRUCE DE CABLES DE Cu DE 95 mm², SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA (CADWELD)	612
⌒	GRAPA DE CERRAMIENTO PARA TUBO DE ACERO Ø150 mm Y CABLE DE Cu DE 95 mm².	31 Uds
⚡	TERMINAL DE PRESIÓN PARA CABLE Cu DESNUDO 95 mm² Y TORNILLO M10	31 Uds

**NOTAS:**  
1.- CABLE DE LA MALLA ENTERRADO A 0.80 m POR DEBAJO DE LA COTA DE EXPLANACIÓN.  
2.- GRAPA DE CERRAMIENTO PARA TUBO DE ACERO, SE APLICARÁN CADA 20 m APROXIMADAMENTE.  
3.- SE COLOCARÁ GRAVILLA EN UN ANCHO DE 1 m EN TODO EL PERÍMETRO DEL EXTERIOR DE LA SUBESTACIÓN

RENOVABLES DEL RASO S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	 PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	MAYO 2021	MAYO 2021	
	NOMBRE	DLD	APS	
	PLANO N	REVISIÓN	ESCALA	
PROYECTO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN ALMAZARA 220 / 30 kV	06		1 : 300	
TÍTULO RED DE TIERRAS				





RENOVABLES DEL RASO S.L.	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	 PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	OCTUBRE 2020	OCTUBRE 2020	
PROYECTO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN ALMAZARA 220 / 30 kV	NOMBRE	DLD	APS	
	PLANO N	REVISIÓN	ESCALA	
TÍTULO	03		1 : 2.000	
PLANTA CATASTRO				



---

# PROYECTO MODIFICADO

## SET "VALDENAVARRO" 220 / 30 KV

### DOCUMENTO 2: PLANOS

Término Municipal de Fuentes de Ebro (provincia de Zaragoza)

---



*En Zaragoza, mayo de 2021*



**PROYECTO MODIFICADO**  
**SET "VALDENAVARRO" 220 / 30 KV**  
**02. Planos**



## ÍNDICE

- 1 Situación
- 2 Emplazamiento
- 3 Implantación
- 4 Planta General
- 5 Secciones
- 6 Edificio de Control
- 7 Unifilar Set
- 8 Plano catastral





---

# **PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO**

## **SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV**

### **DOCUMENTO 3: PRESUPUESTO**

Términos Municipales de Belchite (Provincia de Zaragoza)

---



***En Zaragoza, mayo de 2021***

## ÍNDICE

1	PRESUPUESTOS PARCIALES .....	2
1.1	INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....	2
1.1.1	TRANSFORMADORES .....	2
1.1.2	APARAMENTA 45 kV .....	2
1.1.3	APARAMENTA 30 kV .....	3
1.1.4	CABLES Y PIEZAS DE CONEXIÓN .....	3
1.2	OBRA CIVIL .....	4
1.3	CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDIDA .....	6
1.4	SERVICIOS AUXILIARES .....	6
1.5	RED DE TIERRAS .....	6
1.6	VARIOS .....	6
1.7	PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA.....	7
1.8	SEGURIDAD Y SALUD.....	7
2	RESUMEN.....	8

## 1 PRESUPUESTOS PARCIALES

### 1.1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

#### 1.1.1 TRANSFORMADORES

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
Ud	1	<b>Transformador 220/30 kV</b> Suministro e instalación de transformador trifásico en baño de aceite 220/30 kV refrigeración ONAF de 55/65 MVA con regulación de carga.	600.000 €	600.000 €
Ud	1	<b>Transformador 30/0,42 kV</b> Suministro e instalación de transformador trifásico encapsulado 30/0,42 kV de 200 kVA.	15.000 €	15.000 €

**TOTAL TRANSFORMADORES**

**615.000 €**

#### 1.1.2 APARAMENTA 220 kV

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
Ud	1	<b>Interruptor tripolar 245 kV, 400 A, 40 kA.</b> Interruptor tripolar, corte en SF <sub>6</sub> , 245 kV, 400 A, poder de corte de 40 kA. Motorizado.	40.000 €	40.000 €
Ud	1	<b>Interruptor tripolar 245 kV, 1000 A, 40 kA.</b> Interruptor tripolar, corte en SF <sub>6</sub> , 245 kV, 1600 A, poder de corte de 40 kA. Motorizado.	65.000 €	65.000 €
Ud	1	<b>Seccionador tripolar 245 kV, 400 A, 40 kA.</b> Seccionador giratorio de tres columnas, 245 kV, 400 A de intensidad nominal. Motorizado.	12.000 €	12.000 €
Ud	1	<b>Seccionador tripolar 245 kV, 1000 A, 40 kA.</b> Seccionador giratorio de tres columnas, 245 kV, 1000 A de intensidad nominal. Motorizado.	25.000 €	25.000 €
Ud	1	<b>Seccionador tripolar 245 kV, 1600 A, 40 kA.</b> Seccionador giratorio de tres columnas, 245 kV, 1600 A de intensidad nominal. Motorizado.	30.000 €	30.000 €
Ud	1	<b>Seccionador tripolar 245 kV, 1000 A, 40 kA, con mando de puesta a tierra.</b> Seccionador giratorio de tres columnas, 245 kV, 1000 A de intensidad nominal. Motorizado. Mando de puesta a tierra con accionamiento manual.	28.000 €	28.000 €
Ud	1	<b>Seccionador tripolar 245 kV, 1600 A, 40 kA, con mando de puesta a tierra.</b> Seccionador giratorio de tres columnas, 245 kV, 1600 A de intensidad nominal. Motorizado. Mando de puesta a tierra con accionamiento manual.	32.000 €	32.000 €
Ud	9	<b>Autoválvula A.T.</b> Autoválvula 245 kV de tensión asignada y 10 kA de corriente de descarga, clase 3.	3.000 €	27.000 €

PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO

SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV

03. Presupuesto



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº.Colegiado.: 0002474  
PEDRO MACHIN ITURRIA

VISADO Nº.: VD01783-21A  
FECHA: 31/5/21

E-VISADO

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
Ud	10	<b>Transformador de tensión 220 kV tipo exterior</b> Transformador de tensión inductivo 220.000:√3/110:√3-110:√3-110/√3, triple secundario para medida y protección (incluye caja de formación de tensiones).	10.000 €	100.000 €
Ud	3	<b>Aislador A.T.</b> Suministro y montaje de aislador soporte de barras para exterior.	4.000 €	12.000 €
Ud	9	<b>Aislador A.T. para embarrado</b> Suministro y montaje de aislador soporte de barras para exterior.	5.000 €	45.000 €
Ud	9	<b>Transformador de intensidad 220 kV tipo exterior</b> Transformador de intensidad, cuádruple secundario para medida y protección (incluye caja de formación de intensidades).	6.500 €	58.500 €
kg	48.129	<b>Bastidores exteriores para aparamenta parque intemperie</b> Suministro e instalación de bastidores exteriores necesarios para las diferentes aparamentas del parque intemperie.	2,75 €	132.354,75 €

**TOTAL APARAMENTA 220 kV**

**606.855 €**

### 1.1.3 APARAMENTA 30 kV

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
Ud	3	<b>Celda de línea simple barra, 36 kV, 400 A, 31,5 kA</b> Suministro e instalación de celda de distribución primaria, compacta de 36 kV con envolvente metálica para servicio interior con aislamiento SF <sub>6</sub> .	20.000 €	60.000 €
Ud	1	<b>Celda de bat. de cond. simple barra, 36 kV, 400 A, 31,5 kA</b> Suministro e instalación de celda de distribución primaria, compacta de 36 kV con envolvente metálica para servicio interior con aislamiento SF <sub>6</sub> .	18.000 €	18.000 €
Ud	1	<b>Celda de transformador de potencia, 36 kV, 1600 A, 31,5 kA</b> Suministro e instalación de celda de distribución primaria, compacta de 36 kV con envolvente metálica para servicio interior con aislamiento SF <sub>6</sub> .	35.000 €	35.000 €

PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO  
SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV  
03. Presupuesto



Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
Ud	1	<b>Celda de servicios auxiliares, 36 kV, 100 A, 31,5 kA</b> Suministro e instalación de celda de distribución primaria, compacta de 24 kV con envolvente metálica para servicio interior con aislamiento SF <sub>6</sub> .	18.000 €	18.000 €
Ud	1	<b>Batería de condensadores, 36 kV, 3,6 MVar</b> Suministro e instalación de batería de condensadores de 36 kV, 6 MVar.	7.347 €	7.347 €
Ud	1	<b>Reactancia</b>	21.000 €	21.000 €
Ud	1	<b>Bastidor exterior para subida de cables 30 kV a trafo de potencia</b> Suministro e instalación de bastidor exterior. Incluye además terminales para cable, 3 aisladores y 3 pararrayos autoválvula.	14.000 €	14.000 €

**TOTAL APARAMENTA 30 kV**

**173.347 €**

#### 1.1.4 CABLES Y PIEZAS DE CONEXIÓN

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
m	450	<b>ml. cable LA-380</b>	15 €	6.750 €
m	105	<b>Tubo de cobre para 100/90 para 220 kV</b>	37 €	3.885 €
P.A.	1	<b>Piezas de conexión y pequeño material</b>	15.000 €	15.000 €
m	55	Suministro y tendido de cable aislado unipolar tipo Cu RH5Z1 (XLPE) 18/30 kV, conductor de 3x1x400 mm <sup>2</sup> de sección.	10,05 €	552,75 €

**TOTAL CABLES Y PIEZAS DE CONEXIÓN**

**26.188 €**

#### 1.2 OBRA CIVIL

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
Ud	246	<b>m<sup>2</sup> Edificio de Control</b> Edificio de control subestación, según distribución recogida en planos, a concretar con proyecto de ejecución, con acabados y características constructivas adecuadas a las normas vigentes, totalmente acabado, con acabados consensuados con la propiedad.	105,82 €	26.032 €

PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO

SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV

03. Presupuesto



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº Colegiado.: 0002474  
PEDRO MACHIN ITURRIA

VISADO Nº.: VD01783-21A  
FECHA: 31/5/21

**E-VISADO**

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
P.A.	1	<b>m² Obra civil del parque intemperie</b> Obra civil subestación aérea intemperie incluyendo: cimentaciones, bancada de trafo y depósito de aceite, canalizaciones de cables de control y potencia, siendo las principales construidas con bloques de hormigón prefabricados, y el resto bajo tubo, arquetas, etc. Canalizaciones para red de drenajes: arquetas, tubos, pozos de registros, drenaje perimetral, depósito y bomba de agua, cunetas, etc. Viales de hormigón, cerramientos y puertas de acceso, aceras, albañilería, red de tierras inferiores, red de saneamientos, suministro y tendido de grava y varios. Se incluye en esta partida la limpieza de la zona de obra y alrededores, así como la restitución de los terrenos afectados en los alrededores de la obra, en zona de acopio y material de caetas.	254.433,39 €	254.433 €
Ud	2.858	<b>m³ Excavación de tierra vegetal</b> por medios mecánicos (espesor medio de 30 cm), incluso acopio junto a traza y posterior extendido, incluye transporte a lugar de empleo.	1,80 €	5.144 €
Ud	2.226	<b>m³ Excavación en zonas de desmonte</b> en cualquier tipo de terreno por medios mecánicos, incluso carga y transporte a lugar de empleo, incluye rasanteo a cota de explanada, reperfilado de cunetas (donde sea necesario) y refino de taludes.	3,70 €	8.235 €
Ud	4.646	<b>m³ Formación de terraplén</b> con material procedente de excavación o préstamo, incluso selección, transporte, extendido, humectación y compactación hasta el 98 % Proctor Modificado, incluye rasanteo a cota de explanada y refino posterior de taludes.	3,00 €	13.937 €
Ud	728	<b>m³ Capa de subbase</b> (árido medio) para el firme de viales, incluso transporte desde planta, extendido, humectación, rasanteo y compactación al 98 % de P.M. en formación de subbase.	9,00 €	6.552 €
Ud	341	<b>m³ Capa de base</b> (árido fino) para el firme de viales incluso transporte desde planta, extendido, humectación, rasanteo y compactación al 98 % de P.M. en formación de base.	14,00 €	4.777 €
Ud	9.805	<b>m² Ejecución de plataforma y vial de acceso</b> Ejecución de plataforma para montaje de subestación.	10,00 €	98.052 €

**TOTAL OBRA CIVIL**

**417.161 €**

### 1.3 CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDIDA

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
Ud	4	<b>Cuadro de control y protección</b> Suministro e instalación de cuadro de control, protección y comunicaciones, con cableado. Incluye ingeniería de detalle de control para cada uno de los armarios.	28.000,00 €	112.000 €
Ud	2	<b>Equipo de medida de exportación</b> Suministro e instalación de equipo de medida de exportación principal y redundante para instalaciones tipo 1, activa 0,2, reactiva 0,5 s.	10.500,00 €	21.000 €

**TOTAL CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDIDA**

**133.000 €**

### 1.4 SERVICIOS AUXILIARES

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
Ud	1	<b>Cuadros de servicios auxiliares.</b> Suministro e instalación de cuadro general de baja tensión de corriente alterna y corriente continua. Incluyen la protección de los circuitos de servicios auxiliares de la subestación y el cableado.	15.000,00 €	15.000 €
Ud	4	<b>Equipo rectificador-cargador de baterías de 125 V c.c.</b> Suministro e instalación de equipo rectificador-cargador de baterías de 125 V c.c. y convertidor 125 Vcc/48 Vcc.	7.000,00 €	28.000 €
Ud	1	<b>Grupo electrógeno 100 kVA</b> Suministro e instalación de grupo electrógeno auxiliar 100 kVA.	15.000,00 €	15.000 €

**TOTAL SERVICIOS AUXILIARES**

**58.000 €**

### 1.5 RED DE TIERRAS

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
P.A.	1	<b>Red de tierras</b> Construcción del electrodo de puesta a tierra de la subestación incluyendo el suministro e instalación de cable de cobre desnudo, piezas de conexión y soldaduras aluminotérmicas.	45.000 €	45.000 €

**TOTAL RED DE TIERRAS**

**45.000 €**

**PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO**  
**SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV**  
**03. Presupuesto**



## 1.6 VARIOS

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
Ud	2	<b>Pararrayos en edificio</b> Suministro e instalación de pararrayos de radio de acción de 50 m con mástil autoportante de 6 m.	1.150,00 €	2.300 €
Ud	7	<b>Pararrayos en parque intemperie</b> Suministro e instalación de pararrayos de radio de acción de 50 m con mástil autoportante de 2 m para colocación sobre estructura en parque intemperie.	850,00 €	5.950 €
Ud	1	<b>Puerta de acceso al parque</b> Puerta de acceso corredera de 5 m de ancho total y una hoja, con disposición multitubular sobre bastidor rígido rectangular, con candado para cierre, totalmente instalada.	3.000,00 €	3.000 €
P.A.	P.A.	<b>Valla perimetral de cerramiento</b> Valla perimetral con zócalo de hormigón con posteletes metálicos tubulares y enrejado de malla metálica de altura 2,3 m.	12.727,08 €	12.727 €
P.A.	P.A.	<b>Instalación de alumbrado</b> Instalación de alumbrado interior y perimetral de la subestación.	10.340,75 €	10.341 €
P.A.	P.A.	<b>Instalación contra incendios</b> Instalación de sistema automático de detección y alarma. Extintores de polvo polivalente de CO <sub>2</sub> convenientemente distribuidos.	5.500,00 €	5.500 €
P.A.	P.A.	<b>Instalación detección de intrusos</b> Instalación de sistemas de seguridad electrónica para la detección de intrusos.	3.150,00 €	3.150 €

**TOTAL VARIOS**

**42.968 €**

## 1.7 PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
Ud	1	Pruebas y puesta en marcha	12.000 €	12.000 €

**TOTAL PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA**

**12.000 €**



## 2 RESUMEN

RESUMEN PRESUPUESTO SUBESTACIÓN "ALMAZARA"	
CONCEPTO	PRECIO
1.1.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA	1.421.390 €
1.2.- OBRA CIVIL	417.161 €
1.3.- CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDIDA	133.000 €
1.4.- SERVICIOS AUXILIARES	58.000 €
1.5.- RED DE TIERRAS	45.000 €
1.6.- VARIOS	42.968 €
1.7.- PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA	12.000 €
<b>PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>2.129.518 €</b>

Gastos generales y dirección de obra 13%	276.837 €
Beneficio Industrial 6%	127.771 €
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>2.534.127 €</b>

Asciende el presupuesto total de ejecución material de SET "Almazara" 220 / 30 kV, objeto del presente proyecto, a la cantidad de **DOS MILLONES CIENTO VEINTINUEVE MIL QUINIENTOS DIECIOCHO EUROS (2.129.518 €)**.



Zaragoza, mayo de 2021  
Fdo. Pedro Machín Iturria  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 2.474  
COIAR



---

# PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO

## SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV

### DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES

Término Municipal de Belchite (Provincia de Zaragoza)

---



*En Zaragoza, mayo de 2021*



## Índice

1.	CONDICIONES: TIPO GENERAL .....	3
1.1	Objeto del pliego .....	3
1.2	Descripción general de la obra.....	3
1.3	Condiciones generales de índole legal .....	3
1.4	De los materiales y aparatos, su procedencia .....	4
1.5	Plazo de comienzo y de ejecución .....	5
1.6	Sanciones por retraso de las obras.....	5
1.7	Obra de reforma y mejora .....	5
1.8	Trabajos defectuosos .....	6
1.9	Vicios ocultos .....	7
1.10	Recepción provisional de las obras. ....	7
1.11	Medición definitiva de los trabajos.....	8
1.12	Plazo de garantía.....	8
1.13	Conservación de las obras recibidas provisionalmente.....	8
1.14	Recepción definitiva.....	8
1.15	Dirección de obra.....	9
1.16	Obligaciones de la contrata .....	9
1.17	Responsabilidades de la contrata.....	10
1.18	Obras ocultas.....	11
1.19	Seguridad e higiene en el trabajo .....	11
2.	PLIEGO DE CONDICIONES: LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS .....	13
2.1	Objeto y campo de aplicación .....	13
3.	PLIEGO DE CONDICIONES: ZANJAS Y CIMENTACIONES .....	28
3.1	Excavación en zanjas.....	28
3.2	Demoliciones .....	29
3.3	Rellenos compactados .....	30
4.	PLIEGO DE CONDICIONES: EDIFICIOS .....	32
4.1	Objeto.....	32
4.2	Disposiciones generales .....	32
4.3	Condiciones de los materiales .....	33
4.4	Condiciones generales de ejecución de las obras .....	34
5.	PLIEGO DE CONDICIONES: OBRA CIVIL .....	36

PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO  
SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV

04. Pliego de condiciones



5.1	Objeto de pliego y descripción de las obras.....	36
5.2	Disposiciones técnicas a tener en cuenta con carácter general .....	36
5.3	Materiales, dispositivos e instalaciones y sus características .....	36
5.4	Ejecución y control de obras .....	44
6.	MONTAJE ELECTROMECAÁNICO .....	60
6.1	Descripción del suministro .....	60
6.2	Características Técnicas, Mecánicas y Constructivas .....	62
6.3	Pruebas y Ensayos .....	73
7.	PUESTA EN MARCHA Y SERVICIO .....	74
7.1	Secuencia a seguir antes de la Puesta en Marcha .....	74
8.	INFORMACIÓN A ENTREGAR POR EL CONTRATISTA .....	77
8.1	Documentación As-built .....	77
8.2	Registros de Calidad .....	77
8.3	Garantías.....	78
9.	PAGO DE LAS OBRAS .....	79



## 1. CONDICIONES: TIPO GENERAL

### 1.1 OBJETO DEL PLIEGO

El objeto de este Pliego es la enumeración de tipo general técnico de Control y de Ejecución a las que se han de ajustar las diversas unidades de la obra, para ejecución del Proyecto.

Este Pliego se complementa con las especificaciones técnicas incluidas en cada anexo de la memoria descriptiva correspondiente a la ejecución de la obra civil, estructuras de soporte, instalación de apartamento, ejecución de edificio de control e instalación de transformador de potencia.

### 1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA

La descripción del proyecto se hará siguiendo al detalle las instrucciones marcadas en la memoria descriptiva.

### 1.3 CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE LEGAL

A continuación, se recogen las características y condiciones que reunirá la obra y materiales principales en ellas empleados.

Las obras a que se refiere el presente proyecto son de nueva planta en su integridad, no existiendo parte alguna de aprovechamiento de edificaciones anteriores ni en lo referente a unidades de obra ni a ninguno de los materiales que han de entrar a formar parte de la misma. Así pues, serán automáticamente rechazados aquellos elementos que hayan tenido anterior uso. Del mismo modo, si en las excavaciones o movimientos de tierras apareciese algún elemento o fábrica de anteriores edificaciones, no serán aprovechadas, siendo demolidas en lo necesario para establecer las unidades de obra indicadas en los Planos, salvo que sean de carácter histórico, artístico o monumental o que puedan considerarse dentro de la vigente Legislación, en el supuesto de hallazgo de tesoros.

Una vez adjudicadas las obras, el constructor instalará en el terreno una caseta de obra. En ésta habrá al menos dos departamentos independientes, destinados a oficina y botiquín. El primero deberá tener al menos un tablero donde puedan extenderse los



planos y el segundo estará provisto de todos los elementos precisos para una primera cura de urgencia.

El pago de impuestos o árbitros en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista.

Los documentos de este proyecto, en su conjunto, con los particulares que pudieran establecerse y las prescripciones señaladas en el Pliego de Condiciones Técnico de la Dirección General de Ingeniería, y según publicación del Ministerio de la Vivienda, así como las Normas Tecnológicas que serán de obligado cumplimiento en su total contenido, cuanto no se oponga a las anteriores, constituyen un contrato que determina y regula las obligaciones y derechos de ambas partes contratantes, los cuales se comprometen a dirimir las divergencias que pudieran surgir hasta su total cumplimiento, por amigables componedores, preferentemente por el Ingeniero Director, a quien se considerará como única persona técnica para las dudas e interpretaciones del presente Pliego, o en su defecto, el Ingeniero designado por la Delegación del Colegio Oficial de Ingenieros de la zona y en último extremo a los tribunales competentes, a cuyo fuero se someten ambas partes.

El Contrato se formalizará como documento privado o público a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes. En el Contrato se reflejarán las particularidades que convengan ambas partes, completando o modificando lo señalado en el presente Pliego de Condiciones, que quedará incorporado al Contrato como documento integrante del mismo.

#### 1.4 DE LOS MATERIALES Y APARATOS, SU PROCEDENCIA

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de toda clase en los puntos que le parezca conveniente, siempre que reúnan las condiciones exigidas en el contrato, que estén perfectamente preparados para el objeto a que se apliquen, y sean empleados en obra conforme a las reglas del arte, a lo preceptuado en el Pliego de Condiciones y a lo ordenado por el Ingeniero Director.

Como norma general el Contratista vendrá obligado a presentar el Certificado de Garantía o Documento de Idoneidad Técnica de los diferentes materiales destinados a la ejecución de la obra.



Todos los materiales y, en general, todas las unidades de obra que intervengan en la construcción del presente proyecto, habrán de reunir las condiciones exigidas por el Pliego de Condiciones varias de la Edificación, compuesto por el Centro Experimental de Ingeniería, y demás Normativa vigente que serán interpretadas en cualquier caso por el Ingeniero Director de la Obra, por lo que el Ingeniero podrá rechazar material o unidad de obra que no reúna las condiciones exigidas, sin que el Contratista pueda hacer reclamación alguna.

### 1.5 PLAZO DE COMIENZO Y DE EJECUCIÓN

El adjudicatario deberá dar comienzo a las obras dentro de los quince días siguientes a la fecha de la adjudicación definitiva a su favor, dando cuenta de oficio a la Dirección Técnica, del día que se propone inaugurar los trabajos, quien acusará recibo.

Las obras deberán quedar total y absolutamente terminadas en el plazo que se fije en la adjudicación a contar desde igual fecha que en el caso anterior. No se considerará motivo de demora de las obras la posible falta de mano de obra o dificultades en la entrega de los materiales.

### 1.6 SANCIONES POR RETRASO DE LAS OBRAS

Si el Constructor, excluyendo los casos de fuerza mayor, no tuviese perfectamente concluidas las obras y en disposición de inmediata utilización o puesta en servicio, dentro del plazo previsto en el artículo correspondiente, la Propiedad oyendo el parecer de la Dirección Técnica, podrá reducir de las liquidaciones, fianzas o emolumentos de todas clases que tuviese en su poder las cantidades establecidas según las cláusulas de contrato privado entre Propiedad y Contrata.

### 1.7 OBRA DE REFORMA Y MEJORA

Si por decisión de la Dirección Técnica se introdujesen mejoras, presupuestos adicionales o reformas, el Constructor queda obligado a ejecutarlas, con la baja correspondiente conseguida en el acto de la adjudicación, siempre que el aumento no sea superior al 10% del presupuesto de la obra.



## 1.8 TRABAJOS DEFECTUOSOS

El Contratista, como es natural, debe emplear los materiales que cumplan las condiciones generales exigidas en el Pliego de Condiciones Generales de índole técnica del "Pliego de Condiciones de la Edificación" y realizará todos los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado en dicho documento, y en los demás que se recogen en este Pliego.

Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la instalación, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos pueda existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servir de excusa, ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que por el Ingeniero Director o sus auxiliares, no se le haya llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que le hayan sido valoradas las certificaciones parciales de obra, que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta. Asimismo, será de su responsabilidad la correcta conservación de las diferentes partes de la obra, una vez ejecutadas, hasta su entrega.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos efectuados, o que los materiales empleados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de ejecución de los trabajos o finalizados éstos y antes de verificarse la recepción definitiva, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo preceptuado y todo ello a expensas de la Contrata.

En el supuesto de que la reparación de la obra, de acuerdo con el proyecto, o su demolición, no fuese técnicamente posible, se actuará sobre la devaluación económica de las unidades en cuestión, en cuantía proporcionada a la importancia de los defectos y en relación al grado de acabado que se pretende para la obra.

En caso de reiteración en la ejecución de unidades defectuosas, o cuando estas sean de gran importancia, la Propiedad podrá optar, previo asesoramiento de la Dirección Facultativa, por la rescisión de contrato sin perjuicio de las penalizaciones que pudiera imponer a la Contrata en concepto de indemnización.





## 1.9 VICIOS OCULTOS

Si el Ingeniero Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que crea defectuosos.

Los gastos de demolición y reconstrucción que se ocasionan, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario, correrán a cargo del propietario.

## 1.10 RECEPCIÓN PROVISIONAL DE LAS OBRAS.

Una vez terminada la totalidad de las obras, se procederá a la recepción provisional para la cual será necesaria asistencia de un representante de la Propiedad, de los Ingenieros Directores de las obras y del Contratista o su representante. Del resultado de la recepción se extenderá un acta por triplicado, firmada por los tres asistentes legales antes indicados.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por recibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía de un año.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma los defectos observados, así como las instrucciones al Contratista, que la Dirección Técnica considere necesarias para remediar los efectos observados, fijándose un plazo para subsanarlo, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder de nuevo a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no hubiese cumplido, se considerará rescindida la Contrata con pérdidas de fianza, a no ser que se estime conveniente se le conceda un nuevo e improrrogable plazo.

Será condición indispensable para proceder a la recepción provisional la entrega por parte de la Contrata a la Dirección Facultativa de la totalidad de los planos de obra generales y de las instalaciones realmente ejecutadas, así como sus permisos de uso correspondientes.



### 1.11 MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente, por la Dirección de la obra a su medición general y definitiva, con precisa asistencia del Contratista o un representante suyo nombrado por el de oficio.

### 1.12 PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía de las obras terminadas será el pactado por contrato entre la Propiedad y el contratista, transcurrido el cual se efectuará la recepción definitiva de las mismas, que, de resolverse favorablemente, relevará al Constructor de toda responsabilidad de conservación, reforma o reparación.

Caso de hallarse anomalías u obras defectuosas, la Dirección Técnica concederá un plazo prudencial para que sean subsanadas y si a la expiración del mismo resultase que aun el Constructor no hubiese cumplido su compromiso, se rescindirá el contrato, con pérdida de la fianza, ejecutando la Propiedad las reformas necesarias con cargo a la citada fianza.

### 1.13 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía, comprendido entre la recepción parcial y la definitiva correrán a cargo del Contratista. En caso de duda será juez imparcial, la Dirección Técnica de la Obra, sin que contra su resolución quepa ulterior recurso.

### 1.14 RECEPCIÓN DEFINITIVA

Finalizado el plazo de garantía se procederá a la recepción definitiva, con las mismas formalidades de la provisional. Si se encontraran las obras en perfecto estado de uso y conservación, se darán por recibidas definitivamente y quedará el Contratista relevado de toda responsabilidad administrativa quedando subsistente la responsabilidad civil según establece la Ley.

En caso contrario se procederá de idéntica forma que la preceptuada para la recepción provisional, sin que el Contratista tenga derecho a percepción de cantidad alguna en



concepto de ampliación del plazo de garantía y siendo obligación suya hacerse cargo de los gastos de conservación hasta que la obra haya sido recibida definitivamente.

### 1.15 DIRECCIÓN DE OBRA

Conjuntamente con la interpretación técnica del proyecto, que corresponde a la Dirección Facultativa, es misión suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen, y ello con autoridad técnica legal completa sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de las obras, e instalaciones anejas, se lleven a cabo, si considera que adoptar esta resolución es útil y necesaria para la buena marcha de las obras.

El Contratista no podrá recibir otras órdenes relativas a la ejecución de la obra, que las que provengan del Director de Obra o de las personas por él delegadas.

### 1.16 OBLIGACIONES DE LA CONTRATA

Toda la obra se ejecutará con estricta sujeción al proyecto que sirve de base a la Contrata, a este Pliego de Condiciones y a las órdenes e instrucciones que se dicten por el Ingeniero Director o ayudantes delegados. El orden de los trabajos será fijado por ellos, señalándose los plazos prudenciales para la buena marcha de las obras.

El Contratista habilitará por su cuenta los caminos, vías de acceso, etc. así como una caseta en la obra donde figuren en las debidas condiciones los documentos esenciales del proyecto, para poder ser examinados en cualquier momento. Igualmente permanecerá en la obra bajo custodia del Contratista un "libro de órdenes", para cuando lo juzgue conveniente la Dirección dictará las que hayan de extenderse, y firmarse el "enterado" de las mismas por el Jefe de Obra. El hecho de que en dicho libro no figuren redactadas las órdenes que preceptoramente tiene la obligación de cumplir el Contratista, de acuerdo con lo establecido en el "Pliego de Condiciones" de la Edificación, no supone eximente ni atenuante alguno para las responsabilidades que sean inherentes al Contratista.

Por la Contrata se facilitará todos los medios auxiliares que se precisen, y locales para almacenes adecuados, pudiendo adquirir los materiales dentro de las condiciones exigidas en el lugar y sitio que tenga por conveniente, pero reservándose el propietario, siempre por sí o por intermedio de sus técnicos, el derecho de comprobar que el contratista ha cumplido sus compromisos referentes al pago de jornales y



materiales invertidos en la obra, e igualmente, lo relativo a las cargas en material social, especialmente al aprobar las liquidaciones o recepciones de obras.

La Dirección Técnica y con cualquier parte de la obra ejecutada que no esté de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones o con las instrucciones dadas durante su marcha, podrá ordenar su inmediata demolición o su sustitución hasta quedar, a su juicio, en las debidas condiciones, o alternatively, aceptar la obra con la depreciación que estime oportuna, en su valoración.

Igualmente se obliga a la Contrata a demoler aquellas partes en que se aprecie la existencia de vicios ocultos, aunque se hubieran recibido provisionalmente.

Son obligaciones generales del Contratista las siguientes:

- Verificar las operaciones de replanteo y nivelación, previa entrega de las referencias por la Dirección de la Obra.
- Firmar las actas de replanteo y recepciones.
- Presenciar las operaciones de medición y liquidaciones, haciendo las observaciones que estime justas, sin perjuicio del derecho que le asiste para examinar y comprobar dicha liquidación.
- Ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aunque no esté expresamente estipulado en este pliego.
- El Contratista no podrá subcontratar la obra total o parcialmente, sin autorización escrita de la Dirección, no reconociéndose otra personalidad que la del Contratista o su apoderado.
- El Contratista se obliga, asimismo, a tomar a su cargo cuanto personal necesario a juicio de la Dirección Facultativa.
- El Contratista no podrá, sin previo aviso, y sin consentimiento de la Propiedad y Dirección Facultativa, ceder ni traspasar sus derechos y obligaciones a otra persona o entidad.

### 1.17 RESPONSABILIDADES DE LA CONTRATA

Son de exclusiva responsabilidad del Contratista, además de las expresadas las de:

- Todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sucedan a los operarios, tanto en la construcción como en los andamios, debiendo atenerse a lo dispuesto en la legislación vigente sobre accidentes de trabajo y demás



preceptos, relacionados con la construcción, régimen laboral, seguros, subsidiarios, etc.

- El cumplimiento de las Ordenanzas y disposiciones Municipales en vigor. Y en general será responsable de la correcta ejecución de las obras que haya contratado, sin derecho a indemnización por el mayor precio que pudieran costarle los materiales o por erradas maniobras que cometiera, siendo de su cuenta y riesgo los perjuicios que pudieran ocasionarse.

### 1.18 OBRAS OCULTAS

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación, se levantarán los planos precisos e indispensables para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose uno al propietario, otro al Ingeniero Director y el tercero al Contratista, firmados todos ellos por estos dos últimos. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables para efectuar las mediciones.


### 1.19 SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

El Contratista estará obligado a redactar un proyecto completo de Seguridad e Higiene específico para la presente obra, conformado y que cumplan las disposiciones vigentes, no eximiéndole el incumplimiento o los defectos del mismo de las responsabilidades de todo género que se deriven.

Durante las tramitaciones previas y durante la preparación, la ejecución y remate de los trabajos que estén bajo esta Dirección Facultativa, serán cumplidas y respetadas al máximo todas las disposiciones vigentes y especialmente las que se refieren a la Seguridad e Higiene en el Trabajo, en la Industria de la construcción, lo mismo en lo relacionado a los intervinientes en el tajo como con las personas ajenas a la obra.

En caso de accidentes ocurridos a los operarios, en el transcurso de ejecución de los trabajos de la obra, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a este respecto en la legislación vigente, siendo en todo caso, único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la Propiedad ni la Dirección Facultativa, por responsabilidad en cualquier aspecto.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran, tanto en la propia obra como en las edificaciones contiguas.

<p>PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV</p> <p>04. Pliego de condiciones</p>	 <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº.Colegiado.: 0002474 PEDRO MACHIN ITURRIA</p> <p>AVISADO Nº.: VD01783-21A DE FECHA: 31/5/21</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
---	---

Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en los trabajos de ejecución de la obra, cuando a ello hubiera lugar.



## 2. PLIEGO DE CONDICIONES: LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS

### 2.1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de instalación de redes subterráneas de hasta 30 kV.

Este Pliego de Condiciones se refiere al suministro e instalación de los materiales necesarios en el montaje de dichas líneas subterráneas de Media Tensión.

#### 2.1.1 EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

#### 2.1.2 TRAZADO

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se contendrá el terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc. así como las chapas de hierro que vayan a colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.



Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor, siendo este radio mínimo  $10(D+d)$  donde D es el diámetro exterior y d el diámetro del conductor.

### 2.1.3 APERTURA DE ZANJAS

La excavación la realizará una empresa especializada, que trabaje con los planos de trazado suministrados.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja. La tierra excavada y el pavimento, deben depositarse por separado. La planta de la zanja debe limpiarse de piedras agudas, que podrían dañar las cubiertas exteriores de los cables.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

Para reducir el coste de reposición del pavimento en lo posible, la zanja se puede excavar con intervalos de 2 a 3 m alternados, y entre cada dos intervalos de zanja se práctica una mina o galería por la que se pase el cable.

Si deben abrirse las zanjas en terreno de relleno o de poca consistencia debe recurrirse al entibado en previsión de desmontes.

El fondo de la zanja, establecida su profundidad, es necesario que esté en terreno firme, para evitar corrimientos en profundidad que sometan a los cables a esfuerzos por estiramientos.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que en cada banda se agrupen cables de igual tensión.

La separación entre dos bandas de cables será como mínimo de 25 cm.





La separación entre dos cables multipolares o ternas de cables unipolares dentro de una misma banda será como mínimo de 25 cm. Si no fuera posible conseguir esta distancia se instalarán bajo tubo o se separarán con rasillas.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

#### **2.1.4 CANALIZACIÓN**

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

- a) Se colocará en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
- b) Deberá preverse para futuras ampliaciones uno o varios tubos de reserva dependiendo de la zona y situación del cruce, (en cada caso se fijará el número de tubos de reserva).
- c) Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.
- d) En las salidas el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.
- e) Siempre que la profundidad de zanja bajo calzada sea inferior a 80 cm, se utilizarán chapas o tubos de hierro u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, teniendo en cuenta que en este caso dentro del mismo tubo deberán colocarse siempre las tres fases.
- f) Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

#### **2.1.5 PARALELISMOS**

##### **2.1.5.1 Baja Tensión**

Los cables de Alta Tensión se podrán colocar paralelos a cables de Baja Tensión, siempre que entre ellos haya una distancia no inferior a 25 cm. Cuando no sea posible



conseguir esta distancia, se separan mediante ladrillo tipo macizo o bien se instalará uno de ellos bajo tubo.

#### **2.1.5.2 Alta Tensión**

La distancia a respetar en el caso de paralelismos de líneas subterráneas de media tensión es 25 cm. Si no fuese posible conseguir esta distancia, se instalará una protección de ladrillo entre ambas líneas o bien se colocará una de ellas bajo tubo.

#### **2.1.5.3 Cables de telecomunicación**

En el caso de paralelismos entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. Siempre que los cables, tanto de telecomunicación como eléctricos, vayan directamente enterrados, la mínima distancia será de 2 m. Esta distancia podrá reducirse a 25 cm entre canalizaciones cuando los cables de energía eléctrica o telecomunicación se instalen dentro de tubos, conductos o divisorias de materiales incombustibles de resistencia mecánica apropiada.

En todo caso, en paralelismos con cables telefónicos, deberá tenerse en cuenta lo especificado por el correspondiente acuerdo con C.T.N.E. En el caso de un paralelismo de longitud superior a 500 m, bien los cables de telecomunicación o los de energía eléctrica, deberán llevar pantalla electromagnética.

#### **2.1.5.4 Agua, Vapor, etc...**

En el paralelismo entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de 0,50 m. Si no se pudiera conseguir esta distancia, se instalarán los cables dentro de tubos o divisorias de materiales incombustible de resistencia mecánica apropiada.

Siempre que sea posible, en las instalaciones nuevas la distancia en proyección horizontal entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas colocadas paralelamente entre si no debe ser inferior a:

- a) 3 m en el caso de conducciones a presión máxima igual o superior a 25 atm; dicho mínimo se reduce a 1 m en el caso en que el tramo de paralelismo sea inferior a 100 m.
- b) 1 m en el caso de conducciones a presión máxima inferior a 25 atm.



#### 2.1.5.5 Gas

Cuando se trate de canalizaciones de gas, se tomarán además las medidas necesarias para asegurar la ventilación de los conductos y registros de los conductores, con el fin de evitar la posible acumulación de gases en los mismos. Siendo las distancias mínimas de 0,50 m.

#### 2.1.5.6 Alcantarillado

En los paralelismos de los cables con conducciones de alcantarillado, se mantendrá una distancia mínima de 50 cm, protegiéndose adecuadamente los cables cuando no pueda conseguirse esta distancia.

Depósitos de carburante

Entre los cables eléctricos y los depósitos de carburante, habrá una distancia mínima de 1,20 m, debiendo, además, protegerse apropiadamente el cable eléctrico.

#### 2.1.5.7 "Fundaciones" de otros servicios

Cuando en las proximidades de la canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc. el cable se instalará a una distancia de 50 cm como mínimo de los bordes externos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia será de 150 cm en el caso en el que el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja.

Cuando esta precaución no se pueda tomar, se empleará una protección mecánica resistente a lo largo del soporte y de su fundación prolongando una longitud de 50 cm a ambos lados de los bordes extremos de ésta.

### 2.1.6 CRUZAMIENTOS CON VÍAS DE COMUNICACIÓN

#### 2.1.6.1 Con vías públicas

En los cruzamientos con calles y carreteras los cables deberán ir entubados a una profundidad mínima de 120 cm. Los tubos o conductos serán resistentes, duraderos, estarán hormigonados en todo su recorrido y tendrán un diámetro mínimo de 15 cm que permita deslizar los cables por su interior fácilmente. En todo caso deberá tenerse en cuenta lo especificado por las normas y ordenanzas vigentes correspondientes.



#### **2.1.6.2 Con ferrocarriles**

El cruce de líneas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,60 m. Se recomienda efectuar el cruzamiento por los lugares de menor anchura de la zona del ferrocarril.

### **2.1.7 CRUZAMIENTOS CON OTROS SERVICIOS**

#### **2.1.7.1 Baja tensión**

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas la distancia mínima a respetar será de 0,25 m. En caso de no poder conseguir esta distancia, se separarán los cables de Alta Tensión de los de Baja Tensión por medio de tubos, conductos o divisorias de ladrillos tipo macizo.

#### **2.1.7.2 Alta tensión**

La distancia a respetar entre líneas subterráneas de media tensión es 25 cm. Si no fuese posible conseguir esta distancia, se separará el cruce mediante ladrillos de tipo macizo.

#### **2.1.7.3 Con cables de telecomunicación**

En el caso de cruzamiento entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterránea, el cable de energía debe, normalmente, estar situado por debajo del cable de telecomunicación. La distancia mínima entre la generatriz externa de cada uno de los dos cables no debe ser inferior a 25 cm.

El cable eléctrico debe estar protegido por un tubo de hierro de 1 m de largo como mínimo y de tal forma que se garantice que la distancia entre las generatrices exteriores de los cables, en las zonas protegidas, sea mayor que la mínima establecida en el caso de paralelismo, que se indica a continuación, medida en proyección horizontal. Dicho tubo de hierro debe estar protegido contra la corrosión y presentar una adecuada resistencia mecánica; su espesor no será inferior a 2 mm. El cruzamiento no debe efectuarse en correspondencia con una conexión del cable de telecomunicación, y que no debe haber empales sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.



#### 2.1.7.4 Agua, vapor, etc

El cruzamiento entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas no debe efectuarse sobre la proyección vertical de las uniones no soldadas de la misma conducción metálica. No deberá existir ningún empalme sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

La distancia mínima entre la generatriz del cable de energía y la de la conducción metálica no debe ser inferior a 0,25 m. Además, entre el cable y la conducción debe estar interpuesta una plancha metálica de 8 mm de espesor como mínimo u otra protección mecánica equivalente, de anchura igual al menos al diámetro de la conducción y de todas formas no inferior a 0,50 m.

Análoga medida de protección debe aplicarse en el caso de que no sea posible tener el punto de cruzamiento a distancia igual o superior a 1 m de un empalme del cable.

#### 2.1.7.5 Gas

La mínima distancia en los cruces con canalizaciones de gas será de 25 cm. El cruce del cable eléctrico no se realizará sobre la proyección vertical de las juntas de la canalización de gas.

#### 2.1.7.6 Alcantarillado

En los cruzamientos de cables eléctricos con conducciones de alcantarillado deberá evitarse el ataque de la bóveda de la conducción.

#### Depósitos de carburantes

Se evitarán los cruzamientos sobre depósitos de carburantes, bordeando estos el depósito debidamente protegidos a una distancia de 1,20 m del mismo.

### 2.1.8 TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Las bobinas de cable se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre una de las tapas.



Cuando las bobinas se colocan llenas en cualquier tipo de transportador, éstas deberán quedar en línea, en contacto una y otra y bloqueadas firmemente en los extremos y a lo largo de sus tapas.

El bloqueo de las bobinas se debe hacer con tacos de madera lo suficientemente largos y duros con un total de largo que cubra totalmente el ancho de la bobina y puedan apoyarse los perfiles de las dos tapas. Las caras del taco tienen que ser uniformes para que las duelas no se puedan romper dañando entonces el cable.

En sustitución de estos tacos también se pueden emplear unas cuñas de madera que se colocarán en el perfil de cada tapa y por ambos lados se clavarán al piso de la plataforma para su inmovilidad. Estas cuñas nunca se pondrán sobre la parte central de las duelas, sino en los extremos, para que apoyen sobre los perfiles de las tapas.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque. En caso de no disponer de elementos de suspensión, se montará una rampa provisional formada por tablones de madera o vigas, con una inclinación no superior a 1/4. Debe guiarse la bobina con cables de retención. Es aconsejable acumular arena a una altura de 20 cm al final del recorrido, para que actúe como freno.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Cuando las bobinas deban trasladarse girándolas sobre el terreno, debe hacerse todo lo posible para evitar que las bobinas queden o rueden sobre un suelo u otra superficie que sea accidentada.

Esta operación será aceptable únicamente para pequeños recorridos.

En cualquiera de estas maniobras debe cuidarse la integridad de las duelas de madera con que se tapan las bobinas, ya que las roturas suelen producir astillas que se introducen hacia el interior con el consiguiente peligro para el cable.

Siempre que sea posible debe evitarse la colocación de bobinas de cable a la intemperie sobre todo si el tiempo de almacenamiento ha de ser prolongado, pues pueden presentarse deterioros considerables en la madera (especialmente en las



tapas, que causarán importantes problemas al transportarlas, elevarlas y girarlas durante el tendido).

Cuando deba almacenarse una bobina de la que se ha utilizado una parte del cable que contenga, han de taponarse los extremos de los cables, utilizando capuchones retráctiles.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible el tendido en sentido descendente.

### 2.1.9 TENDIDO DE CABLES

La bobina de cable se colocará en el lugar elegido de forma que la salida del cable se efectúe por su parte superior y emplazada de tal forma que el cable no quede forzado al tomar la alimentación del tendido.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por gatos mecánicos y una barra, de dimensiones y resistencia apropiada al peso de la bobina.

La base de los gatos será suficientemente amplia para que garantice la estabilidad de la bobina durante su rotación.

Al retirar las duelas de protección se cuidará hacerlo de forma que ni ellas, ni el elemento empleado para enclavarla, puedan dañar el cable.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido. Y un radio de curvatura una vez instalado de  $10(D+d)$ , siendo D el diámetro exterior del cable y del diámetro del conductor.

Cuando los cables se tiendan a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.



El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable.

Estos rodillos permitirán un fácil rodamiento con el fin de limitar el esfuerzo de tiro; dispondrán de una base apropiada que, con o sin anclaje, impida que se vuelquen, y una garganta por la que discurra el cable para evitar su salida o caída.

Se distanciarán entre sí de acuerdo con las características del cable, peso y rigidez mecánica principalmente, de forma que no permitan un vano pronunciado del cable entre rodillos contiguos, que daría lugar a ondulaciones perjudiciales. Esta colocación será especialmente estudiada en los puntos del recorrido en que haya cambios de dirección, donde además de los rodillos que facilitan el deslizamiento deben disponerse otros verticales para evitar el ceñido del cable contra el borde de la zanja en el cambio de sentido. Siendo la cifra mínima recomendada de un rodillo recto cada 5 m y tres rodillos de ángulo por cada cambio de dirección.

Para evitar el roce del cable contra el suelo, a la salida de la bobina, es recomendable la colocación de un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones que adopta el cable.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo vigilancia del Director de Obra.

Para la guía del extremo del cable a lo largo del recorrido y con el fin de salvar más fácilmente los diversos obstáculos que se encuentren (cruces de alcantarillas, conducciones de agua, gas electricidad, etc.) y para el enhebrado en los tubos, en conducciones tubulares, se puede colocar en esa extremidad una manga tiracables a la que se una cuerda. Es totalmente desaconsejable situar más de dos a cinco peones tirando de dicha cuerda, según el peso del cable, ya que un excesivo esfuerzo ejercido sobre los elementos externos del cable produce en él deslizamientos y deformaciones. Si por cualquier circunstancia se precisara ejercer un esfuerzo de tiro mayor, este se aplicará sobre los propios conductores usando preferentemente cabezas de tiro estudiadas para ello.

Para evitar que en las distintas paradas que pueden producirse en el tendido, la bobina siga girando por inercia y desenrollándose cable que no circula, es conveniente





dotarla de un freno, por improvisado que sea, para evitar en este momento curvaturas peligrosas para el cable.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento. El cable puede calentarse antes de su tendido almacenando las bobinas durante varios días en un local caliente o se exponen a los efectos de elementos calefactores o corrientes de aire caliente situados a una distancia adecuada. Las bobinas han de girarse a cortos intervalos de tiempo, durante el precalentamiento. El cable ha de calentarse también en la zona interior del núcleo. Durante el transporte se debe usar una lona para cubrir el cable. El trabajo del tendido se ha de planear cuidadosamente y llevar a cabo con rapidez, para que el cable no se vuelva a enfriar demasiado.

El cable se puede tender desde el vehículo en marcha, cuando hay obstáculos en la zanja o en las inmediaciones de ella.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina de unos 12 cm en el fondo antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección de rasilla.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras y otros elementos que puedan dañar los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios; se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista deberá



conocer la dirección de los servicios públicos, así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares, cada dos metros envolviendo las tres fases, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Nunca se pasarán dos circuitos, bien cables tripolares o bien cables unipolares, por un mismo tubo.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el Proyecto o, en su defecto, donde señale el Director de Obra.

Una vez tendido el cable los tubos se taparán de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

#### **2.1.10 PROTECCIÓN MECÁNICA**

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará una capa protectora de ladrillo, siendo su anchura de 24 cm cuando se trate de proteger un solo cable. La anchura se incrementará en 11,5 cm por cada cable que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos y duros.

#### **2.1.11 SEÑALIZACIÓN**

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,20 m por encima del ladrillo. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.



### 2.1.12 IDENTIFICACIÓN

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

### 2.1.13 CIERRE DE ZANJAS

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación apisonada, debiendo realizarse los veinte primeros centímetros de forma manual, y para el resto deberá usarse apisonado mecánico. Procurando que las primeras capas de tierra por encima de los elementos de protección estén exentas de piedras o cascotes, para continuar posteriormente sin tanta escrupulosidad. De cualquier forma, debe tenerse en cuenta que una abundancia de pequeñas piedras o cascotes puede elevar la resistividad térmica del terreno y disminuir con ello la posibilidad de transporte de energía del cable.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

### 2.1.14 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losetas, baldosas, etc.

En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.



### **2.1.15 PUESTA A TIERRA**

Todas las pantallas de los cables deben ser puestas a tierra en los extremos de cada cable y en los empalmes, con objeto de disminuir la resistencia global a tierra.

Si los cables son unipolares o las pantallas en M.T. están aisladas con una cubierta no metálica, la puesta a tierra puede ser realizada en un solo extremo, con tal de que en el otro extremo y en conexión con el empalme se adopten protecciones contra la tensión de contacto de las pantallas del cable.

Cuando las tomas de tierra de pararrayos de edificios importantes se encuentren bajo la acera, próximas a cables eléctricos en que las envueltas no están conectadas en el interior de los edificios con la bajada del pararrayos conviene tomar alguna de las precauciones siguientes:

- a) Interconexión entre la bajada del pararrayos y las envueltas metálicas de los cables.
- b) Distancia mínima de 0,50 m entre el conductor de toma de tierra del pararrayos y los cables o bien interposición entre ellos de elementos aislantes.

### **2.1.16 TENSIONES TRANSFERIDAS EN M.T**

Con motivo de un defecto a masa lejano y con objeto de evitar la transmisión de tensiones peligrosas en el tendido de cables por galería, las pantallas metálicas de los cables se pondrán a tierra al realizar cada una de las cajas de empalme y en las cajas terminales.

### **2.1.17 MATERIALES**

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

Los cables instalados serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO  
SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV

04. Pliego de condiciones



### 2.1.18 CONDUCTORES

Serán los que figuran en el Proyecto.



### 3. PLIEGO DE CONDICIONES: ZANJAS Y CIMENTACIONES

#### 3.1 EXCAVACIÓN EN ZANJAS

##### 3.1.1. GENERALIDADES

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir el emplazamiento adecuado para las zanjaz y pozos para la realización de las canalizaciones y cimentaciones.

##### 3.1.2. TRAZADO

Se efectuarán las excavaciones con las alineaciones y desniveles previstos en los Planos del Proyecto, replanteos definitivos o con las modificaciones que, en su caso, indique la Dirección Facultativa.

##### 3.1.3. EJECUCIÓN

La apertura de las zanjaz y pozos podrán efectuarse con medios mecánicos o manuales. El fondo de las excavaciones se refinará y compactará para recibir la capa de hormigón de limpieza.

No se permitirá tener las excavaciones abiertas a su rasante final más de cuatro (4) días antes de la colocación de la cimentación. En caso de terrenos arcillosos o margosos de fácil meteorización, si fuese absolutamente imprescindible efectuar con más plazo la apertura de las zanjaz, se deberán dejar sin excavar unos veinte centímetros (20 cm) sobre la rasante de la solera, para realizar su acabado en plazo inferior al citado.

##### 3.1.4. ENTIBACIÓN DE LAS EXCAVACIONES

El Contratista tomará las máximas precauciones para evitar desprendimientos, empleando para este fin las entibaciones adecuadas, obras definitivas.

Estos trabajos, cualquiera que sea su naturaleza se encuentran incluidos en el precio correspondiente a esta unidad.

Se excavará hasta la línea de rasante siempre que el terreno sea uniforme; si quedan al descubierto piedras, cimentaciones, rocas, etc., será necesario excavar por debajo



de la rasante para efectuar un relleno posterior. Normalmente esta excavación suplementaria tendrá de quince a treinta (15 a 30) centímetros de espesor.

De ser preciso efectuar voladuras para las excavaciones, en especial en poblaciones, se adoptarán precauciones para la protección de personas y propiedades, siempre de acuerdo con la Legislación vigente y las Ordenanzas municipales, en su caso.

Cuando por su naturaleza y a juicio de la Dirección Facultativa, el terreno a nivel de la rasante del fondo no asegure la completa estabilidad deberá procederse a su compactación o estabilización por los procedimientos que se indiquen.

El material procedente de la excavación se aplicará lo suficientemente alejado del borde de las excavaciones para evitar el desmoronamiento de éstas, o que el desprendimiento del mismo pueda poner en peligro a los trabajadores.

El material excavado no podrá colocarse de forma que entorpezca o impida el paso por caminos, accesos a propiedades, cauces de arroyos o ríos, ni que represente un peligro para construcciones existentes por presión directa o sobrecarga de terrenos contiguos.

### **3.1.5. AGOTAMIENTO DE LAS EXCAVACIONES EN ZANJAS**

En caso de que las excavaciones cortasen el nivel freático o aflorasen filtraciones y la cuantía de las aportaciones en el interior de la misma hiciese necesario el agotamiento, se procederá durante el tiempo preciso para la adecuada terminación de la unidad de obra para la que había sido abierta.

## **3.2 DEMOLICIONES**

### **3.2.1 DEFINICIÓN**

Se entiende por demolición la rotura o disgregación de obras de fábrica, o elementos, de forma que pueda efectuarse su retirada y ejecutar en sus emplazamientos las obras previstas.

La demolición deberá ajustarse a la forma, superficie, anchura, profundidad, etc., que las unidades de obra requieran, y que en todo caso se fijen por la Inspección de la obra.



### 3.3 RELLENOS COMPACTADOS

#### 3.3.1 DEFINICIÓN

Estas unidades consisten en la extensión y compactación de suelos adecuados o seleccionados, alrededor de las obras de fábrica o en su trasdós, cuyas dimensiones no permitan la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo la ejecución de terraplenes.

#### 3.3.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS EN GENERAL

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con los medios adecuados.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación del agua sin peligro de erosión.

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan en los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas, pudiéndose proceder a la desecación por oreo, o por la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, tales como cal viva.


Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

Las zonas que por su forma pudieran retener agua en su superficie, se corregirán inmediatamente por el Contratista.

Cuando la Dirección de Obra lo autorice, el relleno junto a obras de fábrica podrá efectuarse de manera que las tongadas situadas a uno y otro lado de la misma no se hallen al mismo nivel.

En este caso los materiales del lado más alto no podrán extenderse ni compactarse antes de que hayan transcurrido catorce (14) días desde la terminación de la fábrica



<p align="center"><b>PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO</b>  <b>SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV</b></p> <p align="center"><b>04. Pliego de condiciones</b></p>	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p align="center"><b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGON Y LA RIOJA</b></p> <p>Nº.Colegiado.: 0002474          PEDRO MACHIN ITURRIA</p> <p><b>AVISADO Nº : VD01783-21A</b>  <b>DE FECHA : 31/5/21</b></p> <p align="center"><b>E-VISADO</b></p> </div>
---	---

contigua; salvo en el caso de que la Dirección de Obra lo autorice, previa comprobación mediante los ensayos que estime pertinentes realizar del grado de resistencia alcanzado por la obra de fábrica.

Para terrenos del tipo arenoso, el pisón será de tipo vibratorio.



## 4. PLIEGO DE CONDICIONES: EDIFICIOS

### 4.1 OBJETO

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de los edificios para control de las instalaciones.

Las características de los aparatos y equipos están definidas en el Documento Memoria, por lo que en este Pliego sólo se definen los materiales no detallados en el citado documento.

### 4.2 DISPOSICIONES GENERALES

#### 4.2.1 SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Durante la ejecución de las obras se cumplirán las disposiciones de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y cuantas otras disposiciones fuesen de aplicación de esta materia.

Asimismo se dispondrá de cuanto fuera preciso para el mantenimiento de máquinas, herramientas, material y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos con tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislantes o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

Los medios de protección personal (casco, gafas, guantes, cinturones, botas, etc) serán de empleo obligatorio, siempre que se precise eliminar o reducir los riesgos profesionales. Además de este equipo de protección personal se empleará en cada caso el material de seguridad más adecuado, tal como banquetas o alfombras aislantes, herramientas aislantes, etc.

#### 4.2.2 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES

Las obras del proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por:



- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 51 (BOE 18.09.02) e ITC-BT 52 (Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, BOE 31.12.14).
- 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 (BOE 09.06.14).
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico. (BOE 18.09.07).
- 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. (BOE 19.03.08).
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. (BOE 27.12.13).

#### 4.2.3 CONDICIONES PARA LA EJECUCIÓN POR CONTRATA

Además de las condiciones indicadas en los párrafos anteriores, la contrata está obligada al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio Familiar y de Vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

Por el cliente, se facilitarán las instrucciones complementarias que se precisen para las relaciones con la contrata.

#### 4.3 CONDICIONES DE LOS MATERIALES

Los componentes fundamentales de los edificios están suficientemente definidos en el documento Memoria y en los Planos incluidos en el presente Proyecto.

La información se completa con la Relación de Materiales que figura en el Presupuesto.

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



#### 4.3.1 RELLENOS

Los rellenos se realizarán con zahorras seleccionadas, en capas que no superarán los 0,30 m. de espesor, compactados hasta conseguir el 95% del Ensayo Proctor Modificado según el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

#### 4.3.2 HORMIGONES

Será aplicable a la ejecución de los hormigones el contenido de la Instrucción para el proyecto y la ejecución de Obras de hormigón en masa o armado EHE-08, debiendo ser la resistencia característica a los 28 días de 150 y 220 kg/cm, entendiéndose por resistencia característica la indicada en dicha Instrucción EHE-08.

#### 4.3.3 ACEROS

El acero para armaduras para la ejecución de hormigón armado será del tipo AEH-400N y cumplirá las características geométricas y mecánicas indicadas en el artículo 9 de EHE-08.

### 4.4 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

#### 4.4.1 EXCAVACIONES

Para la realización de las excavaciones se seguirán las normas establecidas a tenor de las características particulares de la cimentación del terreno.

Los productos de las excavaciones deberán ser depositadas en escombreras autorizadas.

#### 4.4.2 HORMIGONES

Antes de verter hormigón sobre hormigón endurecido se limpiará la superficie de contacto mediante chorro de agua y aire a presión, y/o picado. El hormigón se compactará por vibración hasta asegurar que se han rellenado todos los huecos, se ha eliminado el aire de la masa y refluye la lechada en la superficie.

Durante el primer período de endurecimiento, no se someterá al hormigón a cargas estáticas o dinámicas que puedan provocar su fisuración y la superficie se mantendrá



húmeda durante 7 días, como mínimo, protegiéndola de la acción directa de los rayos solares.

No se podrá colocar hormigón cuando la temperatura baje de 2°C, ni cuando siendo superior se prevea que puede bajar de 0°C durante las 4S horas siguientes, ni cuando la temperatura ambiente alcance los 40°C. Se suspenderá el hormigonado cuando el agua de lluvia pueda producir deslavado del hormigón.

#### 4.4.3 ENCOFRADOS

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

#### 4.4.4 TIERRAS

Cualquier elemento metálico que no soporte tensión deberá estar conectado a la malla de tierra. El contacto de los conductores de tierra deberá hacerse de forma que quede completamente limpio y sin humedad.



## 5. PLIEGO DE CONDICIONES: OBRA CIVIL.

### 5.1 OBJETO DE PLIEGO Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

El presente Pliego tiene por objeto definir las obras de ejecución de caminos y canalizaciones.

Incluye la definición de materiales, descripción del sistema de ejecución de las obras y criterios para la medición de las obras.

### 5.2 DISPOSICIONES TÉCNICAS A TENER EN CUENTA CON CARÁCTER GENERAL

1. Instrucción de hormigón estructural EHE-08.
2. Pliego de Condiciones Facultativas para la recepción de Conglomerantes hidráulicos RC - 88 de 28 de octubre de 1988 (B.O.E. 4-11-88).
3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3 de 1975.
4. Norma Básica de la Edificación (N.B.E.-A.E.) "Acciones en la edificación".
5. Norma Sismorresistente
6. Disposiciones vigentes de seguridad y salud en el trabajo y cuantas disposiciones complementarias relativas a estos Pliegos se hayan promulgado.

### 5.3 MATERIALES, DISPOSITIVOS E INSTALACIONES Y SUS CARACTERÍSTICAS

#### 5.3.1 ÁRIDOS PARA MORTEROS Y HORMIGONES

Los áridos para morteros y hormigones cumplirán las condiciones que para los mismos se indican en el artículo correspondiente de la Instrucción de Hormigón estructural EHE-08

A la vista de los áridos disponibles, la Dirección Facultativa podrá establecer su clasificación disponiendo su mezcla en las proporciones y cantidades que se estimen convenientes.

El tamaño máximo del árido grueso estará de acuerdo con las modificaciones en el artículo 28 de la EHE-08.



### 5.3.2 AGUA

El agua que se emplee en el amasado de los morteros y hormigones en general, cumplirá las condiciones que prescribe la Instrucción EHE-08 en su artículo 27.

### 5.3.3 CEMENTO

Se usará cemento Tipo II cumpliendo las condiciones prescritas en el Pliego de Condiciones para la recepción de aglomerantes hidráulicos (RC-88) y las indicadas en el artículo correspondiente de la citada Instrucción EHE-08 en su artículo 26.

La dosificación mínima del cemento será la especificada en el artículo 37.3.2 de la EHE-08.

En los casos que determine el Proyecto o en su caso la Dirección Facultativa de las obras, el cemento a emplear cumplirá las condiciones de los resistentes a las aguas selenitosas u otros cementos especiales.

### 5.3.4 MORTEROS EXPANSIVOS KN RELLENOS DE HUECOS DE HORMIGÓN

Se empleará para el relleno de orificios dejados por las espadas del encofrado para el hormigonado o para el relleno de huecos en hormigón.

La puesta en obra de este mortero se hará de la forma que en cada caso determine la Dirección de Obra.

Este mortero se obtendrá mediante adición al cemento de expansionantes de reconocido prestigio, removiéndolo bien y confeccionando a continuación el mortero en la forma habitual.

Se utilizará mortero 1:3 con una relación A/C de 0'5 y la proporción de expansionamiento será del 3 % del peso del cemento.

### 5.3.5 HORMIGONES

La fabricación se realizará según lo establecido en el artículo 69 de la EHE-08

La consolidación del hormigón se hará mediante vibradores en número y potencia suficientes.





### 5.3.6 ACEROS EN REDONDOS PARA ARMADURAS

Todo el acero de este tipo será de dureza natural, tendrá un límite elástico característico como mínimo igual a 500 N/mm<sup>2</sup> (B-500 S), y cumplirá lo previsto en la Instrucción EHE-08. Asimismo, estará en posesión del Sello de Calidad del CIETSID, debiendo llevar grabadas las marcas de identificación s/norma UNE 36088/II/75.

El material será acopiado en parque adecuado para su conservación y clasificación por tipos y diámetros, de forma que sea fácil el recuento, pesaje y manipulación en general.

Cuando se disponga acopiado sobre el terreno, se extenderá previamente una capa de grava o zahorras sobre el que se situarán las barras. En ningún caso se admitirá acero de recuperación.

### 5.3.7 ENCOFRADOS DE MADERA DE TABLA

La madera para encofrados tendrá el menor número posible de nudos. Estos, en todo caso, tendrán un espesor inferior a la séptima parte (1/7) de la menor dimensión de la pieza. En general será tabla de dos y medios (2'5) centímetros. En los paramentos vistos que figuren en Proyecto, o que la Dirección Facultativa determine, serán de tabloncillo de cuatro y medio (4'5) a cinco (5) centímetros y necesariamente cepillado.

Al colocarse en obra, deberá estar seca y bien conservada, ofreciendo la suficiente resistencia para el uso a que se destinarán.

Se admiten variantes justificadas que requerirán aprobación específica previa de la Dirección Facultativa.

Los encofrados de madera de tabla para paramentos vistos, serán necesariamente de madera machihembrada, pudiendo recurriese al empleo de paneles industriales tipo COFRECO. El número de puestas del encofrado para paramentos vistos no será superior a quince. Se tratarán las juntas entre paneles para evitar la pérdida de Techada.

Los encofrados de madera de tabla para paramentos no vistos podrían constituirse con tabla suelta, aunque en todo caso se dispondrán los medios adecuados para evitar la pérdida de Techada.



### 5.3.8 ENCOFRADOS DE MADERA AGLOMERADA

En los paramentos definidos en Planos y Memoria se utilizará como encofrado madera en paneles de aglomerado de espesor no inferior a 16 mm. Los tableros y paneles utilizados serán de dimensiones regulares, sin recortes ni añadidos, pudiendo la Dirección de Obra rechazar la disposición de los paneles, los cuales deberán tener las mayores dimensiones posibles. Las juntas entre paneles se tratarán para evitar la pérdida de Techada. El número de puestas máximo será de diez.

La superficie de los tableros y paneles será en todo caso plana y regular.

### 5.3.9 ENCOFRADO METÁLICO

Tanto por prescripción del Proyecto como por propuesta del Contratista aceptada por la Dirección de Obra, se utilizarán encofrados en base de chapa metálica. Dichos encofrados deberán contar con la rigidez suficiente para evitar abombamientos y desplazamientos, no admitiéndose, por otro lado, elementos que presenten abolladuras o desgarros.

### 5.3.10 ELEMENTOS DE ENCOFRADO

Se entienden por elementos de encofrado los siguientes:

Berenjenos y junquillos, para matar aristas vivas o formar huellas. Estos elementos podrán ser de madera, aunque es preferible que sean de material plástico, debiendo fijarse a los encofrados. Se dispondrán en todas aquellas aristas y líneas que fije la Dirección de Obra, debiendo poner especial cuidado en su alineación y en la disposición de las esquinas y vértices. Las dimensiones transversales de estos elementos deberán ser aprobadas por la Dirección de Obra.

Separadores del encofrado, para mantener las armaduras con el recubrimiento rígido. Estos elementos deberán ser de mortero de cemento cuando se trate de soportar parrillas planas o ferralla vertical con carga de hormigón de más de dos metros de altura. Para el caso de soporte de parrillas las piezas serán cúbicas, y con forma de mariposa para la ferralla de alzados. Queda prohibido la utilización de piezas cúbicas en alzados.

Para carga de hormigón inferior a dos metros de altura en alzados, o para soporte de parrillas de poco peso, se podrá utilizar elementos plásticos como separadores, con



forma de disco, caballete, etc. Estos separadores no podrán utilizarse para barras mayores de D14. En todo caso deberán ser aprobadas por la Dirección de Obra.

Como soportes de parrillas podrán utilizarse patillas de ferralla, con rigidez suficiente.

El reparto de separadores y soportes por metro cuadrado de ferralla deberá ser suficiente para cumplir su cometido no debiendo colocarse más de los necesarios.

Espadas y latiguillos para atirantamiento de encofrados en alzados. Como norma general queda prohibida la utilización de latiguillos para el atirantamiento de encofrados entre sí. Para este cometido podrían utilizarse espadas recuperables o flejes perdidos. Las espadas recuperables podrán ser de modelos comerciales o con barra o alambre de armar; En ambos casos se alojarán, para su retirada posterior, en tubos rígidos de PVC embutidos en el hormigón; Estos tubos serán del menor diámetro posible para cumplir su misión y de rigidez suficiente para resistir el proceso de hormigonado. Deberán contar en su extremo con piezas troncocónicas plásticas que una vez retiradas favorezcan el sellado de estos orificios; Estos tubos plásticos deberán retirarse del núcleo del hormigón por calentamiento o tracción.

Como flejes perdidos se entienden piezas metálicas planas que queden perdidas una vez hormigonado: de este tipo de tirantes solo se admitirán aquéllas que permitan un descabezamiento de sus extremos y el posterior sellado con un elemento plástico. No se admite, pues, aquéllos que solo permiten el corte a ras de paramento de hormigón de la parte que sobresale.

Todos los orificios que queden en el hormigón debido a la colocación de espadas, deberán ser rellenados con un mortero ligeramente expansivo de forma que rellene la totalidad del hueco. La aplicación deberá hacerse preferiblemente con embudo en vertical. Este mortero será del mismo color del hormigón y en caso contrario deberá pintarse en los paramentos con Techada de forma que se de el color de estos paramentos.

Todos los costes de estos elementos de encofrado y sus operaciones auxiliares se consideran incluidos en el precio del hormigón.

### **5.3.11 ELEMENTOS PARA ENTIBACIONES**

Las entibaciones podrán efectuarse, salvo definición expresa, con elementos de madera o metálicos.



La madera que se destine a entibación de zanjas, apeos, cimbras, andamios y demás medios auxiliares, no tendrá otra limitación que la de ser sana y con dimensiones suficientes para ofrecer la necesaria resistencia, con objeto de poner a cubierto la seguridad de la obra y del personal.

Cuando se utilicen paneles metálicos, éstos deberán estar diseñados para cumplir con su misión resistente y estar dotados de los elementos necesarios para su manejo con garantías de fiabilidad y seguridad.

En entibaciones cuajadas se utilizarán preferentemente puntales metálicos.

Igualmente, y salvo orden en contra de la Dirección de Obra, podrán utilizarse carros de elementos de entibación a base de paneles metálicos apuntalados entre sí mediante husillos.

### **5.3.12 MATERIALES PARA RELLENOS**

Los materiales a emplear en cada una de las capas de relleno vendrán fijados en los Planos o Memoria.

Cuando se utilicen las definiciones de suelos inadecuados, tolerables, adecuados o seleccionados, éstas harán referencia al Art. 330.3.1 del P.G.3.

En caso alternativo la calidad del relleno se fijará en Planos y Presupuesto, así como la procedencia de estos materiales.

Las exigencias anteriores se determinarán de acuerdo con las normas de ensayo NLT-105/72, NLT-106/72, NLT-107/72, NLT-111/72, NLT-118/59 y N-LT-152/72.

### **5.3.13 TIERRA VEGETAL**

La tierra vegetal a suministrar para su colocación en obra habrá de ser de excelente calidad, el material estará lo más disgregado posible no admitiéndose la presencia de terrones o tormos. No contendrá piedras ni elementos extraños, así como ramas o vegetación. La procedencia deberá ser notificada previamente a la Dirección de Obra que podría exigir la presentación por escrito de la autorización del propietario de los terrenos para la retirada de esta tierra vegetal.



#### **5.3.14 TUBOS PARA CANALIZACIONES ELÉCTRICAS**

Serán de policloruro de vinilo y se utilizarán en las conducciones entre registros. Serán de tipo rígido y sus espesores.

La longitud mínima de los tubos será de 6 metros y su unión se realizará con sistema de abocardado para machiembrado, convenientemente encolada.

#### **5.3.15 REGISTROS Y OBRAS DE FÁBRICA "IN SITU"**

Se construirán con los materiales y según dimensiones especificados en los planos para cada uno de ellos, quedando afectado por las prescripciones exigidas para los materiales que los componen.

Los elementos complementarios normalizados como tapas y pates, deberán ser propuestos por el Contratista y aprobados por la Dirección de la Obra.

#### **5.3.16 MARCOS Y TAPAS DE REGISTRO**

Los marcos y tapas de registro serán en todo caso de fundición nodular y de las dimensiones especificadas en los planos. Igualmente deberán contar con los elementos de cierre y maniobra que se especifique, y su procedencia deberá ser aprobada por la Dirección de Obra.

#### **5.3.17 PATES TREPADORES**

Los pates, con las dimensiones que figuran en los planos, serán de Polipropileno reforzado, Aluminio con taco de polipropileno o Fundición nodular con revestimiento epoxídico.

#### **5.3.18 ANÁLISIS Y ENSAYOS DE LOS MATERIALES**

En relación con cuanto se prescribe en este Pliego acerca de las características de los materiales, el Contratista está obligado a presenciar o admitir en todo momento, aquellos ensayos o análisis que la Dirección Facultativa de las obras juzgue necesario realizar para comprobar la calidad, resistencia y características de los materiales empleados o que hayan de emplearse.

La elección de los laboratorios, la determinación de los procedimientos y normas a aplicar para la realización de los ensayos y análisis, y el enjuiciamiento o interpretación



de sus resultados, será de la exclusiva competencia de la Dirección Facultativa de las obras, cualquiera que sea el Centro o Laboratorio que hubiere designado o aceptado para su realización. A la vista de los resultados obtenidos, la Dirección Facultativa de las obras podrá rechazar aquellos materiales que considere no responde a las condiciones del presente Pliego.

Todos los gastos que se originen por los ensayos y análisis de los materiales serán a cargo del Contratista.

### **5.3.19 MATERIALES EN INSTALACIONES AUXILIARES**

Todos los materiales que emplee el Contratista en instalaciones y obras que parcialmente fueran susceptibles de quedar formando parte de las obras de modo provisional o definitivo cumplirán las especificaciones del presente Pliego, incluyendo lo referente a la ejecución de las obras, pudiendo la Dirección de Obra rechazarlos por entender que no cumplen los niveles de calidad mantenidos en este Pliego.

### **5.3.20 MATERIALES NO ESPECIFICADOS EN EL PRESENTE PLIEGO**

Los materiales no incluidos en el presente Pliego serán de primera calidad, debiendo presentar el Contratista, para recabar la aprobación de la Dirección Facultativa de las obras, cuantos catálogos, muestras, informes y certificados de los correspondientes fabricantes se estimen necesarios. Si la información no se considera suficiente, podrán exigirse los ensayos oportunos en los materiales a utilizar, con independencia del control de calidad propiamente dicho.

La Dirección Facultativa de las Obras podrá rechazar aquellos materiales que no reúnan a su juicio, la calidad y condiciones necesarios al fin a que han de ser destinados.

### **5.3.21 PRESENTACIÓN DE MUESTRAS**

Antes de ser empleados en obra los diferentes materiales que la constituyen y de realizar acopio alguno, el Contratista deberá presentar a la Dirección Facultativa de las obras las muestras correspondientes para que ésta pueda realizar los ensayos necesarios y decidir si procede la admisión de los mismos.



### **5.3.22 MATERIALES QUE NO REÚNAN LAS CONDICIONES**

Cuando los materiales no fueran de la calidad prescrita en este Pliego o no tuvieran la preparación que en él se exige, o cuando a falta de prescripciones específicas de aquél se reconocieran que no eran adecuados para su fin, la Dirección Facultativa de las obras podrá dar orden al Contratista para que los reemplace por otros que satisfagan las condiciones establecidas, siendo los costes de esta sustitución a cargo del Contratista.

En caso de incumplimiento de esta orden, o transcurridos 15 días desde que se ordenó su retirada sin que ésta se haya producido, la Dirección Facultativa podrá proceder a retirarlo por cuenta y riesgo del Contratista y debiendo abonar éste los gastos ocasionados.

### **5.3.23 RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA**

La recepción de los materiales no excluye la responsabilidad del Contratista sobre la calidad de los mismos, que quedará subsistente hasta que se reciban definitivamente las obras en que se hayan empleado, excepto a lo referente a vicios ocultos.

### **5.3.24 CUALIFICACIÓN DE LA MANO DE OBRA**

Todo el personal empleado en la ejecución de los trabajos deberá reunir las debidas condiciones de competencia y comportamiento que sean requeridas a juicio de la Dirección Facultativa de las obras, quien podrá ordenar la retirada de la obra de cualquier dependiente y operario del Contratista que no satisfaga dichas condiciones, sea cual sea su cometido.

## **5.4 EJECUCIÓN Y CONTROL DE OBRAS**

### **5.4.1 CONDICIONES GENERALES**

El Contratista deberá conocer suficientemente las condiciones de las obras, de los materiales utilizables y de todas las circunstancias que puedan influir en la ejecución y en el coste de las obras, en la inteligencia de que, a menos de establecer explícitamente lo contrario en su oferta de licitación, no tendrá derecho a eludir sus





responsabilidades ni a formular reclamación alguna que se funde en datos o antecedentes del Proyecto que puedan resultar equivocados o incompletos.

En la ejecución de las obras el Contratista adoptará todas las medidas necesarias para evitar accidentes y para garantizar las condiciones de seguridad de las mismas y su buena ejecución y se cumplirán todas las condiciones exigibles por la legislación vigente y las que sean impuestas por los Organismos competentes.

El Contratista está obligado al cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral, de Seguridad Social y de Seguridad e Higiene en el Trabajo y será el único responsable de las consecuencias de las transgresiones de dichas disposiciones en las Obras.

Como norma general, el Contratista deberá realizar todos los trabajos incluidos en el presente Proyecto adoptando la mejor técnica constructiva que cada obra requiera para su ejecución, y cumpliendo para cada una de las distintas unidades de obra las disposiciones que se describen en el presente Pliego. A este respecto se debe señalar que todos aquellos procesos constructivos emanados de la buena práctica de la ejecución de cada unidad de obra, y no expresamente relacionados en su descripción y precio, se consideran concluidos a efectos de Presupuesto en el precio de dichas unidades de obra.

#### **5.4.2 TRABAJOS PRELIMINARES**

Con conocimiento y autorización previa de la Dirección Facultativa el Contratista realizará a su cargo los accesos, acometidas eléctricas y de agua precisas para sus instalaciones y equipos de construcción, oficina, vestuarios, aseos y almacenes provisionales para las obras, ocupación de terrenos para acopios e instalaciones auxiliares, habilitación de vertederos, caminos provisionales y cuantas instalaciones precise o sean obligadas para la ejecución de las obras.

El Contratista deberá señalizar las obras correctamente y deberá establecer los elementos de balizamiento y las vallas de protección que puedan resultar necesarias para evitar accidentes y será responsable de los accidentes de cualquier naturaleza causados a terceros como consecuencia de la realización de los trabajos y especialmente de los debidos a defectos de protección.



En las zonas en que las obras afecten a carreteras o caminos de uso público, la señalización se realizará de acuerdo con la Orden Ministerial del Ministerio de Obras Públicas de 14 de marzo de 1960 y las aclaraciones complementarias que se recogen en la O.C. 67/1960 de la Dirección General de Carreteras.

### 5.4.3 REPLANTEO

El replanteo general de las obras se efectuará de acuerdo con lo dispuesto en el art. 8 del Pliego de Condiciones Generales del Estado. En el acta que al efecto ha de levantar el Contratista ha de hacer constar expresamente que se ha comprobado, a plena satisfacción suya, la correspondencia en planta y cota relativas, entre la situación de las señales fijas que se han construido en el terreno y las homólogas indicadas en los planos, donde están referidas las obras proyectadas, así como también que dichas señales son suficientes para poder determinar perfectamente cualquier parte de la obra proyectada de acuerdo con los planos que figuran en el Proyecto sin que se ofrezca ninguna duda sobre su interpretación.

En el caso de que las señales construidas en el terreno no existan o no sean suficientes para poder determinar alguna parte de la obra, la Propiedad establecerá a su cargo, por medio de la Dirección Facultativa, las que se precisen para que puedan tramitarse y sea aprobada el Acta.

En obras de carácter lineal, y antes de la firma del Acta, es imprescindible confrontar las coordenadas, entre las diversas bases de replanteo de la obra; especialmente en cota z, en aquellos tramos que exijan una nivelación cuidadosa. El contratista comprobará cuales son, si existen, las diferencias entre las coordenadas de las bases reflejadas en el proyecto y las reales, debiendo informar a la Dirección de la Obra las desviaciones observadas, evitando así, la ejecución de tramos defectuosos.

Una vez firmada el Acta por ambas partes, el Contratista quedará obligado a replantear por sí las partes de la obra según precise para su construcción, de acuerdo con los datos de los planos o los que le proporcione la Dirección Facultativa en caso de modificaciones aprobadas o dispuestas por la Propiedad. Para ello fijará en el terreno, además de las ya existentes, las señales y dispositivos necesarios para que quede perfectamente marcado el replanteo parcial de la obra a ejecutar.

La Dirección Facultativa, por si por el personal a sus órdenes, puede realizar todas las comprobaciones que estime oportunas sobre los replanteos parciales. También podrá,



si así lo estima conveniente, replantear directamente con asistencia del Contratista las partes de la obra que desee, así como introducir modificaciones precisas en los datos de replanteo general del Proyecto. Si alguna de las partes lo estima necesario se levantará Acta de estos replanteos parciales y, obligatoriamente, en las modificaciones del replanteo general, debiendo quedar indicada en la misma los datos que se consideren necesarios para la construcción o modificación de la obra ejecutada.

Todos los gastos del replanteo general, así como los que se ocasionen al verificar los replanteos parciales y comprobación de replanteos, serán de cuenta del contratista. Los gastos de replanteo originados por cualquier variación debida a iniciativa de la Propiedad serán sufragados por ella.

El Contratista responderá de la conservación de las señales fijas comprobadas en el replanteo general y de las que indique la Dirección Facultativa de los replanteos parciales, no pudiéndose inutilizar ninguna sin su autorización por escrito. En el caso de que, sin dicha conformidad, se inutilice alguna señal, la Dirección Facultativa dispondrá se efectúen los trabajos necesarios para reconstruirla o sustituirla por otras, siendo de cuenta del Contratista los gastos que se originen. También podrá la Dirección Facultativa suspender la ejecución de las partes de obra que queden indeterminadas a causa de inutilizarse una o varias señales fijas, y ello hasta que sean sustituidas por otras una vez comprobadas y autorizadas.

Cuando el Contratista haya efectuado un replanteo parcial para determinar cualquier parte de la obra general o de las auxiliares, deberá dar conocimiento de ello a la Dirección Facultativa para que ésta realice su comprobación si así lo cree conveniente y para que autorice el comienzo de esa parte de la obra.

Con carácter general, y siempre que lo ordene la Dirección Facultativa, deberá replantearse el contorno de los alzados antes de empezar la ejecución de los mismos.

#### **5.4.4 ACCESO A LAS OBRAS**

El Contratista deberá conservar permanentemente a su costa el buen estado de las vías públicas y privadas utilizadas por sus medios como acceso a los tajos. Si se deterioran por su causa quedará obligado a dejarlas, al finalizar las obras, en similares condiciones a las existentes al comienzo.



Lo anterior es aplicable al paso a través de fincas no previstas en las afecciones del Proyecto si el Contratista ha conseguido permiso de su propietario para su utilización.

En tanto no se especifique expresamente en la Memoria o el Presupuesto, la apertura, construcción y conservación de todos los caminos de acceso y servicios de obra son a cargo del Contratista.

#### **5.4.5 EXCAVACIONES**

El movimiento de tierras se realizará de acuerdo con las rasantes, anchos y taludes que figuran en los planos y las que determine la Dirección Facultativa.

El Adjudicatario asumirá la obligación de ejecutar estos trabajos atendiendo a la seguridad de las vías públicas y de las construcciones colindantes y aceptará la responsabilidad de cuantos daños se produzcan por no tomar las medidas de precaución, desatender las órdenes del Director Facultativo o su representante o por defectuosa ejecución de los trabajos indicados.

Deberán ejecutarse todas las entibaciones necesarias para garantizar la seguridad de los operarios, edificaciones, elementos de sustentación de instalaciones, siendo el Contratista responsable de los daños causados por no tomar las debidas precauciones.

El coste de las entibaciones se entiende comprendido en los precios fijados en los cuadros, salvo especificación en contra en Presupuesto.

Todos los paramentos de las zanjas y pozos quedarán perfectamente refinados y los fondos nivelados y limpios por completo.

Será por cuenta del Contratista la conservación en perfectas condiciones y la reparación, en su caso, de todas las averías de cualquier tipo, causadas por las obras de movimiento de tierras en las conducciones públicas o privadas de agua, electricidad, teléfonos, saneamiento, etc.

Asimismo y salvo especificación en contra en el Presupuesto, será de cuenta del Contratista los bombeos y agotamientos de la zanja o excavación para garantizar un trabajo en seco que asegure la calidad de la obra.

El Contratista será responsable de cualquier error de alineación o rasante, debiendo rehacer, a su costa, cualquier clase de obra indebidamente ejecutada.



En el caso en que el relleno se vaya a realizar con productos de excavación todos los materiales sobrantes se deberán transportar a vertedero estando incluido en el precio la carga, el transporte y el acondicionamiento del vertedero, así como los costes y responsabilidades inherentes a su utilización que serán de cuenta del Adjudicatario, éste deberá informar previamente a la Dirección Facultativa de la ubicación y características del mismo.

Se cumplirán además todas las disposiciones generales, que sean de aplicación, de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Todas las canalizaciones que existan en la zona de excavación o próximas a ella, tanto si figuran o no en Proyecto, deberán ser localizadas previamente, y desviadas provisional o definitivamente por el Contratista, o reparadas en caso de rotura, cuyo coste se entiende incluido en los precios sin que el Contratista pueda hacer reclamación alguna en este sentido a la Propiedad. La aproximación a ellos deberá realizarse mediante excavación manual hasta recubrir totalmente el tramo afectado.

Durante la ejecución de los trabajos, se deben examinar con frecuencia, sobre todo si se trata de voladuras, los taludes de los cortes y zonas adyacentes, llevando a cabo las obras de saneo necesarias con la mayor celeridad posible para evitar el deterioro que suele aumentar con el tiempo de exposición.

Se podrán emplear sistemas de excavación clasificada o no clasificada, es decir, clasificando las tierras por su dureza o admitiendo una única categoría (no clasificada) de "todo terreno".

Para la excavación clasificada se consideran tres tipos generales: Excavación en roca (uso de explosivos), Excavación en tierras de tránsito (uso de excavadoras pesadas) y Excavación en terreno blando (puede realizarse a mano o a máquina).

En el precio de la excavación van incluidas las operaciones adicionales necesarias para efectuar un acopio separado, y dentro de la zona de servidumbre dispuesta, de la capa de tierra vegetal que se extraiga de la zona superior de la excavación en las zonas de cultivo, así como las necesarias para posibles acopios intermedios de los productos de excavación.

Cuando la base de la zanja presente malas condiciones, a juicio de la Dirección Facultativa, podrá instalarse una base granular; aumentando para ello la profundidad necesaria de excavación con una anchura igual a la base de la zanja proyectada.



El ritmo de las excavaciones quedará supeditado a las instrucciones de la Dirección de Obra y otras prescripciones de este Pliego. En cualquier caso, no se permitirá el ejecutar excavaciones que se prevea vayan a quedar abiertas por un espacio de tiempo en que puedan verse afectadas por las condiciones climatológicas.

#### **5.4.6 RELLENOS DE TIERRAS**

Los rellenos no se ejecutarán sin la autorización expresa de la Dirección Facultativa.

No se aceptarán rellenos con detritos ni escombros procedentes de derribos o demoliciones, debiéndose emplear en los mismos los materiales más adecuados a tal fin.

El relleno de las zanjas se podrá realizar con materiales de excavación, si bien retirando los elementos de tamaño superior a 5 cm. El relleno se hará en tongadas de espesor no superior a 40 cm, compactando adecuadamente, hasta la cota de restitución de la tierra vegetal, desde donde se continuará con la tierra vegetal previamente seleccionada.

En el precio del relleno se considera incluido la carga y transporte en caso de haber tenido que efectuar acopios intermedios.

En el caso de rellenos de obras civiles lineales en que haya que rellenar trasdoses a ambos lados, este relleno se efectuará - obligatoriamente de forma simétrica, ascendiendo con el mismo de forma simultánea en ambos lados.

La Dirección Facultativa establecerá la zonificación y número de pruebas o ensayos de compactación, que deberán realizarse por un laboratorio homologado. El costo de estos ensayos de control sistemático será a cargo del Contratista. No se autoriza el relleno de una capa superior si previamente no se han realizado los ensayos de compactación de la capa inferior y sus resultados han sido satisfactorios a criterio de la Dirección Facultativa.

Los ensayos de PM., Proctor Modificado, se realizarán según la Norma NLTg108/72.

Los asientos producidos en las excavaciones de obras de fábricas o en zanjas de la conducción durante el período de garantía deberán reponerse bien superficialmente o sustituyendo el relleno existente según lo indique la Dirección Facultativa a cargo del Contratista de la obra, incluyendo los daños que como consecuencia de los asientos o de la propia reparación puedan producirse.



Se observarán asimismo las especificaciones al respecto contenidas en el art. 321 del PG-3.

#### **5.4.7 OBRAS DE HORMIGÓN EN MASA O ARMADO**

Consideraciones generales:

En la ejecución de todas las obras de hormigón, ya sean en masa o armado, se seguirá en todo momento las prescripciones impuestas en la vigente instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado, EHE-08 y las observaciones de la Dirección Facultativa de la Obra.

El Nivel de Control para los Hormigones será el que se define en Planos y Memoria.

El Contratista antes de iniciar el hormigonado de un elemento informará a la Dirección Facultativa, sin cuya autorización no podrá iniciarse el vertido del hormigón.

En los ensayos de control, en caso de que la resistencia característica resultara inferior a la carga de rotura exigida, el Contratista estará obligado a aceptar las medidas correctoras que adopte la Dirección de la Obra, reservándose siempre ésta el derecho a rechazar el elemento de obra o bien a considerarlo aceptable, pero abonable a precio inferior al establecido en el Cuadro para la unidad de que se trata.

El control de calidad del hormigón y sus materiales componentes se ajustará a lo previsto en el capítulo IX de Instrucción EHE-08.

Respecto de los criterios de aceptación de un hormigón cuyos ensayos dan una resistencia de entre 0'9 y 1'0 fck se estará a lo dispuesto en la EHE-08, con la imposición de las siguientes sanciones económicas:

$$PA = (0,7 + 3(k - 0,9)) pp$$

Dónde:

Pa = precio abono

K = (Fck resultado) / (Fck proyecto)

pp = Precio proyecto

En caso de resistencia inferior al 90 % de la exigida, la Dirección de Obra podrá elegir entre la demolición del elemento, su aceptación mediante refuerzo si procede, o su





aceptación sin refuerzo. En estos dos últimos casos la Dirección establecerá el precio a pagar.

Las decisiones derivadas del control de resistencia se ajustarán a lo previsto en el art. 84 de la Instrucción EHE-08.

El Contratista si así se ordena suministrará sin cargo a la Dirección de Obra, o a quien ésta designe, las muestras necesarias para la ejecución de los ensayos.

Los hormigones preparados en Planta se ajustarán a la Norma EHPRE-72.

#### Ejecución de las obras

La ejecución de las obras de hormigón en masa o armado incluye, entre otras, las operaciones siguientes:

##### Preparación del tajo

Antes de verter el hormigón fresco, sobre la roca o suelo de cimentación o sobre la tongada inferior de hormigón endurecido, se limpiarán las superficies incluso con chorro de agua y aire a presión, y se eliminarán los charcos de agua que hayan quedado.

Previamente al hormigonado de un tajo, la Dirección de la Obra, podrá comprobar la calidad de los encofrados pudiendo exigir la rectificación o refuerzo de éstos si a su juicio no tienen la suficiente calidad de terminación o resistencia.

También podrá comprobar que las barras de las armaduras se fijen entre sí mediante las oportunas sujeciones, no permitiéndose la soldadura excepto en mallazos preelaborados, se mantendrá la distancia de las armaduras al encofrado, de modo que quede impedido todo movimiento de aquella durante el vertido y compactación del hormigón, y permitiéndose a este envolver los separadores sin dejar coqueras. Estas precauciones deberán extremarse con los cercos de los soportes y armaduras de las placas, losas o voladizos, para evitar su descenso.

No obstante, estas comprobaciones no disminuyen en nada la responsabilidad del Contratista en cuanto a la calidad de la obra resultante.

Para iniciar el hormigonado de un tajo se saturará de agua la superficie existente o tongada anterior y se mantendrán húmedos los encofrados.



### Transporte del hormigón

Para el transporte del hormigón se utilizarán procedimientos adecuados para que las masas lleguen al lugar de su colocación sin experimentar variación sensible de las características que poseían recién amasadas; es decir, sin presentar disgregación, intrusión de cuerpos extraños, cambios apreciables en el contenido de agua, etc.

Especialmente se cuidará de que las masas no lleguen a secarse tanto que se impida o dificulte su adecuada puesta en obra y compactación.

Cuando se empleen hormigones de diferentes tipos de cemento, se limpiará cuidadosamente el material de transporte antes de hacer el cambio de conglomerante.

### Puesta en obra del hormigón

Como norma general, no deberá transcurrir más de una hora (1 h.) entre la fabricación del hormigón y su puesta en obra y compactación. Podrá mortificarse este plazo si se emplean conglomerantes o aditivos especiales: pudiéndose aumentar, además, cuando se adopten las medidas necesarias para impedir la evaporación del agua o cuando concurren favorables condiciones de humedad y temperatura. En ningún caso se tolerará la colocación de obra de masas que acusen un principio de fraguado, segregación o desecación.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a dos metros y medio (2'5 m.) quedando prohibido el arrojarlo con la pala a gran distancia, distribuirlo con rastrillos, hacerlo avanzar más de un metro (1 m.) dentro de los encofrados, o colocarlo en capas o tongadas cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa.

Tampoco se permitirá el empleo de canaletas y trompas para el transporte y vertido del hormigón, salvo que la Dirección de Obra lo autorice expresamente en casos particulares.

Como norma general se recurrirá sistemáticamente a la puesta en obra del hormigón mediante bomba excepto en aquellos casos en que sea factible el vertido directo, y con caída de menos de 2'5 m., desde las canaletas propias de un camión hormigonera. El importe del bombeo del hormigón está incluido en el precio de esta unidad de obra.

### Compactación del hormigón



Salvo en los casos especiales, la compactación del hormigón se realizará siempre por vibración, de manera tal que se eliminen los huecos y posibles coqueras, sobre todo en los fondos y paramentos de los encofrados, especialmente en los vértices y aristas y se obtenga un perfecto cerrado de la masa sin que llegue a producirse segregación.

El proceso de compactación deberá prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie.

Si se avería uno de los vibradores empleados y no se puede sustituir inmediatamente, se reducirá el ritmo del hormigonado, o el Contratista procederá a una compactación por apisonado aplicado con barra, suficiente para terminar el elemento que se está hormigonado, no pudiéndose iniciar el hormigonado de otros elementos mientras no se haya reparado o sustituido el vibrador averiado.

Las juntas de hormigonado no previstas en los planos, se situarán en dirección lo más normal posible a la de las tensiones de compresión.

Antes de reanudar el hormigonado se limpiará la junta de toda suciedad o árido que haya quedado suelto y se retirará la capa superficial de mortero, dejando los áridos al descubierto.

Realizada la operación de limpieza, se humedecerá la superficie de la junta, sin llegar a encharcarla, antes de verter el nuevo hormigón.

En ningún caso se pondrá en contacto hormigones fabricados con diferentes tipos de cemento que sean incompatibles entre sí.

En cualquier caso, teniendo en cuenta lo anteriormente señalado, el Contratista propondrá a la Dirección de Obra, para su V' B' o reparos, la disposición y forma de las juntas entre tongadas o de limitación de tajo que estime necesarias para la correcta ejecución de las diferentes obras y estructuras previstas, con suficiente antelación a la fecha en que se prevean realizar los trabajos, antelación que no será nunca inferior a quince días (15).

#### Acabado del hormigón

Las superficies del hormigón deberán quedar terminadas de forma que presenten buen aspecto, sin defectos ni rugosidades.



Si a pesar de todas las precauciones apareciesen defectos o coqueras, se picará y rellenará con mortero especial aprobado por la D.F. del mismo color y calidad que el hormigón, para lo cual se pintará adecuadamente tras su puesta en obra.

En las superficies no encofradas el acabado se realizará con el mortero del propio hormigón. En ningún caso se permitirá la adición de otro tipo de mortero e incluso tampoco aumentar la dosificación en las masas finales del hormigón.

#### Observaciones generales respecto a la ejecución

Durante la ejecución se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños en los elementos ya hormigonados. Se recomienda que en ningún momento la seguridad de la estructura durante la ejecución sea inferior a la prevista en el proyecto para la estructura en servicio.

Se adoptarán las medidas necesarias para conseguir que las disposiciones constructivas y los procesos de ejecución se ajusten en todo a lo indicado en el proyecto.

En particular, deberá cuidarse de que tales disposiciones y procesos sean compatibles con las hipótesis consideradas en el cálculo especialmente en lo relativo a los enlaces (empotramientos, articulaciones, apoyos simples, etc.).

#### Desencofrado

Tanto en los distintos elementos que constituyen el encofrado (costeros, fondos, etc.), como los apeos y cimbras, se retirarán sin producir sacudidas ni choques en la estructura, recomendándose, cuando los elementos sean de cierta importancia, el empleo de cuñas, cajas de arena, gatos u otros dispositivos análogos para lograr un descenso uniforme de los apoyos.

Las operaciones anteriores no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos que va a estar sometido durante y después del desencofrado o descimbramiento. Se recomienda que la seguridad no resulte en ningún momento inferior a la prevista para la obra en servicio.

Se pondrá especial atención en retirar todo elemento de encofrado que pueda impedir el libre juego de las juntas de retracción o dilatación, así como de las articulaciones, si las hay.



A título de orientación pueden utilizarse los plazos de desencofrado o descimbramiento dados por la fórmula expresada en la Instrucción EHE-08.

La citada fórmula es sólo aplicable a hormigones fabricados con cemento portland y en el supuesto de que su endurecimiento se haya llevado a cabo en condiciones ordinarias.

En la operación de desencofrado es norma de buena práctica mantener los fondos de vigas y elementos análogos, durante doce horas, despegados del hormigón y a unos dos o tres centímetros del mismo, para evitar los perjuicios que pudiera ocasionar la rotura, instantánea o no, de una de estas piezas al caer desde gran altura.

Dentro de todo lo indicado anteriormente el desencofrado deberá realizarse lo antes posible, con objeto de iniciar cuanto antes las operaciones de curado.

#### Curado

El curado deberá realizarse manteniendo húmedas las superficies de los elementos de hormigón. Podrá hacerse mediante riego directo que no produzca deslavados o por otros sistemas capaces de aportar la humedad necesaria, aconsejándose el uso de arpilleras humedecidas.

El no efectuar las operaciones de curado es causa de penalización. Esta será impuesta por la Dirección Facultativa en la cuantía que estime oportuno, no teniendo derecho el Contratista a reclamación alguna por este concepto.

#### **5.4.8 ARMADURAS A EMPLEAR EN HORMIGÓN ARMADO**

Las armaduras se colocarán limpias, exentas de toda suciedad, grasa y óxido no adherente. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones de los planos, y se fijarán entre sí mediante las oportunas sujeciones manteniéndose mediante piezas adecuadas la distancia al encofrado, de modo que quede impedido todo movimiento de las armaduras durante el vertido y compactación del hormigón y permitiendo a éste envolverlas sin dejar coquetas.

No se admitirá el soldado de barras entre sí, salvo en el caso de mallazos pre-elaborados.

Estas precauciones deberán extremarse con los cercos de los soportes y armaduras del trasdós de placas, losas o voladizos, para evitar su descenso.



Los empalmes y solapes serán los indicados en los Planos, o en caso contrario se dispondrán de acuerdo con lo prescrito en la Instrucción EHE-08.

La separación de las armaduras paralelas entre sí será superior a su diámetro y mayor de un centímetro.

La separación de las armaduras a la superficie del hormigón será por lo menos igual al diámetro de la barra, y en todo caso lo que se marque en planos.

Antes de comenzar las operaciones de hormigonado, el Contratista deberá obtener la Dirección de Obra, la aprobación de las armaduras colocadas.

En el caso de tener que recurrir a operaciones para el modificación de posición de barras, introducción de nuevas barras en hormigón endurecido, etc., se deberá contar en todo caso con la aprobación de la Dirección de Obra del método que se proponga.

#### **5.4.9 ENCOFRADOS**

##### **Ejecución de obra**

Las cimbras y encofrados, así como las uniones de sus distintos elementos, poseerán una resistencia y rigidez suficiente para resistir, sin asientos ni deformaciones perjudiciales, las cargas, fijas y variables y acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de hormigonado y especialmente, las debidas a la compactación de la masa.

Los límites máximos de los movimientos de los encofrados serán de 5 mm. para los movimientos locales y la milésima de la luz para los de conjunto.

Cuando la luz de un elemento sobrepase los 6 m. se dispondrá el encofrado de manera que, una vez desencofrada y cargada la pieza, ésta presente una ligera contraflecha (del orden del milésimo de la luz), para conseguir un aspecto agradable.

Los encofrados serán suficientemente estancos para impedir pérdidas apreciables de Techada, dado el modo de compactación previsto. Los distintos tipos de encofrados para cada paramento se reflejan en Planos o Memoria.

Las superficies interiores de los encofrados aparecerán limpias en el momento del hormigonado. Para facilitar esta limpieza en los fondos de pilares y muros, deberán disponerse aberturas provisionales en la parte inferior de los encofrados correspondientes.



Cuando sea necesario, y con el fin de evitar la formación de fisuras en los paramentos de las piezas, se adoptarán las oportunas medidas para que los encofrados no impidan la libre retracción del hormigón.

Los encofrados de madera se humedecerán para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón. Por otra parte, se dispondrán las tablas de madera que se permita su libre entumecimiento, sin peligro de que se originen esfuerzos o deformaciones anormales.

El Contratista adoptará las medidas necesarias para que las aristas vivas del hormigón resulten bien acabadas; colocando, si es preciso, angulares (metálicos o plásticos) en las aristas exteriores del encofrado, o utilizando otro procedimiento similar en su eficacia.

Sin embargo, será exigible la utilización de berenjenas para achaflanar dichas aristas en los casos en que se prevea en los planos o por orden de la Dirección de Obra. No se tolerarán imperfecciones mayores de 5 mm. en las líneas de las aristas. Su coste está incluido en el precio de m de encofrado.

Cuando se encofren elementos de gran altura y pequeño espesor para hormigonar de una vez, se deberán prever en las paredes laterales de los encofrados ventanas de control, de suficiente dimensión para permitir desde ellas la compactación del hormigón. Estas aberturas se dispondrán a una distancia vertical y horizontal no mayor de un metro (1 m.) y se cerrarán cuando el hormigón llegue a su altura.

Al objeto de facilitar la separación de las piezas que constituyen los encofrados podrá hacerse uso de desencofrantes, con las precauciones pertinentes y los mismos no deberán contener sustancias perjudiciales para el hormigón.

A título orientativo se señala que podrán emplearse como desencofrantes los barnices antiadherentes compuestos de siliconas, o preparados a base de aceites solubles en agua o grasa diluida, evitando el uso de gas-oil, grasa corriente, o cualquier otro producto análogo.

Todas las operaciones, mermas, elementos auxiliares, etc. necesarios para dar forma al encofrado, a sus encuentros con tuberías u otros elementos, y demás, se consideran incluidos en el precio del m2 de encofrado.





#### **5.4.10 MONTAJES PATES TREPADORES**

La colocación de los pates trepadores se ejecutará introduciéndolos a presión en orificios practicados al efecto. Estos orificios se ejecutarán mediante taladro sobre el hormigón existente y tendrán las dimensiones especificadas por el fabricante o los que dicte en su caso la Dirección de Obra.

En el caso de utilizarse pates de fundición, éstos se introducirán en un orificio más holgado y se anclarán mediante la utilización de resinas epoxídicas o morteros de ligera expansión.

Los pates una vez colocados quedarán perfectamente alineados tanto vertical como horizontalmente dentro del pozo de registro.

La separación entre pates será de 30 cm., colocando el primero de ellos a 50 cm. del acceso.

La colocación de los pates se hará de tal forma que la presión ejercida para su introducción en los orificios taladrados no cause ningún desperfecto en el propio pate.

#### **5.4.11 PRUEBAS A SOMETER A LOS PATES COLOCADOS**

Los pates trepadores serán sometidos a pruebas de tracción y presión vertical una vez colocados en los registros.

La fuerza mínima a la que serán sometidos a tracción será de 400 kg, no permitiéndose arrancamientos ni movimientos de éstos.

La presión vertical mínima a la que se someterán será de 200 kg, no permitiéndose como en el caso anterior ni arrancamientos ni movimientos de los pates trepadores.

Es obligación del Contratista disponer todo lo preciso para las pruebas y facilitar los aparatos de medida necesarios para realizar éstos, sin abono alguno ya que su coste está incluido en los precios de colocación.



## 6. MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

### 6.1 DESCRIPCIÓN DEL SUMINISTRO

Este pliego determina, según el caso, los trabajos de suministro, transporte, carga o descarga en obra, desmontaje, montaje, instalación y pruebas, de los materiales y equipos que se indican.

El aumento o disminución en el alcance del trabajo no afectará a los precios unitarios.

A efectos de la realización de los trabajos de montaje, el Contratista suministrará:

- Todos los materiales necesarios que no sean proporcionados por LA PROPIEDAD, según figure en el documento de Mediciones que acompañe a los planos constructivos.
- Toda la mano de obra directa e indirecta para la ejecución del trabajo.
- Toda la maquinaria y medios auxiliares para la completa ejecución del trabajo.
- Cualquier otro elemento adicional que fuese necesario para la ejecución total del trabajo, no incluido específicamente en las Mediciones.
- También se realizarán todos los trabajos, aparte de los indicados, que sean necesarios para la terminación del trabajo, según los planos constructivos.

En el alcance del montaje se incluyen:

- En materiales suministrados por el contratista, el transporte, descarga, almacenamiento, desembalaje, instalación en su posición definitiva y pruebas.
- En materiales suministrados por LA PROPIEDAD, la descarga, almacenamiento, control, desembalaje, instalación en su posición definitiva y pruebas.
- En este apartado se incluyen los siguientes trabajos en el Set y edificios auxiliares:
  - Implantación en obra.
  - Montaje de la estructura metálica.
  - Montaje de aparellaje.
  - Montaje de embarrados y conexiones entre aparatos.
  - Puesta a tierra de aparellaje y estructura metálica.



- Instalación de los sistemas de detección de incendios y antiintrusismo en edificio de mando.
- Montaje de cuadros y bastidores de control, protección y servicios auxiliares.
- Instalación de las comunicaciones por telefonía y fibra óptica.
- Montaje de instalaciones de alumbrado y fuerza en el parque intemperie y edificio de mando.
- Montaje de grupo electrógeno.
- Montaje de autotransformadores.

En el alcance del montaje no se incluyen las preparaciones especiales de la obra civil, que serán realizadas por otros.

En el desmontaje de equipos se incluye la identificación, clasificación y traslado a la zona de almacenamiento dispuesta para este fin, dejándolos en las condiciones adecuadas para evitar su pérdida o deterioro.

El Contratista dispondrá de maquinaria, utillaje y en general de toda clase de medios auxiliares, adecuados a la realización de su función en el desmontaje o montaje. Dichos equipos estarán en buenas condiciones de funcionamiento, serán de calidad reconocida y estarán dotados de las máximas condiciones, de seguridad en cuanto a posibles accidentes.

El Contratista se responsabilizará de facilitar cualquier material, trabajo o servicio complementario, que sea razonablemente necesario para la realización del montaje y buen funcionamiento de las instalaciones, se encuentre o no indicado explícitamente en el Proyecto.

Aquellos materiales que hayan de ser empleados en obra, y no estén incluidos explícitamente en el Proyecto, serán de primera calidad y no podrán utilizarse sin haber sido aprobados por el Director de Obra, que podrá rechazarlos si no reuniesen a su juicio las condiciones exigibles para conseguir debidamente el objetivo que motiva su empleo.



## 6.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MECÁNICAS Y CONSTRUCTIVAS

### 6.2.1 GENERALIDADES

- Los montajes de toda la instalación se efectuarán de acuerdo con las recomendaciones de fabricantes, planos de la ingeniería y siguiendo las recomendaciones de esta especificación.
- Antes del inicio de los trabajos, el contratista examinará las condiciones en que se encuentran las instalaciones que afectan a su trabajo, indicando a la Dirección de Obra cualquier anomalía que encuentre. Las modificaciones, ajustes, etc., que se deben efectuar por la omisión de este requisito, será por cuenta del contratista.
- Si el contratista pretende utilizar los servicios de otros sub-contratistas, será requisito imprescindible la aprobación por parte de LA PROPIEDAD.
- Todo el tiempo que sea necesario utilizar para la asistencia a reuniones de planificación, coordinación y preparación de trabajos, referentes al alcance del Proyecto, por parte del Contratista, se efectuará sin cargo alguno para LA PROPIEDAD.
- El contratista deberá facilitar a la Dirección de obra para su aprobación, toda la documentación técnica de equipos y materiales objeto de su suministro, indicando características, dimensiones, marcas, modelos, planos, etc. antes de proceder a su compra.
- El contratista se responsabilizará al finalizar las diferentes fases de montaje de proteger y limpiar adecuadamente, las diversas zonas o equipos. Asimismo diariamente deberá dejar las áreas en curso de montaje en perfecto orden de limpieza. En caso de detectar anomalías o deterioros en equipos o materiales, cuyas causas sean imputables al contratista, éste se hará cargo de todos los costes económicos de desmontajes, reparaciones, etc.
- En caso de que el contratista necesite efectuar taladros en estructuras o fundaciones, taladros en muros, soldaduras, etc. para la colocación de andamios, soportes provisionales y operaciones adicionales para el montaje, necesitará la previa autorización de la Dirección de Obra.



- En los trabajos de desmontaje de elementos que vayan a ser reutilizados, todo el pequeño material, tornillos, etc., que se deteriore deberá ser tenido en cuenta para su reposición y suministro por el contratista para su disponibilidad en futuras operaciones de montaje.
- Queda expresamente prohibido para la realización de ajustes de alineación, nivelación, aplanado, etc., en montaje de estructuras o equipos, la aplicación de calor o aprietes excesivos, debiendo quedar todas las uniones libres de tensiones.
- Toda la tornillería, tuercas y arandelas que se utilicen en el montaje serán de acero inoxidable, salvo indicación expresa en contra.
- En conexiones y piezas de conexión se empleará pasta conductora de características apropiadas, que deberá previamente ser aprobada por La Dirección de Obra. El apriete de las piezas de conexión se realizará con llave dinamométrica siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Todas las superficies sobre las que haya que aplicar pintura, deberán estar limpias de polvo, grasa, yeso, etc., y perfectamente secas. Las superficies metálicas quedarán perfectamente lijadas y tratadas. Toda superficie metálica deberá estar protegida con dos manos de minio. El trabajo de pintura no se hará durante tiempo de extrema humedad. Cada mano deberá dejarse secar por lo menos veinticuatro horas antes de aplicar la siguiente. La superficie tendrá un acabado uniforme en cuanto a color y lustre.
- No se considerará recepcionado por parte de LA PROPIEDAD ningún equipo o material suministrado por el contratista, hasta su puesta en servicio.
- Con carácter general, el contratista deberá:
- Iniciar cualquier trabajo, que dentro del alcance del contrato encomiende la supervisión de obra de LA PROPIEDAD.
- El hecho de que un trabajo genere un coste extra no será justificación para no realizarlo.
- Utilizar formatos para la presentación de certificaciones que previamente apruebe LA PROPIEDAD.
- Presentar presupuesto, para cualquier otro trabajo no incluido en el Proyecto que pueda ser requerido.

Cualquier trabajo de este tipo, que se realice sin previa autorización del presupuesto podrá ser no considerado como cargo extra.



### **Implantación de obra**

- El Contratista ubicará su taller y almacén en la zona de las dependencias que le asigne la Dirección de Obra.
- El Contratista suministrará una caseta para las oficinas de Dirección de Obra debidamente equipada.
- El Contratista deberá suministrar y montar toda la red de fuerza y alumbrado provisional, con todo el equipamiento necesario para la realización de los trabajos de montaje hasta la finalización de la obra, de acuerdo con la documentación adjunta.

### **Estructura metálica**

Con carácter general, se tendrá presente:

- Las tolerancias admitidas en el montaje de estructura metálica de pórticos, soportes de aparellaje y aisladores soporte, serán los siguientes:
  - Alineación  $\pm 5$  mm
  - Nivelación  $\pm 2,5$  mm
  - Aplomado  $\pm$  altura/1000
- El Contratista contemplará en el coste del montaje de estructura metálica la permanencia a pie de obra, durante todo el periodo que dure el montaje de la misma, de un topógrafo con taquímetro y nivel para conseguir una perfecta alineación, nivelación y aplomado de toda la estructura metálica, estando obligado a informar inmediatamente de cualquier anomalía a la supervisión de montaje, antes de iniciarse el trabajo. En caso contrario todos los costes de reparación serán a su cargo.

### **Aparellaje y equipos**

- La nivelación de todo el aparellaje deberá hacerse sobre un mismo plano horizontal. Si fuera necesario, se emplearán suplementos metálicos, calibrados y adecuados, los cuales deberán ocupar la totalidad o la mayor parte de la superficie a corregir, una vez conseguida la nivelación correcta, los pernos se apretarán con llave dinamométrica hasta su posición definitiva, de forma que los equipos se sitúen libres de tensiones sobre los soportes o bancadas. Todos los suplementos utilizados deberán estar protegidos contra la corrosión.



- Todas las modificaciones (nuevos taladros, rasgado de los existentes, etc.) que pudiesen exigir la sujeción de aparatos, el paralelismo entre fases, etc., deberán realizarse en el soporte metálico correspondiente. Si pareciera oportuno realizarlas en la bancada del aparato, corresponderá a la Dirección de Obra la resolución a tomar.
- Una vez terminada cada fase de montaje del aparellaje, LA PROPIEDAD realizará en los mismos, pruebas de funcionamiento que crea oportunas, especialmente en los accionamientos, sin que esto excluya al contratista de haber realizado sus comprobaciones.
- Una vez finalizado el montaje de todo el aparellaje, el Contratista procederá a la limpieza del mismo debiendo emplear trapos limpios que no dejen residuos y un disolvente adecuado, como tricloroetileno o tetracloruro de carbono.
- A las cuchillas de los seccionadores se les aplicará una capa de vaselina y posteriormente se limpiarán con trapos limpios.
- Para el montaje en la primera unidad de cada aparato de un mismo tipo, si fuese necesario, se efectuará bajo la dirección de un Supervisor del Fabricante.
- El Contratista contemplará sin coste alguno para LA PROPIEDAD la prestación de oficiales capacitados, para ayuda a la puesta a punto de la aparamenta de alta tensión.

### **Embarrados**

- Los cables aéreos serán de aluminio-acero o de aleación de aluminio y están de acuerdo con las normas UNE aplicables.
- Los tubos de aluminio para los embarrados principales y conexiones entre aparatos serán aleación 6063.T6, según Norma UNE aplicable.
- Para enderezar los cables se empleará un tablón con guías y elementos de madera para golpear, siendo la Dirección de Obra, quien determine cuándo el cable se encuentra en perfectas condiciones para su instalación.
- Expresamente se prohíbe arrastrar los cables, así como ponerlos en zonas de tránsito, por las deformaciones y erosiones que podrían ocasionarse en los mismos.
- La realización de curvatura de tubos, se hará mediante máquinas y procedimientos apropiados y deberán ser aprobados por la Dirección de Obra.





- En general, sólo se realizarán empalmes de tubos en los puntos que así lo marque el proyecto.
- Las soldaduras de tubo se efectuarán según el método TIG o MIG, con junta soldada en Y, empleándose como material de aportación S-AISI5, no debiendo superarse los 30 N/mm como máximo en la sección de soldadura. El soldador será homologado y el coste de homologación será por cuenta del Contratista.
- Todos los empalmes de tubos serán inspeccionados por LA PROPIEDAD, quien podrá exigir la repetición de aquellos que considere que no reúnen las debidas condiciones mecánicas.
- El montaje de los embarrados flexibles se realizará de acuerdo con las tablas de tendido que se proporcionará en la documentación constructiva del proyecto.

#### **Sistemas de puesta a tierra**

- El Conductor del Sistema de p.a.t. será de las características definidas en el proyecto.
- En este montaje no se contempla la instalación de la malla enterrada que será efectuada por otros.
- La conexión de cada punto de p.a.t. se efectuará de tal forma que al menos lleguen dos conductores de la malla enterrada.
- Las soldaduras entre tiradas serán de tipo aluminotérmico u oxiacetilénico.
- En ningún caso se admitirán soldaduras con coqueras, fisuras, derrames o cualquier otro fallo.
- Para la realización de las soldaduras aluminotérmicas se emplearán moldes que se precalentarán de acuerdo con las especificaciones del fabricante, antes de obtener la primera soldadura con ellos, y después se conservarán en un lugar seco. El secado se realizará por llama o encendiendo en ellos un cartucho sin efectuar soldadura.
- Los moldes se usarán un número de veces que no sobrepase el 80% del máximo recomendado por el fabricante, y siempre que no hayan sufrido daños en su geometría.
- Antes de efectuar las soldaduras se limpiarán cuidadosamente los conductores a unir, con lima o cepillo de acero que no se utilicen para otro fin diferente.



- Aquellos conductores que hubiesen sido tratados con aceite o grasas deberán desengrasarse previamente con un desengrasante adecuado.
- Los conductores mojados deben secarse preferentemente con alcohol o soplete, teniendo en cuenta que la humedad puede producir soldaduras porosas, que serían rechazadas.
- Si se trata de estructuras galvanizadas y piezas de conexión, la preparación de las superficies de contacto entre ellas deberá realizarse de forma que no se elimine el galvanizado de la estructura, ni siquiera una pequeña capa del mismo. Sin embargo, la limpieza de las superficies será lo suficientemente buena como para producir una resistencia de contacto eléctrico máxima de 1 ohmio.
- Como criterio general, se pondrán a tierra todas las masas metálicas tales como soportes, estructuras, ferrallas, mallazos de forjados, bandejas metálicas, vallados metálicos, cajas accionamientos, transmisiones, etc., asegurando su continuidad eléctrica, mediante la realización de puentes adecuados, cuando se requiera.
- En el caso de las estructuras soportes de equipos de alta tensión la p.a.t. se efectuará uniendo los dos conductores del bucle, a la estructura mediante petaca atornillada con dos tornillos.
- Los transformadores de medida (TI, TC, TT), pararrayos, seccionadores de p.a.t. y neutro de los transformadores de potencia se realizará conectando directamente la borna de tierra correspondiente a la petaca de p.a.t. del soporte.
- Se situarán puntos fijos para p.a.t. temporal en aquellos lugares que se definan en los planos correspondientes, aunque como criterio general se localizarán en ambos lados de seccionadores e interruptores, en las proximidades de equipos conectados por medio de conductores de gran longitud, así como entre el transformador capacitivo de línea y la bobina de bloqueo si existe.
- En los juegos de barras principales se instalarán puntos fijos de p.a.t. en los extremos y a ambos lados de cada una de las conexiones flexibles. En el caso de existir cuchilla de p.a.t. en alguno de estos puntos, no se instalará punto fijo.



- Se conectarán a tierra todas las pantallas de los cables en ambos extremos (en el caso de subestaciones de 220 kV y para cables de control sólo será necesario conectar un extremo), utilizando conexiones lo más cortas posibles, evitando la formación de lazos o bucles.
- Se tenderá un conductor de acompañamiento, por los canales de cables. Este conductor se conectará a los mismos puntos que la p.a.t. de las pantallas, de modo que quede siempre en paralelo con las mismas.
- No se considerará válido a efectos de confinidad eléctrica el atado de ferralla mediante alambres, por lo que habrá que asegurar la continuidad mediante soldaduras.

### **Tendido y conexionado de cables**

- El tendido de cables se efectuará de forma que las tensiones de tendido no produzcan rotura del cable o deterioro de su aislamiento. Se protegerán previamente con boquillas adecuadas todos los extremos de los conductos por donde hayan de pasar los cables. Donde sea necesario para facilitar el paso de cables por los conductos, se emplearán polvos de talco, estearina o parafina y las guías metálicas convenientes en cada caso. No se utilizarán grasas ni materiales que pudieran ser perjudiciales para el aislamiento de los cables.
- El Contratista efectuará a su cargo todas las operaciones de medida, corte y manipulación de las bobinas o rollos. Las longitudes indicadas en las especificaciones son sólo orientativas, y no deberán usarse para el corte de cables. El Contratista deberá verificarlas sobre el terreno, y efectuar el troceado de acuerdo con las medidas reales, indicando este valor en las listas de cables.
- Las características de los cables de fuerza y control será la especificada en el proyecto constructivo, y su composición, la definida en el documento de mediciones de obra.
- El Contratista llevará un control de todas las bobinas o rollos de cables y a requerimiento del supervisor de LA PROPIEDAD, le será facilitado un informe de metros tendidos por tipos y reserva en el almacén.



- No se permitirán empalmes de cables. Todas las conexiones deberán efectuarse cortando trozos de longitud suficiente para que la conexión se haga sin intermedios. Para pelar los cables se emplearán medios adecuados, de modo que no resulten dañados.
- El número de conductores en un conducto será tal que la suma de las secciones rectas de dichos conductores no exceda del siguiente porcentaje del área de la sección recta del conducto:

Nº de conductores	1	2	3	más de 3
Porcentaje	53	31	40	35

- Todas las derivaciones se realizarán en cajas de conexión, utilizando bornas con tornillo de características adecuadas. No se permitirá otro tipo de conexión o derivación.
- Todos los cables se identificarán en cada extremo con portaetiquetas de material aislante y autoextinguible con etiquetas rotuladas con el número del cable. Cuando los cables atraviesen conductos empotrados o paso en muros, que luego irán sellados, se identificarán en los dos extremos visibles del conducto o paso.
- Todos los conductores de cada cable, en su conexión a la borna correspondiente, se identificarán mediante manguitos de plástico cerrado con inscripciones indelebles, no admitiéndose rotulaciones realizadas sobre la cinta adhesiva. La identificación se efectuará haciendo figurar en cada una de las tres caras visibles de los manguitos lo siguiente:
- Todos los pasos a edificios, así como los conductos de interconexión entre salas (servicios auxiliares, comunicaciones, control, etc.), como protección contra el fuego y una vez tendidos todos los cables, serán sellados con material resistente al fuego, siguiendo las recomendaciones del fabricante.
- Los pasos de cables en el parque de intemperie se sellarán, una vez instalados los cables, con mortero ligero "NOVASIT" o similar.

### **Contraincendios**

Las subestaciones rurales intemperie deben cumplir, como mínimo la normativa vigente con independencia de lo que se recoge en el plan de seguridad de LA PROPIEDAD. Se aplicará la normativa comunitaria y nacional así como la normativa autonómica y local que corresponda a cada distrito.



Las medidas generales a aplicar son:

#### **Medidas pasivas**

- Compartimentación contra el fuego de las salas técnicas, sala de mandos y salas de baterías en su totalidad, es decir, tanto tabiques, techo y suelo. Dichas áreas tendrán una resistencia al fuego de RF- 120 como mínimo.
- Muros cortafuegos entre transformadores cuya altura debe ser, como mínimo, 1 metro superior a la altura del depósito de aceite del transformador y de nivel de estabilidad al fuego de RF-120.
- Los muros de delimitación entre celdas convencionales deben ser de medio pie de ladrillo.
- Sistema de ventilación en las salas técnicas, sala de baterías y sala de mandos.

#### **Medidas activas**

- Sistema automático de detección de incendios en ambiente en la totalidad del edificio y en los transformadores
- Sistema de sirenas para avisar e informar a las personas presentes en la Subestación.
- Extinción manual portátil. El agente extintor será acorde con el empleo que se realizará de dichos dispositivos y la ubicación de los mismos.

#### **Antiintrusismo**

Las subestaciones rurales exteriores se encuentran en un recinto de parcela. Por lo tanto se aplicaran medidas de protección exteriores.

Las medidas generales a aplicar son:

#### **Medidas pasivas**

Estas Subestaciones se encuentran en un recinto de parcela. Por lo tanto se aplicarán medidas de protección exteriores.

El perímetro exterior debe disponer de:

- Vallado perimetral, automatizada completo y homogéneo con puerta automatizada.



- El acceso para personas y vehículos en el perímetro, deberá disponer de un nivel de resistencia de características similares con respecto al cerramiento perimetral.

El perímetro del edificio debe de estar totalmente cerrado. Las medidas pasivas a considerar son las siguientes:

- Los muros que forman el edificio deben ser resistentes. El diseño de los mismos deberá tener en cuenta que su resistencia ante impactos horizontales debe ser al menos igual a la que ofrecen los enrejados y las puertas de acceso determinadas en los siguientes puntos.
- En caso de que existan ventanas se debe colocar un enrejado exterior en todas las plantas que den al exterior y en caso de que no sea posible el enrejado será interno. El enrejado se debe definir mediante la norma UNE-EN108-142.
- Las puertas de acceso a la Subestación deben ser puertas de seguridad con nivel de resistencia 4 según la norma UNE-ENV 1627 (1999) contra sierras, martillos, hachas, formones y taladros portátiles.
- El número de puntos de acceso tiene que ser el mínimo imprescindible para garantizar la fluidez y el buen funcionamiento del sistema de accesos, a ser posible único. Estos accesos deberán estar alarmados y controlados remotamente.
- En cuanto al número de salidas de emergencias deberán ser las mínimas necesarias. El nivel de resistencia de estas puertas debe ser similar al del resto de puertas de acceso.
- Si las salas técnicas se encuentran fuera del perímetro del edificio de las Subestaciones, los niveles de resistencia en estas salas serán similares a los determinados para los edificios existentes en las Subestaciones

#### **Medidas activas**

- Iluminación del área de transformación y del parque que servirá como elemento disuasorio.

A continuación se determinan las medidas a tomar en el sistema de intrusión:

- Instalación de un sistema de detección volumétrica interior en la planta rasante del edificio. Este sistema puede ser Activado/Desactivado por marcación de código. Dicho sistema se encontrará activo durante las 24 horas del día.



- Instalación de contactos magnéticos en las puertas de entrada y la salida del perímetro exterior, edificio y trampillas.
- El sistema de intrusión tiene que estar conectado a una Central Receptora de Alarmas (CRA).

La apertura de puertas será comandada por un sistema de control de accesos para permitir el paso a personas autorizadas. Las medidas son las siguientes:

- Se instalará un control de accesos por sistema de llaves maestras.
- Para el acceso a las salas técnicas, salas de Mando y salas de Batería se empleará el mismo sistema de llaves maestras.

### **Residuos**

Con el fin de evitar el vertido involuntario de residuos industriales al terreno, alcantarillado o cauces públicos se realizará un depósito recolector de aceite.

El depósito recolector de aceite será estanco y con capacidad para contener el volumen total de aceite de un Transformador, más el volumen de agua que pueda recibir del sistema contra incendios y la propia de la lluvia. Este volumen adicional equivaldrá al 30% del volumen total de un Transformador, por tanto el volumen total del depósito será el equivalente a 1,3 veces el volumen del Transformador.

El depósito recolector se construirá totalmente estanco sin desagüe. El vaciado del mismo se realizará mediante una bomba de accionamiento manual a un contenedor controlado

### **Luminarias**

Según el Real Decreto 1890/2008 de 14 de noviembre, se aplicará el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, con el fin de mejorar la eficiencia y el ahorro energético, así como limitar el resplandor luminoso nocturno y reducir la luz molesta.

El alumbrado del parque de intemperie se realizará mediante proyectores estancos (grado de protección IP-65), instalados en soportes independientes, con 2 proyectores por soporte, situados alrededor del parque a una altura de 3 m. Incorporarán equipo auxiliar de encendido y lámparas tubulares de 250 W de vapor de sodio de alta presión, la potencia máxima del conjunto lámpara y equipo auxiliar no superará los 277





W. Dichos proyectores tendrán un rendimiento superior al 55% y un factor de utilización mayor o igual a 0,25.

Los proyectores estarán distribuidos en dos grupos, con alimentación y protección independiente, de forma que el encendido de un grupo de un nivel medio de iluminación de 5 lux. El encendido de los dos grupos dará un nivel medio de iluminación de 20 lux.

El alumbrado del primer grupo de proyectores será permanente y será controlado mediante célula fotoeléctrica, teniendo la posibilidad de operar sobre ellos también de forma manual, el segundo grupo de proyectores se encenderán de forma manual cuando se precisen efectuar trabajos nocturnos.

Se pondrá especial cuidado en el diseño de las orientaciones de proyectores, incluyendo las recomendaciones para montaje perimetral, con objeto de evitar los deslumbramientos del personal en la realización de trabajos en las zonas, así como para las personas que circulen por los viales.

Al ser orientables, se situarán de tal forma que mediante el apuntamiento adecuado se puedan realizar trabajos de inspección y mantenimiento en cualquier zona dentro del parque intemperie. Mediante la orientación de los proyectores se podrá modificar la zona con mayor iluminación para que coincida con aquella donde se van a realizar los trabajos de mantenimiento con mayor frecuencia.

### 6.3 PRUEBAS Y ENSAYOS

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales que han de emplearse en las obras reúnen las condiciones adecuadas, se verificarán por el Director de Obra, o bien si éste lo considera conveniente, por el Laboratorio que estime oportuno.

Una vez terminado el montaje de cada uno de los materiales y equipos, se realizarán las pruebas o ensayos que se juzguen necesarios para asegurarse que aquél se ha realizado de acuerdo con las Normas y Reglamentos.

Los ensayos serán atestiguados por los representantes de LA PROPIEDAD y del Contratista, a menos que se renuncie a ello por escrito.

El Contratista facilitará a LA PROPIEDAD dos copias certificadas de los resultados de los ensayos.



El que testifique o no un ensayo, no libera al Contratista de la responsabilidad de cumplir plenamente con los requisitos de esta Especificación.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán por cuenta del Contratista.

Se efectuarán las siguientes pruebas o ensayos, sin que esta relación sea limitativa:

- Comprobación general de las instalaciones disposición, nivelación, verticalidad, conexionado, par de apriete de la tornillería, terminación de cables y apriete de bornas de cuadros, etc.
- Pruebas de funcionamiento mecánico de los equipos (manual).
- Comprobación de fases.
- Ensayos para localización de posibles cortocircuitos.
- Ensayos para localización de derivaciones a tierra o conexiones equivocadas.
- Pruebas necesarias para cumplir con la garantía de los fabricantes.

## 7. PUESTA EN MARCHA Y SERVICIO

El Adjudicatario deberá realizar las pruebas y puesta en marcha de los equipos e instalaciones, basándose en la normativa anteriormente citada.

El Adjudicatario deberá realizar la Puesta en Marcha de los equipos de Protecciones, Telecontrol y Comunicaciones, con las empresas recomendadas por LA PROPIEDAD u otra previa aprobación por el Gestor.

El Adjudicatario deberá cumplimentar los distintos Protocolos de Recepción, de los equipos e instalaciones, antes de la Puesta en Servicio.

La Puesta en Servicio la realizará el Adjudicatario bajo la dirección del Gestor.

El Adjudicatario cumplimentará el permiso de Puesta en Marcha ante el Organismo Oficial. (Industria)

### 7.1 SECUENCIA A SEGUIR ANTES DE LA PUESTA EN MARCHA

De un modo no exhaustivo se describen las principales actividades que deben realizarse antes de la puesta en marcha.

#### 7.1.1 VERIFICACIONES PREVIAS A LA ENERGIZACIÓN EN A.T.:

- Verificación de los tenses y flechas de las conexiones tensadas.



- Verificación del conexionado de la aparamenta de toda la instalación.
- Verificar el valor nominal de tensión en los equipos y demás características de la aparamenta que sean correctas.
- Comprobación, a muestreo, el apriete de la tornillería en las conexiones, aparamenta y estructura metálica.
- Verificar el ajuste y puesta a punto de los seccionadores:
  - Enclavamientos eléctricos y mecánicos.
  - Mandos locales.
  - Control de la resistencia de contacto.
  - Aislamiento.
  - Velocidad de apertura – cierre.
- Verificar el ajuste y puesta a punto de los interruptores:
  - Enclavamientos eléctricos y mecánicos.
  - Mandos locales.
  - Control de la resistencia de contacto.
  - Aislamiento.
  - Velocidad de cierre – apertura.
  - Tiempos de actuación cierre – apertura (bloques de contacto).
  - Sincronismo entre fases y entre los contactos cierre – apertura.

#### **7.1.2 VERIFICACIONES PREVIAS A LA ENERGIZACIÓN EN ARMARIOS Y CIRCUITOS DE CONTROL Y PROTECCIÓN:**

- Verificación del conexionado, de acuerdo con los esquemas correspondientes.
- Realizar las pruebas de aislamiento de cada uno de los aparatos.
- Verificar la separación de las polaridades y respecto a tierra (cc y ca).
- Verificar el valor nominal de tensión y demás características sean correctas (aparatos y equipos).
- Identificación de circuitos (corrientes = rojo, tensión = azul o verde, cc = amarillo, etc),
- Comprobación de la ausencia de conexiones sueltas o mal apriete de Bornes.
- Comprobar etiquetado de cables.
- Comprobar la puesta a tierra de las pantallas de los cables y su etiquetado (longitud del rabillo de tierra).



- Comprobar la relación de los transformadores auxiliares y su concordancia con la relación elegida (T/T y T/I).
- Comprobación de la polaridad de los transformadores aux. (T/T y T/I).

### **7.1.3 SECUENCIA A SEGUIR PARA LA P.E.M. CIRCUITO CONTROL Y PROTECCIÓN**

De un modo exhaustivo, se describen las principales actividades a realizar en la puesta en marcha "en caliente" de los circuitos de control y protección.

#### **Generales:**

- Comprobación Servicios auxiliares ca.
- Comprobación Servicios auxiliares cc.
- Comprobación independencia de los circuitos de baterías.
- Sistema Integrado de control y protección: Comprobación local de todas las señales, mandos y medidas.

#### **Para cada Posición:**

- Maniobra: local desde el armario de la propia celda, desde el Terminal Local (PC) y desde el Centro de Control.
- Enclavamientos.
- Circuitos intensidad y tensión: inyección de corriente y tensión, comprobando los aparatos de medida, protección y convertidores.
- Protecciones: protocolos de ajuste.
- Protección embarrado:

#### **Por cada celda unión de barras:**

- Protección diferencial o modificación de corrientes de la misma.

#### **Otras pruebas:**

- SICOP modificación de la programación y pruebas funcionamiento.
- Equipos de comunicación.
- Programación Centro de Control.
- Prueba desde Centro de Control.



## 8. INFORMACIÓN A ENTREGAR POR EL CONTRATISTA

### 8.1 DOCUMENTACIÓN AS-BUILT

Una vez terminado las obras, el contratista facilitará una colección completa de los planos del proyecto sobre las que se indicarán las variaciones efectuadas durante las obras. Dichas colecciones serán "Plano de obra ejecutada".

A la Recepción Provisional deberá entregar una copia de los CD's y cuatro copias en papel de los documentos y planos, según:

- Documentos "as built" de acuerdo con lista de documentos.
- Colección de planos en formato DIN A-4 excepto los de escalas superiores a 1/100 que se realizarán en formato DIN A-3.
- Toda esta documentación se encuadernará en archivadores tamaño DIN A-4 con funda, tipo ELBA mod. 75407 ó similar, de dos taladros.
- Documentos de Control de Calidad. Deberán entregar una copia de la misma a medida que se realicen los controles de calidad solicitados en este Pliego.
- Documento de la Puesta en marcha.
- Cumplimentación de los protocolos de Puesta en marcha normalizados, suministrados por la Propiedad, si los hubiere, o los protocolos alternativos presentados por el Adjudicatario.

Deberán entregarse todos los originales debidamente archivados y clasificados en archivadores tamaño DIN.

### 8.2 REGISTROS DE CALIDAD

La Propiedad se reserva el derecho de inspeccionar las instalaciones mientras se realiza el montaje de los materiales.

El hecho de que la Propiedad o sus Representantes hayan inspeccionado el montaje o testificado las pruebas o no hayan rechazado cualquier parte de la instalación, no eximirá al Contratista de la responsabilidad de instalar los equipos de acuerdo con los requisitos del contrato.

Las instalaciones estarán sujetas a un programa de control de calidad de acuerdo con las Condiciones de Inspección correspondientes.



### 8.3 GARANTÍAS

El Contratista garantizará todo su trabajo y suministros realizados contra cualquier clase de fallo o deterioro, por un período definido en las condiciones comerciales, desde la fecha de puesta en servicio de las mismas.

La obligación del Contratista bajo estas garantías será subsanar, en el menor tiempo posible, todos los defectos de las instalaciones realizadas que se produzcan dentro del período definido en las condiciones comerciales desde la fecha de su puesta en marcha, con tal de que la Propiedad mande al Contratista notificación por escrito y pruebas satisfactorias de tal defecto. Si parte de la instalación después de ser investigada resulta ser prueba defectuosa, el Contratista cargará con todos los gastos que origine la reparación del defecto.

La garantía que cubra cualquiera de las partes de la instalación que sea reemplazada o reparada por el Contratista bajo las condiciones anteriores, se hará efectiva de nuevo por un período definido en las condiciones comerciales.



## 9. PAGO DE LAS OBRAS

El pago de las obras se verificará por la Propiedad contra certificación aprobada, expedida por la Dirección Facultativa de ellas.

Los pagos dimanantes de liquidaciones tendrán el carácter de anticipos "a buena cuenta", es decir, que son absolutamente independientes de la liquidación final y definitiva de las obras, quedando pues sujetas a rectificación, verificación o anulación si procedieran.

En ningún caso salvo en el de rescisión, cuando así convenga a la Propiedad, serán a tener en cuenta, a efectos de liquidación, los materiales acopiados a pie de obra ni cualesquiera otros elementos auxiliares que en ella estén interviniendo.

Serán de cuenta del Constructor cuantos gastos de todo orden se originen a la Administración, a la Dirección Técnica o a sus Delegados para la toma de datos y redacción de las mediciones u operaciones necesarias para abonar total o parcialmente las obras.

Terminadas las obras se procederá a hacer la liquidación general que constará de las mediciones y valoraciones de todas las unidades que constituyen la totalidad de la obra.

Zaragoza, mayo de 2021  
Fdo. Pedro Machín Iturria  
Colegiado Nº 2474  
COIAR





---

# PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO

## SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV

### DOCUMENTO 5: Estudio de Seguridad y Salud

Término Municipal de Belchite (Provincia de Zaragoza)

---



*En Zaragoza, mayo de 2021*

## ÍNDICEcc

<b>1. OBJETO .....</b>	<b>4</b>
<b>2. CARACTERÍSTICAS Y DATOS GENERALES DE LA OBRA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Ubicación .....	5
2.2. Presupuesto y Plazo de ejecución .....	5
2.3. Relación resumida de los trabajos a realizar .....	5
2.4. Personal Previsto .....	6
<b>3. ACTUACIONES PREVIAS .....</b>	<b>7</b>
3.1. Servicios y redes de distribución afectados por la obra .....	7
3.2. Accesos, cerramientos y rampas .....	7
3.2.1. Accesos .....	7
3.2.2. Cerramientos .....	7
3.2.3. Rampas .....	7
3.3. Señalización .....	7
3.4. Instalaciones de higiene y bienestar .....	8
3.4.1. Servicios higiénicos .....	8
3.5. Primeros auxilios .....	9
3.5.1. Maletín-botiquín de primeros auxilios .....	9
3.6. Medicina preventiva .....	10
3.7. Evacuación de accidentados .....	10
<b>4. ACTIVIDADES PREVISTAS EN OBRA .....</b>	<b>11</b>
4.1. Albañilería .....	11
4.2. Apertura de pozos .....	12
4.3. Asfaltado .....	12
4.4. Compactación y consolidación .....	13
4.5. Colocación de placas fotovoltaicas .....	14
4.6. Desbroce por medios mecánicos .....	14
4.7. Estructura de hormigón armado con cubilote .....	15

4.8.	Estructuras metálicas. Colocación de perfiles tubulares	15
4.9.	Excavación mecánica- zanjás	16
4.10.	Excavación mecánica a cielo abierto	17
4.11.	Instalaciones eléctricas de baja tensión	18
<b>5.</b>	<b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS</b>	<b>19</b>
5.1.	Generales	19
5.1.1.	Señalización	19
5.1.2.	Tipos de señales	19
5.2.	Iluminación (anexo IV del R.D. 486/97 de 14/4/97)	20
5.3.	Protección de personas en instalación eléctrica	21
5.3.1.	Andamios	22
5.3.2.	Señales óptico-acústico de vehículos de obra	24
5.4.	Protecciones colectivas a utilizar en obra	25
5.5.	Equipos de protección individual	25
5.6.	Indicativos visuales	31
<b>6.</b>	<b>PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>71</b>
6.1.	PRESUPUESTO PARCIAL	71
6.1.1.	PROTECCIONES INDIVIDUALES	71
6.1.2.	PROTECCIONES COLECTIVAS	72
6.1.3.	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	73
6.1.4.	PROTECCIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA	73
6.1.5.	INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	73
6.1.6.	MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	74
6.1.7.	VIGILANCIA Y FORMACIÓN	74
6.2.	PRESUPUESTO GENERAL	75
<b>7.</b>	<b>PLIEGO DE CONDICIONES</b>	<b>76</b>
7.1.	DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN	76
7.2.	CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN	77
7.2.1.	PROTECCION PERSONAL	77
7.2.2.	PROTECCIONES COLECTIVAS	77
7.2.3.	SERVICIO DE PREVENCIÓN	79

PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO  
SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV  
5 Estudio de seguridad y salud



7.2.4.	VIGILANTE DE SEGURIDAD Y COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE.....	80
7.2.5.	INSTALACIONES MÉDICAS .....	80
7.2.6.	INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.....	80
7.2.7.	PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE .....	80

## 1. OBJETO

El presente Estudio de Seguridad y Salud, establece el conjunto de sistemas que permitan abordar de forma integral la seguridad, definiendo la línea de actuación a seguir en materia de prevención de riesgos en el trabajo en cada situación potencial de riesgo. Se seguirán las directrices que se establecen en el Proyecto de ejecución de la obra en el apartado correspondiente del Pliego de Condiciones, así como el presente estudio, para evitar los accidentes laborales y de otra índole durante la ejecución de los trabajos. Por otra parte, se establecerán las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Ante la posibilidad de que puedan surgir otros riesgos, estos serán estudiados de la forma más profunda posible por el Coordinador de Seguridad en la obra, dándole respuesta inmediata.

## 2. CARACTERÍSTICAS Y DATOS GENERALES DE LA OBRA

### 2.1. Ubicación

La finca destinada para la implantación de SET "Almazara" se encuentra situada en el Término Municipal de Belchite (provincia de Zaragoza).

### 2.2. Presupuesto y Plazo de ejecución


El presupuesto de ejecución total de la obra asciende a la cantidad de 2.534.127 €. El plazo de ejecución se estima en unos 3 meses.

### 2.3. Relación resumida de los trabajos a realizar

La obra consiste en la ejecución de las diferentes fases de obra e instalaciones para desarrollar la instalación de SET "Almazara" 220 / 30 kV. Dicha subestación tiene como objeto ser punto de entrega de la energía generada por los parques eólicos "Sikitita" y "Bonastre 4", y su transformación a 220 kV para su posterior evacuación mediante línea de aérea de alta tensión. También recoge la energía generada por el parque fotovoltaico "San Miguel E" y por el parque eólico "Arbequina" mediante una posición de línea de 220 kV, y por los parques eólicos "Bonastre 1", "Bonastre 2" y "Bonastre 3" mediante otra posición de línea de 220 kV. Todas estas instalaciones evacuarán al punto de conexión obtenido en la SET "Cartujos" mediante una única posición de salida de 220 kV.

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

- Acopio y Manipulación de materiales.
- Transporte de materiales y equipos dentro de la obra.
- Obras de excavación.
- Movimiento de tierras (terraplenes y rellenos).
- Armaduras (ferralla).
- Encofrados.
- Obras de hormigón.
- Montaje de equipos, estructuras metálicas y prefabricados.
- Maniobras de izado, situación en obra y montaje.
- Conexionado de instalaciones eléctricas.

<p align="center"> <b>PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO</b>  <b>SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV</b>  <b>5 Estudio de seguridad y salud</b> </p>		<div> <div> COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA </div> <div> Nº.Colegiado.: 0002474  PEDRO MACHIN ITURRIA </div> <div> <b>VISADO Nº. : VD01783-21A</b>  <b>DE FECHA : 31/5/21</b> </div> <div> <b>E-VISADO</b> </div> </div>
---	--	---

- Acabados.

## 2.4. Personal Previsto

El personal necesario del conjunto de las obras nos da una previsión media de quince (15) personas y una punta máxima de veinte (20) personas



### 3. ACTUACIONES PREVIAS

#### 3.1. Servicios y redes de distribución afectados por la obra

Las interferencias con redes de distribución de toda índole han sido causa de accidentes, por ello se considera muy importante detectar su existencia y localización exacta en los planos con el fin de poder valorar y delimitar claramente los diversos riesgos.

#### 3.2. Accesos, cerramientos y rampas

##### 3.2.1. Accesos

Antes de vallar la obra se establecerán accesos separados, cómodos y seguros, tanto para personas como para vehículos y maquinaria, se señalizará convenientemente la entrada y salida de los mismos.

##### 3.2.2. Cerramientos

Como medida de protección se procederá al vallado perimetral de la obra con el objeto de impedir el paso de personas y vehículos ajenos a la misma, mediante malla electrosoldada de doble torsión y postes metálicos. La altura de dicha protección no será inferior a 2 metros y deberá estar bien señalizada por la noche.

##### 3.2.3. Rampas

Las rampas para el movimiento de camiones no tendrán pendientes superiores al 12% en los tramos rectos y al 8% en las curvas. El ancho mínimo será de 5 metros en los tramos rectos y sobre ancho adecuado en las curvas. Serán practicables, drenando y evacuando las aguas de lluvias, y consistentes para la carga a soportar.

#### 3.3. Señalización

Se atenderá siempre a las indicaciones de la siguiente señalización en esta obra, si bien se modificará según las necesidades de aquellas situaciones no previstas que surjan.

En la oficina de obra se instalará un cartel con los teléfonos de interés más importantes, utilizables en caso de accidente o incidente en el recinto de obra. El referido cartel debe estar en sitio visible, para poder hacer uso de los mismos en el menor tiempo posible.

En la entrada de personal a la obra se instalarán las siguientes señales:

- Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra
- Utilización obligatoria del casco.
- Peligro de caída de objetos.

En los cuadros eléctricos generales y auxiliares de obra se instalarán las señales de peligro eléctrico.

En las zonas donde exista peligro de caídas de altura se utilizarán las señales de peligro:

- Caídas a distinto nivel.
- Utilización obligatoria del cinturón de seguridad.

Deberá utilizarse la cinta balizadora para advertir del peligro en aquellas zonas donde exista riesgo (zanjas, vaciados, forjados, etc.), como complemento a las medidas de protección adecuadas.

En las zonas donde exista riesgo de incendio o explosión se instalarán las señales de prohibido fumar y señales de advertencia de la existencia de dicho peligro.

En la zona de ubicación del botiquín de primeros auxilios, se instalará la señal correspondiente en lugar visible.

En el recorrido de la maquinaria y camiones se dispondrá de las señales de advertencia de peligro, de prioridad, de prohibición de entrada, de restricción y de obligación que correspondan.

En aquellos trabajos que lo requieran se señalizará la obligación del uso del Equipo de Protección Individual correspondiente (gafas, guantes, botas, mascarillas, protectores auditivos, etc.)

### 3.4. Instalaciones de higiene y bienestar

#### 3.4.1. Servicios higiénicos

Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados. Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.

En presencia de sustancias peligrosas, humedad, suciedad, la ropa de trabajo deberá poder guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales.

Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales.

Se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas en número suficientes. Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente, caliente y fría. Cuando con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberán tener lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, caliente si fuese necesario, cerca de los puestos de trabajo. Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuviesen separados, la comunicación entre uno y otro deberá ser fácil. Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo de los locales de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos, de locales especiales con un número suficiente de retretes y lavabos. Los vestuarios, duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

### 3.5. Primeros auxilios

Aunque el objetivo global de este Estudio de seguridad y salud es prevenir los accidentes laborales y enfermedades profesionales, existen causas de difícil control que pueden hacerlos presentes. En consecuencia, es necesario disponer de los medios de primeros auxilios necesarios para atender a los posibles accidentados.

#### 3.5.1. Maletín-botiquín de primeros auxilios

El uso del maletín-botiquín de primeros auxilios será manejado por personas competentes (Jefe de obra).

El contenido, características y uso quedan definidas en el Pliego de Condiciones Técnicas y particulares del presente Estudio de Seguridad y Salud.

### 3.6. Medicina preventiva

Con el fin de lograr evitar en lo posible las enfermedades profesionales en esta obra, así como los accidentes derivados de trastornos físicos, psíquicos, alcoholismo y resto de las toxicomanías peligrosas, se prevé que el Contratista adjudicatario, en cumplimiento de la legislación laboral vigente, realice los reconocimientos médicos previos a la contratación de los trabajadores de esta obra y los preceptivos de ser realizados al año de su contratación. Y que así mismo, exija puntualmente este cumplimiento, al resto de las empresas que sean subcontratadas por él para esta obra.

### 3.7. Evacuación de accidentados

Se deberán disponer de caminos de acceso a través de los cuales puedan acceder los vehículos de evacuación de accidentados.

## 4. ACTIVIDADES PREVISTAS EN OBRA

Durante la ejecución de los trabajos y por coherencia con los capítulos del presente Estudio, se plantea la realización de las siguientes actividades, con identificación de los riesgos que conllevan:

### 4.1. Albañilería

Riesgos más frecuentes:

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Ambiente pulvígeno.
- Aplastamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Desprendimientos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Hundimientos. - Sobreesfuerzos.
- Ruído.
- Vuelco de máquinas y/o camiones
- Caída de personas de altura.

## 4.2. Apertura de pozos

Riesgos más frecuentes:

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto
- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Ambiente pulvígeno.
- Ambientes pobres de oxígeno.
- Animales y/o parásitos.
- Aplastamientos.
- Atmósferas tóxicas, irritantes.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Desprendimientos.
- Explosiones.
- Golpe por rotura de cable.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
- Hundimientos.
- Inhalación de sustancias tóxicas.
- Inundaciones.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Caída de personas de altura

## 4.3. Asfaltado

Riesgos más frecuentes:

- Quemaduras físicas y químicas.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
- Inhalación de sustancias tóxicas.
- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

#### 4.4. Compactación y consolidación

Riesgos más frecuentes:

- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Ambiente pulvígeno.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o de máquinas
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Desprendimientos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
- Hundimientos.
- Ruido. - Vuelco de máquinas y/o camiones.



#### 4.5. Colocación de placas fotovoltaicas

Riesgos más frecuentes:

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Hundimientos
- Sobreesfuerzos.
- Caída de personas de altura.

#### 4.6. Desbroce por medios mecánicos

Riesgos más frecuentes:

- Quemaduras físicas y químicas.
- Ambiente pulvígeno.
- Animales y/o parásitos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caídas de personas al mismo nivel
- Cuerpos extraños en ojos.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

#### 4.7. Estructura de hormigón armado con cubilote

Riesgos más frecuentes:

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Golpe por rotura de cable.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Hundimientos.
- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos.
- Vuelco de máquinas y/o camiones

#### 4.8. Estructuras metálicas. Colocación de perfiles tubulares

Riesgos más frecuentes:

- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.

- M Caída de objetos y/o de máquinas
- Caída o colapso de andamios.
- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Exposición a fuentes luminosas peligrosas
- Golpe por rotura de cable
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones
- Caída de personas de altura.

#### 4.9. Excavación mecánica- zanjas

Riesgos más frecuentes:

- Ambiente pulvígeno.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.

- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
- Hundimientos.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

#### 4.10. Excavación mecánica a cielo abierto

Riesgos más frecuentes:

- Ambiente pulvígeno.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
- Hundimientos.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

#### 4.11. Instalaciones eléctricas de baja tensión

Riesgos más frecuentes:

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Cortes o pinchazos por manejo de guías y conductores.
- Quemaduras por mechero durante operaciones de calentamiento del macarrón protector.
- Riesgos detectados durante las pruebas de conexionado y puesta en servicio.
- Electrocutión o quemaduras por manejo de las líneas eléctricas.
- Explosión de los grupos de transformación durante la entrada en servicio.
- Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Proyecciones de objetos y/c fragmentos.
- Ambiente pulvígeno.
- Animales y/o parásitos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Exposiciones a fuentes luminosas peligrosas.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

## 5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS

### 5.1. Generales

#### 5.1.1. Señalización

El R.D. 485/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo, indica que deberá utilizarse una señalización de seguridad y salud a fin de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

#### 5.1.2. Tipos de señales

- Señales de advertencia:

Forma: ..... triangular.

Color de fondo: ..... amarillo.

Color de contraste: ..... negro.

Color de símbolo: ..... negro.

- Señales de prohibición:

Forma: ..... redonda.

Color de fondo: ..... blanco

Color de contraste: ..... rojo.

Color de símbolo: ..... negro.

- Señales de obligación:

Forma: ..... redonda

Color de fondo: ..... azul

Color de símbolo: ..... blanco.

- Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios:

Forma: .....rectangular o cuadrada.

Color de fondo.....rojo

Color de símbolo.....blanco

- Señales de salvamento o socorro:

Forma..... rectangular o cuadrada.

Color de fondo.....verde

Color de símbolo.....blanco

- Cinta de señalización:

En caso de señalizar obstáculos, zonas de caída de objetos, caída de personas a distinto nivel, choques, golpes, etc., se señalizará con los antes dichos paneles o bien se delimitará la zona de exposición al riesgo con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 45".

- Cinta de delimitación de zona de trabajo:

Las zonas de trabajo se delimitarán con cintas de franjas alternas verticales de colores blanco y rojo.

## 5.2. Iluminación (anexo IV del R.D. 486/97 de 14/4/97)

- Zonas donde se ejecuten tareas con:

- Baja exigencia visual.....100
- Exigencia visual moderada.....200
- Exigencia visual alta..... 500
- Exigencia visual muy alta.....1000
- Áreas o locales de uso ocasional.....25
- Áreas o locales de uso habitual.....100
- Vías de circulación de uso ocasional.....25
- Vías de circulación de uso habitual.....50

Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias:



- En áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choque u otros accidentes.
- En las zonas donde se efectúen tareas, y un error de apreciación visual durante la realización de las mismas, pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros.

Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad

Portátiles manuales de alumbrado eléctrico: 24 voltios

Prohibición total de utilizar iluminación de llama.

### 5.3. Protección de personas en instalación eléctrica

Instalación eléctrica ajustada al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y hojas de interpretación, certificada por el instalador autorizado.

En la aplicación de lo indicado en el apartado 3A del Anexo IV al R.D. 1627/97 de 24/10/97, la instalación eléctrica deberá satisfacer, además, las siguientes condiciones:

- Deberá proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañe peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.
- El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.
- Los cables serán adecuados a la carga que has de soportar, conectados a las bases mediante clavijas normalizadas, blindados e interconexionados con uniones antihumedad y antichoque. Los fusibles blindados y calibrados según la carga máxima a soportar por los interruptores.
- Continuidad de la toma de tierra en las líneas de suministro interno de la obra con un valor máximo de la resistencia de 80 Ohmios. Las máquinas fijas dispondrán de toma de tierra independiente.
- Las tomas de corriente estarán provistas de conductor de toma a tierra y serán blindadas.

- Todos los circuitos de suministro a las máquinas e instalaciones de alumbrado estarán protegidos por fusibles blindados o interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento.
- Distancia de seguridad a líneas de Alta Tensión:  $3.3 + \text{Tensión (en KV)} \cdot 100$  (ante el desconocimiento del voltaje de la línea, se mantendrá una distancia de seguridad de 5 m).
- Tajos en condiciones de humedad muy elevadas.

Es preceptivo el empleo de transformador portátil de seguridad de 24 V o protección mediante transformador de separación de circuitos.

Se acogerá a lo dispuesto en la MIBT 028 (locales mojados).

#### 5.3.1. Andamios

Los andamios deberán proyectarse, construirse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente (Anexo IV del R.D. 1627/97 de 24/10/97). Previamente a su montaje se habrán de examinar en obra que todos sus elementos no tengan defectos apreciables a simple vista, calculando con un coeficiente de seguridad igual o superior a 4 veces la carga máxima prevista de utilización.

Las operaciones de montaje, utilización y desmontaje, estarán dirigidas por persona competente para desempeñar esa tarea, y estará autorizado para ello por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, el Responsable Técnico del Contratista Principal a pie de obra o persona delegada por la Dirección Facultativa de la obra. Serán revisados periódicamente y después de cada modificación, periodo de no utilización, exposición a la intemperie, sacudida sísmica o cualquier otra circunstancia que pudiera afectar a su resistencia o estabilidad.

En el andamio tubular no se deberá aplicar a los pernos un par de apriete superior al fijado por el fabricante, a fin de no sobrepasar el límite elástico del acero restando rigidez al nudo.

Se comprobará especialmente que los módulos de base queden perfectamente nivelados, tanto en sentido transversal como longitudinal. El apoyo de las bases de los 1 montantes se realizará sobre durmientes de tablones, carriles (perfiles en "U") u otro procedimiento que reparta uniformemente la carga del andamio sobre el suelo.

Durante el montaje se comprobará que todos los elementos verticales y horizontales del andamio estén unidos entre sí y arrostrados con las diagonales correspondientes.

También se comprobará la verticalidad de los montantes. La longitud máxima de los montantes para soportar cargas comprendidas entre 125 Kg/m<sup>2</sup>, no será superior a 1.80 m. Para soportar cargas inferiores a 125 Kg/m<sup>2</sup>, la longitud máxima de los montantes será de 2,30 m.

Se comprobará durante el montaje la horizontalidad entre largueros. La distancia vertical máxima entre largueros consecutivos no será superior a 2 m. Los montantes y largueros están grapados solidamente a la estructura, tanto horizontal como verticalmente, cada 3 m como mínimo. Únicamente pueden instalarse aisladamente los andamios de estructura tubular cuando la plataforma de trabajo esté a una altura no superior a 4 veces el lado más pequeño de su base. En el andamio de pórticos, se respetará escrupulosamente las zonas destinadas a albergar las zancas interiores de escaleras así como las trampillas de acceso al interior de las plataformas.

En el caso de tratarse de algún modelo carente de escaleras interiores, se dispondrá lateralmente y adosada, una torre de escaleras completamente equipada, o en último extremo una escalera "de gato" adosada al montante del andamio, equipada con aros salvajadas o siria de amarre tensada verticalmente para anclaje del dispositivo de deslizamiento y retención del cinturón anticaídas de los operarios.

Las plataformas de trabajo serán las normalizadas por el fabricante para sus andamios y no se depositarán cargas sobre los mismos salvo en las necesidades de uso inmediato y con las siguientes limitaciones:

- Quedará un pasaje mínimo de 0.60 m libre de todo obstáculo (anchura mínima de la plataforma con carga 0.80 m).
- El peso sobre la plataforma de los materiales, máquina herramientas y personas, será inferior a la carga de trabajo prevista por el fabricante.
- Reparto uniforme de cargas, sin provocar desequilibrios.
- La barandilla perimetral dispondrá de todas las características reglamentarias de seguridad enunciadas anteriormente.

El piso de la plataforma de trabajo sobre los andamios tubulares de pórtico, será el normalizado por el fabricante. En aquellos casos que excepcionalmente se tenga que

realizar la plataforma con madera, responderán a las características establecidas más adelante.

Bajo las plataformas de trabajo se señalizará o balizará adecuadamente la zona prevista de caída de materiales u objetos.

Se inspeccionará semanalmente el conjunto de los elementos que componen el andamio, así como después de un periodo de mal tiempo, heladas o interrupción importante de los trabajos.

No se permitirá trabajar en los andamios sobre ruedas, sin la previa inmovilización de las mismas, ni desplazarlos con persona alguna o material sobre la plataforma de trabajo.

El espacio horizontal entre un paramento vertical y la plataforma de trabajo, no podrá ser superior a 0.30 m, distancia que se asegurará mediante el anclaje adecuado de la plataforma de trabajo al paramento vertical. Excepcionalmente la barandilla interior del lado del paramento vertical podrá tener en este caso 0.60 m de altura como mínimo.

Las pasarelas o rampas de intercomunicación entre plataformas de trabajo tendrán las características enunciadas más adelante.

### *5.3.2. Señales óptico-acústico de vehículos de obra*

Las máquinas autoportantes que puedan intervenir en las operaciones de manutención deberán disponer de:

- Una bocina o claxon de señalización acústica cuyo nivel sonoro sea superior al ruido ambiental, de manera que sea claramente audible; si se trata de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos deberán permitir su correcta identificación, Anexo IV del R.D. 485/97 de 14/4/97.
- Señales sonoras o luminosas (previsiblemente ambas a la vez) para la indicación de la maniobra de marcha atrás, Anexo I del R.D. 1215/97 de 18/7/97.

Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.

- En la parte más alta de la cabina dispondrán de un señalizado rotativo luminoso destelleante de color ámbar para alertar de su presencia en circulación viaria.

- Dos focos de posición y cruce en la parte delantera y dos pilotos luminosos de color rojo detrás.
- Dispositivos de balizamiento de posición y preseñalización (lamas, conos, cintas, mallas, lámparas destelleantes, etc.).

#### 5.4. Protecciones colectivas a utilizar en obra

- Barandillas de protección.
- Pasarelas.
- Escaleras portátiles.
- Cuerda de retenida.
- Accesos y zonas de paso del personal, orden y limpieza.
- Redes de seguridad.
- Pescantes de sustentación de redes en fachadas.
- Condena de huecos horizontales con mallazo.
- Marquesinas rígidas.
- Plataforma de carga y descarga.
- Eslinga de cadena.
- Eslinga de cable.
- Sirgas.
- Plataforma de trabajo.
- Toldos.
- Interruptores diferenciales de sensibilidad 30 mA y 300 mA.

#### 5.5. Equipos de protección individual

Del análisis de riesgos efectuado, se desprende que existe una serie de ellos que no se han podido resolver con la instalación de la protección colectiva. Son riesgos intrínsecos de las actividades individuales a realizar por los trabajadores y por el resto de personas que intervienen en la obra. Consecuentemente, se utilizará alguna de las contenidas en el siguiente listado para cada uno de los riesgos:

Afecciones en la piel por dermatitis de contacto:

- Guantes de protección frente a agentes químicos.
- Guantes de protección frente a abrasión.

Quemaduras físicas y químicas:

- Guantes de protección frente a agentes químicos.
- Guantes de protección frente a calor.
- Guantes de protección frente a abrasión.
- Sombreros de paja (aconsejables contra riesgo de insolación).

Proyecciones de objetos y/o fragmentos:

- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.
- Calzado con protección contra golpes mecánicos.

Ambiente pulvígeno:

- Equipos de protección de las vías respiratorias con filtro mecánico.
- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.

Aplastamientos:

- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
- Calzado con protección contra golpes mecánicos.

Atmósfera anaerobia (con falta de oxígeno) producida por gases inertes:

- Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado.

Atmósferas tóxicas, irritantes:

- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).
- Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado.
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.

- Mascarilla respiratoria de filtro para humos de soldadura.
- Impermeables, trajes de agua.

Atrapamientos:

- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Guantes de protección frente a abrasión.

Atropellos y/o colisiones. Caídas de objetos y/o de máquinas:

- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
- Bolsa portaherramientas.
- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Caída o colapso de andamios:
- Cinturón de seguridad anticaídas.
- Cinturón de seguridad clase para trabajos de poda y postes.

Caídas de personas a distinto nivel:

- Cinturón de seguridad anticaídas.
- Bolsa portaherramientas.
- Calzado de protección con suela antiperforante.
- Cinturón de seguridad clase para trabajos de poda y postes.

Contactos eléctricos directos:

- Calzado con protección contra descargas eléctricas.
- Casco protector de la cabeza contra riesgos eléctricos.
- Gafas de seguridad contra arco eléctrico.
- Guantes dieléctricos.

Contactos eléctricos indirectos:

- Botas de agua.

Contagios derivados de insalubridad ambiental de la zona. Cuerpos extraños en ojos:

- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).

- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.
- Gafas de seguridad contra proyección de líquidos.

Exposición a fuentes luminosas peligrosas:

- Gafas de seguridad contra arco eléctrico.
- Gafas de oxicorte.
- Gafas de seguridad contra radiaciones
- Mandil de cuero.
- Manguitos.
- Pantalla facial para soldadura eléctrica, con arnés de sujeción sobre la cabeza y cristales con visor oscuro inactivo.
- Pantalla para soldador de oxicorte,
- Polainas de soldador cubre-calzado.
- Sombreros de paja (aconsejables contra riesgo de insolación).

Golpe por rotura de cable:

- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.
- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).

Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria:

- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos
- Bolsa portaherramientas.
- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Chaleco reflectante para señalistas y estrobadores
- Guantes de protección frente a abrasión.

Pisada sobre objetos punzantes:

- Bolsa portaherramientas.
- Calzado de protección con suela antiperforante.



Hundimientos:

- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
- Cinturón de seguridad anticaídas.
- Calzado con protección contra golpes mecánicos

Incendios:

- Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado.
- Inhalación de sustancias tóxicas:
- Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado.
- Mascarilla respiratoria de filtro para humos de soldadura

Inundaciones:

- Botas de agua
- Impermeables, trajes de agua.

Vibraciones:

- Cinturón de protección lumbar.

Sobreesfuerzos:

- Cinturón de protección lumbar.

Ruido:

- Protectores auditivos.

Caídas de personas de altura:

- Cinturón de seguridad anticaídas.

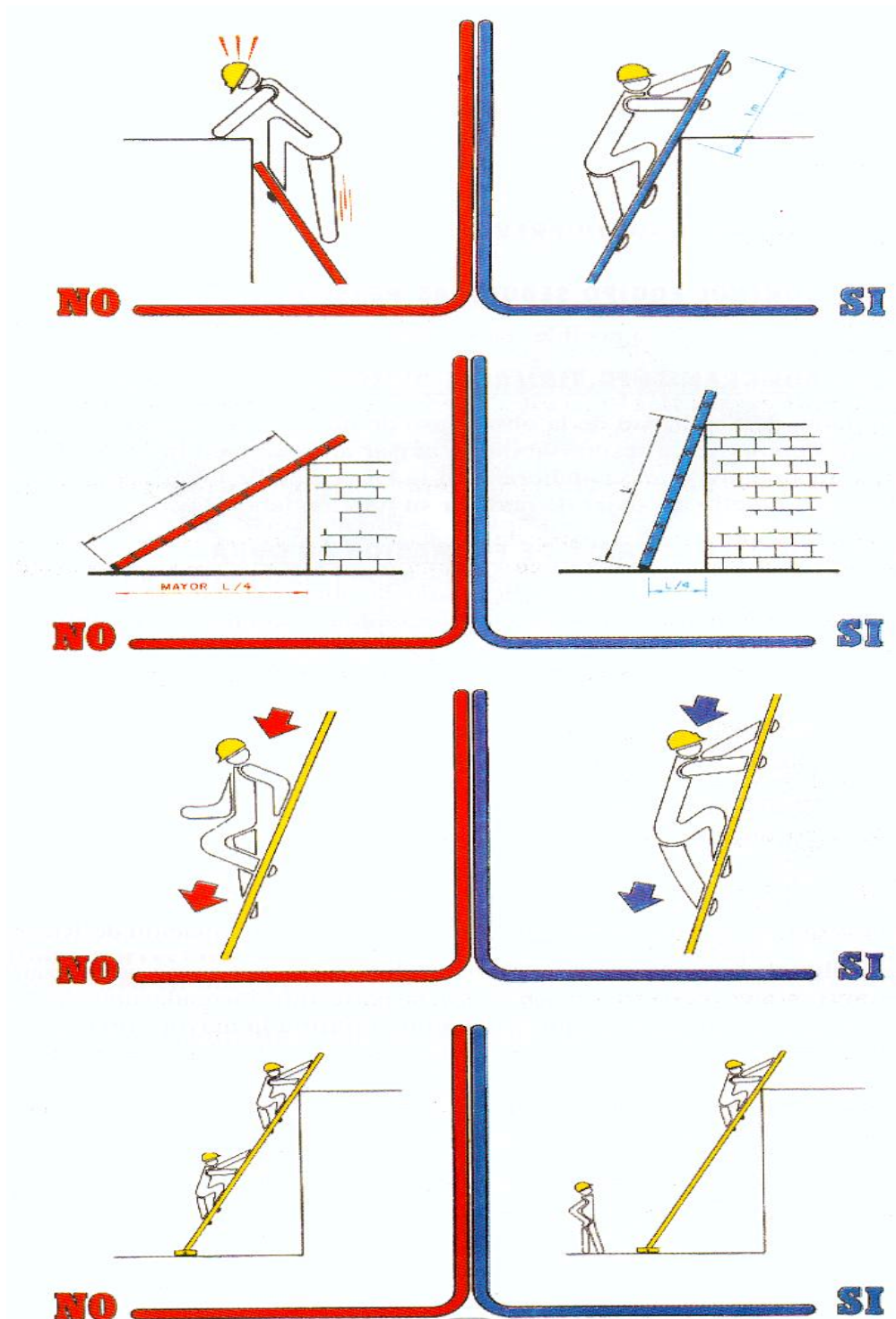
En resumen, las protecciones individuales que se prevén utilizar son:

- Guantes de protección frente a agentes químicos.
- Guantes de protección frente a calor.
- Equipos de protección de las vías respiratorias con filtro mecánico.
- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).
- Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado.
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos

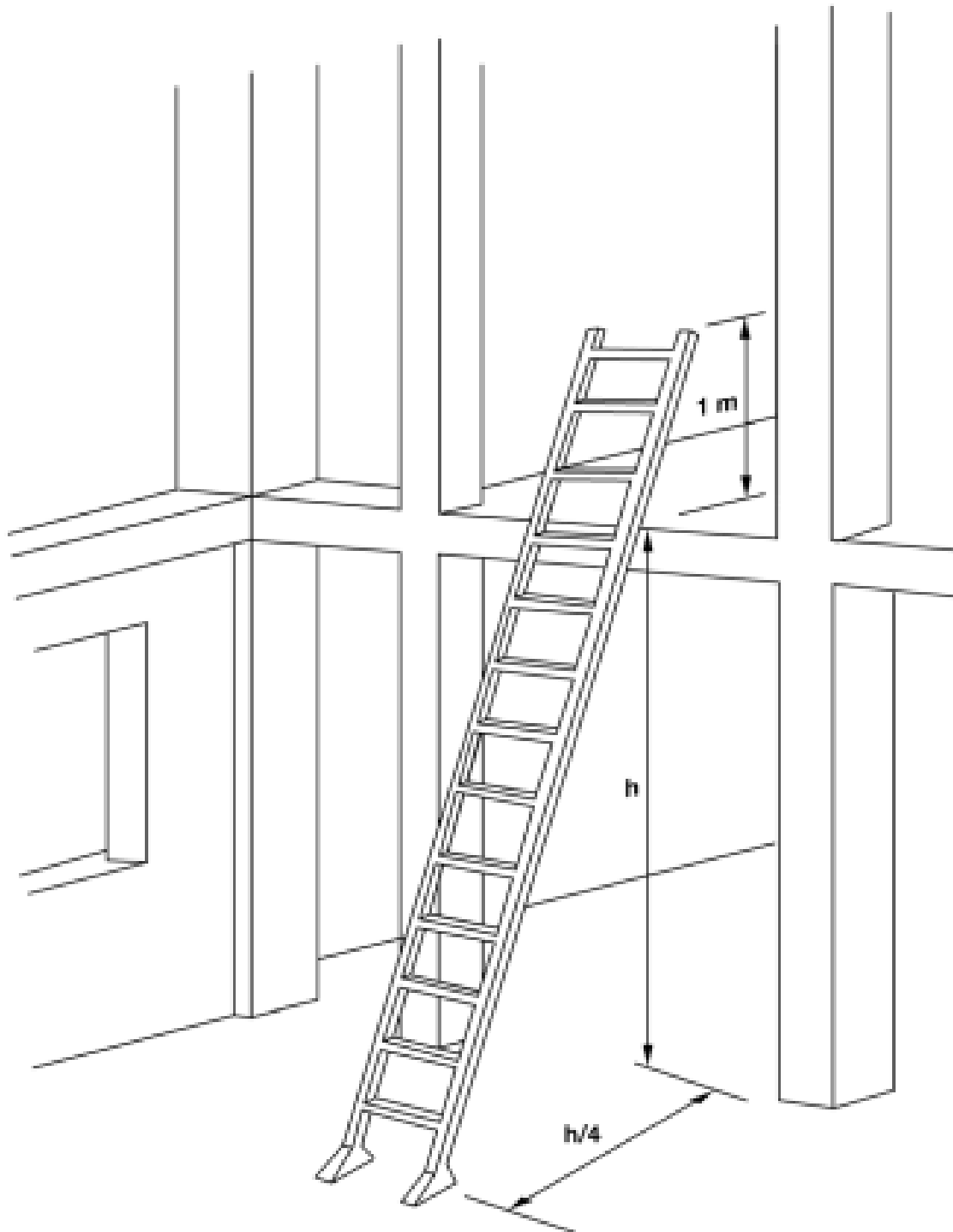
- Cinturón de seguridad anticaídas.
- Bolsa portaherramientas.
- Calzado de protección con suela antiperforante
- Calzado con protección contra descargas eléctricas.
- Casco protector de la cabeza contra riesgos eléctricos
- Gafas de seguridad contra arco eléctrico.
- Guantes dieléctricos.
- Gafas de seguridad contra proyección de líquidos.
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.
- Gafas de oxicorte.
- Gafas de seguridad contra radiaciones.
- Mandil de cuero
- Manguitos
- Pantalla facial para soldadura eléctrica, con arnés de sujeción sobre la cabeza y cristales con visor oscuro inactivo.
- Pantalla para soldador de oxicorte.
- Polainas de soldador cubre-calzado.
- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Chaleco reflectante para señalistas y estrobadores.
- Guantes de protección frente a abrasión.
- Mascarilla respiratoria de filtro para humos de soldadura.
- Botas de agua.
- Impermeables, trajes de agua
- Cinturón de protección lumbar.
- Protectores auditivos.

## 5.6. Indicativos visuales

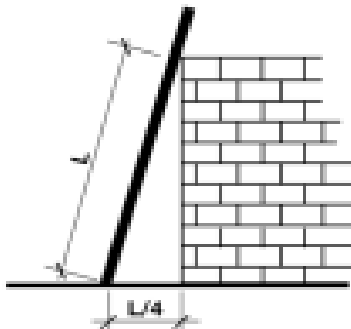
### ESCALERAS DE MANO I



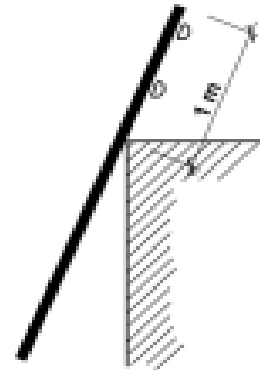
## ESCALERAS DE MANO II



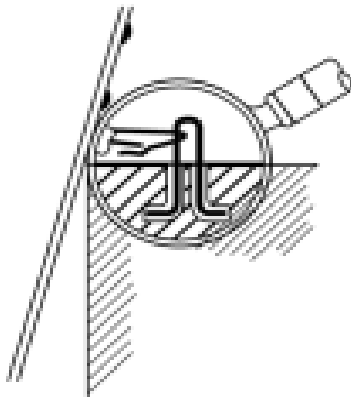
## ESCALERAS DE MANO III



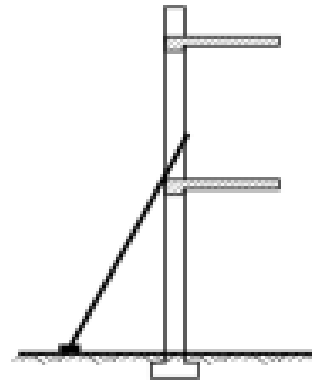
INCLINACIÓN RECOMENDADA



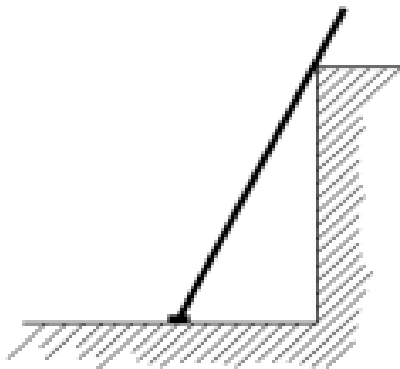
SOBREPASAR 1m. LA COTA MÁXIMA



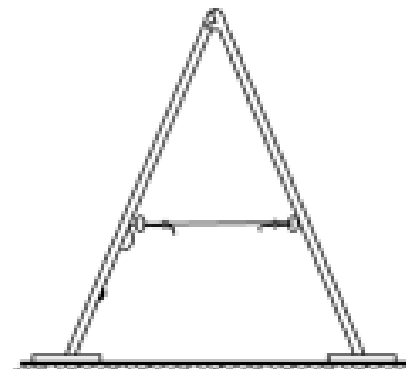
FORMA DE ARRIOSTRAMIENTO



USAR ZAPATAS ANTIDESLIZANTES



UN SOLO USUARIO A LA VEZ





















































LAS ESCALERAS DE TIJERA DEBEN  
DISPONER DE CUERDA O CADENA Y  
DE ZAPATAS ANTIDESLIZANTES

## SEÑALIZACIÓN I

### SEÑALIZACION

La señalización de seguridad en los lugares de trabajo tiene como misión llamar la atención rápidamente sobre objetos y situaciones que pueden provocar peligros. Así como indicar el emplazamiento de dispositivos y equipos que tengan importancia desde el punto de vista de la seguridad. Las señales de seguridad se dividen en cuatro categorías, teniendo cada una de ellas una forma y color diferentes.

PROHIBICION Lo que no se debe hacer	OBLIGACION Lo que se debe hacer	ADVERTENCIA Precaución Delimitación de zonas peligrosas	SITUACION DE SEGURIDAD Emplazamiento de primeros auxilios Señalización de vías de evacuación
 CORONA CIRCULAR CON BANDA OBLICUA DIAMETRAL DE COLOR ROJO	 CIRCULO CON CIRCUNFERENCIA EXTERNA CONCENTRICA AZUL	 TRIANGULO EQUILATERO DELIMITADO POR UNA BANDA AMARILLO	 CUADRADO RECTANGULO VERDE
 1	 11	 22	 36
 2	 12	 23	 37
 3	 13	 24	 38
 4	 14	 25	 39
 5	 15	 26	 40
 6	 16	 27	 41
 7	 17	 28	 42
 8	 18	 29	 43
 9	 19	 30	 44
 10	 20	 31	 45
 11	 21	 32	
		 33	
		 34	
		 35	

SÍMBOLOS Colocados en el interior de las figuras de seguridad.  
Según Real Decreto nº 1.403 / 1988 del 9 de Mayo de 1986.

OTROS SÍMBOLOS

1. Agua no potable
2. Prohibido apagar con agua
3. Prohibido encender fuego
4. Prohibido fumar
5. Prohibido el paso a peatones
6. Alto! No pasar
7. Prohibido transportar personas
8. Prohibido el paso a carretillas
9. Prohibido accionar
10. No utilizar en caso de emergencia








11. Uso obligatorio de mascarilla
12. Uso obligatorio de casco
13. Uso obligatorio de protectores auditivos
14. Uso obligatorio de gafas
15. Uso obligatorio de guantes
16. Uso obligatorio de botas
17. Uso obligatorio de pantalla protectora
18. Es obligatorio lavarse las manos
19. Uso obligatorio de cinturón de seguridad
20. Uso obligatorio de cinturón de seguridad
21. Uso obligatorio de protector fijo

22. Riesgo de incendio
23. Riesgo de explosión
24. Riesgo de cargas suspendidas
25. Riesgo de radiación
26. Riesgo de intoxicación
27. Riesgo de corrosión
28. Riesgo eléctrico
29. Peligro indeterminado
30. Calda de objetos
31. Caídas a distinto nivel
32. Caídas al mismo nivel
33. Radiaciones láser
34. Paso de carretillas
35. Riesgo biológico





36. Equipo primeros auxilios
37. Dirección de socorro
38. Localización salida de socorro
39. Dirección hacia salida de socorro
40. Dirección hacia primeros auxilios
41. Localización primeros auxilios
42. Salida de socorro. Desizar
43. Dirección hacia salida de socorro
44. Vía de evacuación
45. Salida en caso de emergencia

## SEÑALIZACIÓN II









**SEÑALES CON ROTULO:** Si la señal de seguridad necesita una información adicional puede ser añadida mediante un rótulo.

 A PARTIR DE ESTE PUNTO	 ZONA PELIGROSA	 USO OBLIGATORIO DEL CASCO	 ¡PELIGRO! ALTA TENSION	 ¡PELIGRO! VOLADURAS	 BOTIQUIN	 SALIDA DE EMERGENCIA
--	--	--	---	---	---	---

**SEÑALES COMBINADAS:** Recomendables cuando el riesgo requiera más de un tipo de señal para comunicar el mensaje de seguridad.

 MATERIAS INFLAMABLES PROHIBIDO FUMAR	 ALTA TENSION NO PASAR	 ¡ATENCIÓN! USO DE GAFAS	 PELIGRO DE INTOXICACION USO DE MASCARILLA
--	---	---	---

**SEÑALES CONTRA INCENDIOS:** Indican la localización de equipos e instalaciones de extinción.

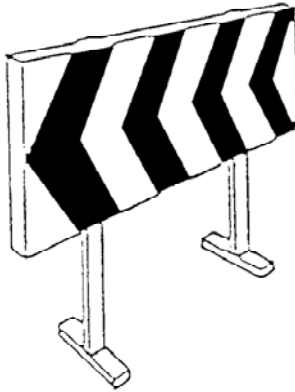
 EXTINTOR	 CARRO EXTINTOR	 BOCA DE INCENDIO	 PULSADOR DE ALARMA	 AVISADOR SONORO	 MATERIAL CONTRA INCENDIOS	 TELEFONO EN CASO DE EMERGENCIA	 LOCALIZACION EQUIPOS CONTRA INCENDIOS
---	--	--	--	---	---	---	--

## SEÑALIZACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS:

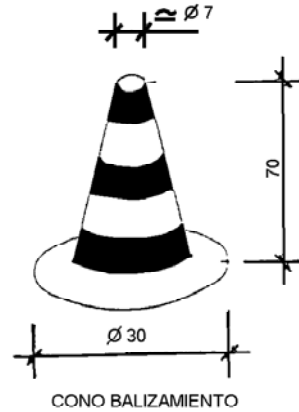
Nota: Las letras E, O, F, F+, T, T+, C, Xn, Xi y N no forman parte del símbolo.

<b>E</b>  Explosivo	<b>O</b>  Comburente
<b>F</b>  Fácilmente inflamable	<b>F+</b>  Extremadamente inflamable
<b>T</b>  Tóxico	<b>T+</b>  Muy tóxico
<b>C</b>  Corrosivo	<b>Xn</b>  Nocivo
<b>Xi</b>  Irritante	<b>N</b>  Peligroso para el medio ambiente

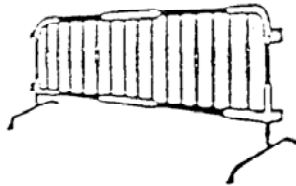
### SEÑALIZACIÓN III



VALLAS DESVIO TRAFICO



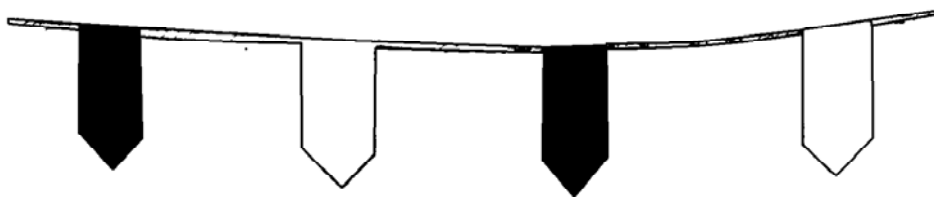
CONO BALIZAMIENTO



VALLAS DESVIO TRAFICO



CINTA BALIZAMIENTO



CORDON BALIZAMIENTO

### TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS



PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO  
SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV  
5 Estudio de seguridad y salud

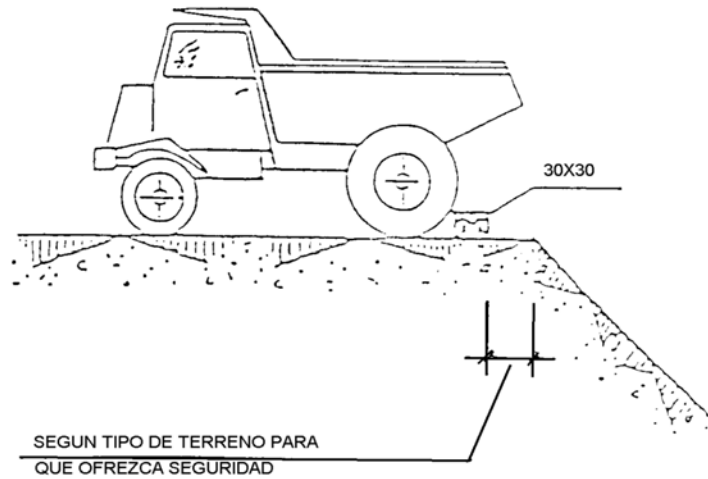
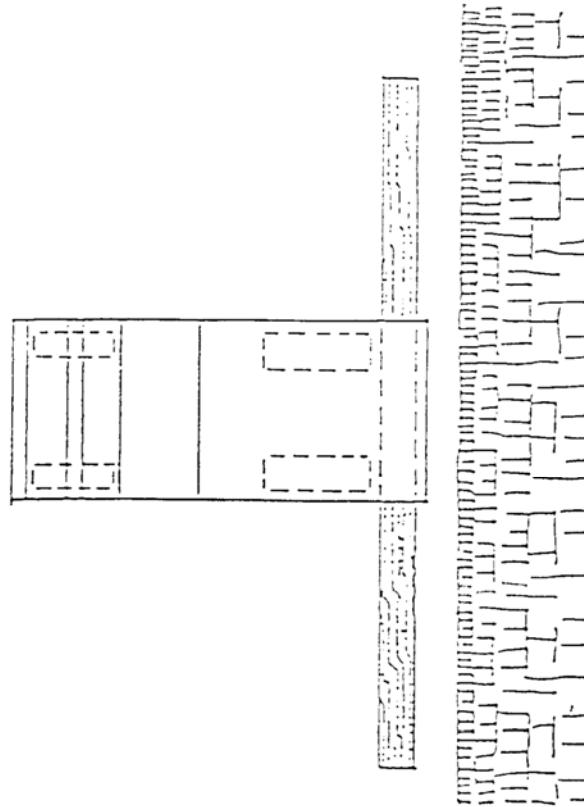


COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº.Colegiado.: 0002474  
PEDRO MACHIN ITURRIA

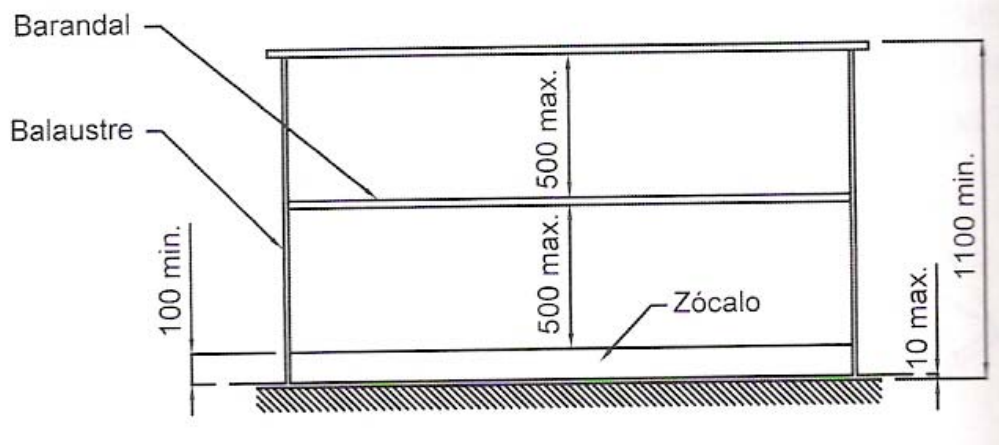
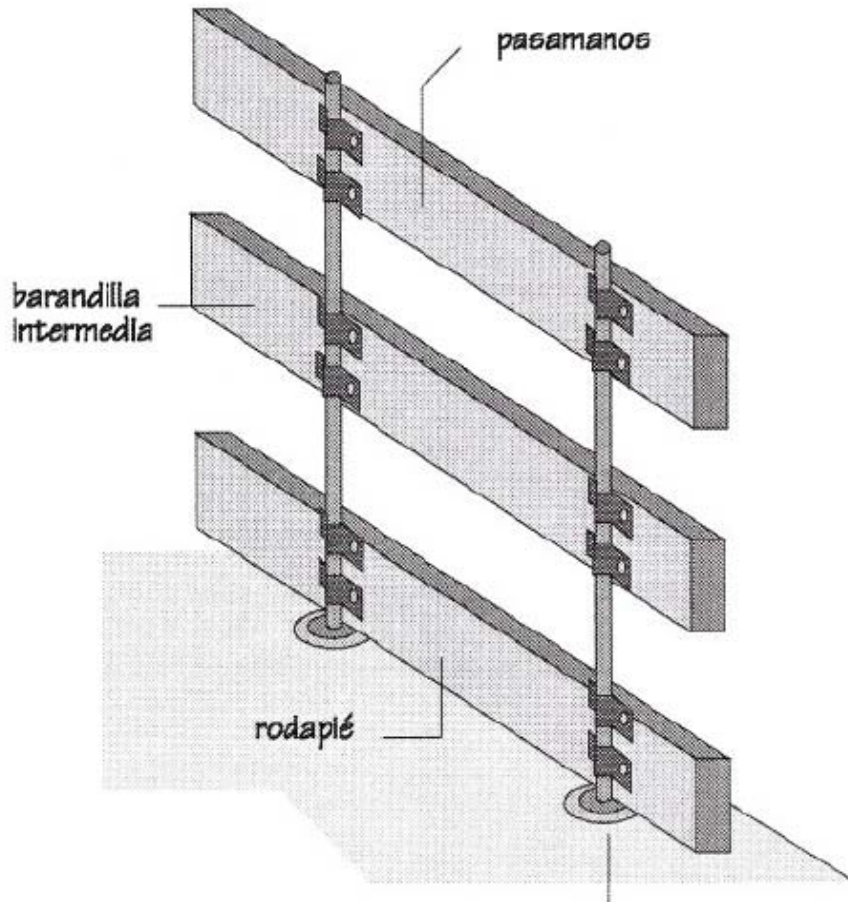
VISADO Nº.: VD01783-21A  
DE FECHA: 31/5/21

**E-VISADO**

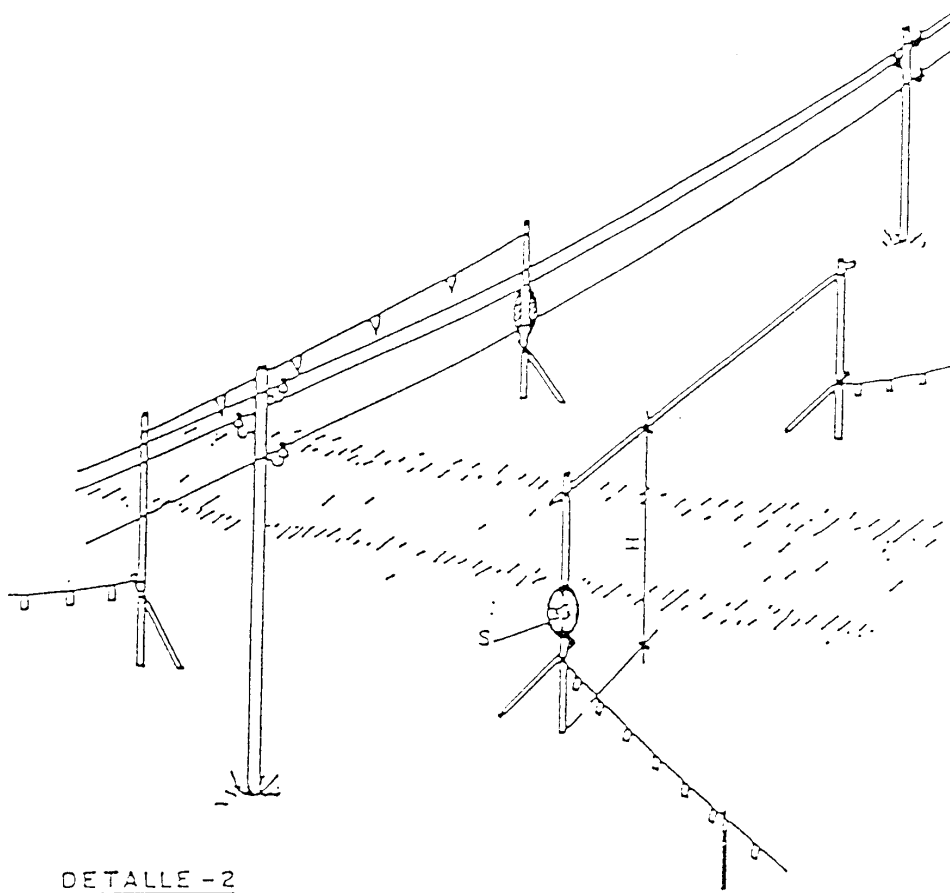


SEGUN TIPO DE TERRENO PARA  
QUE OFREZCA SEGURIDAD

## BARANDILLA DE PROTECCIÓN

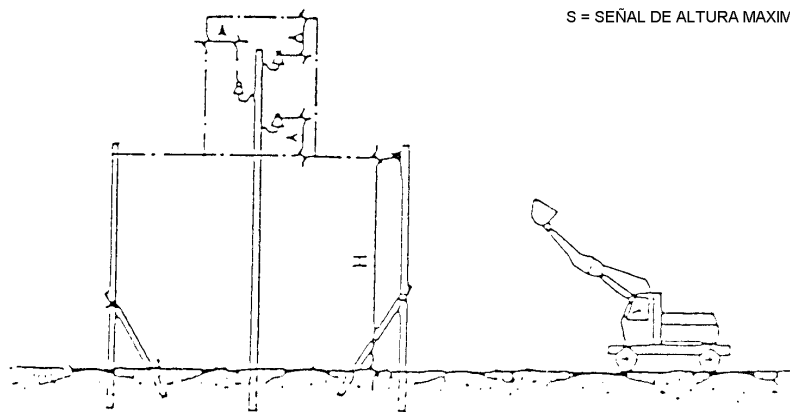


## PÓRTICO DE BALIZAMIENTO EN LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS

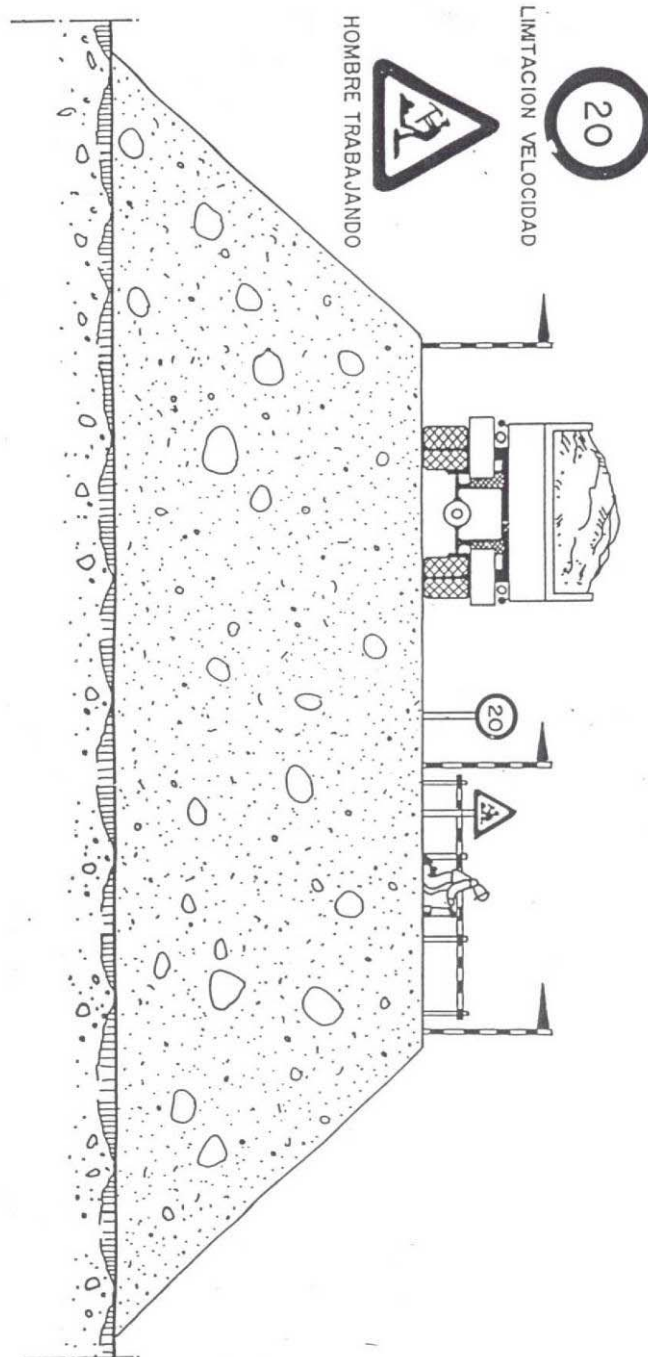


DETALLE -2

H = PASO LIBRE  
S = SEÑAL DE ALTURA MAXIMA



## TERRAPLENES Y RELLENOS



## CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS I

### CODIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

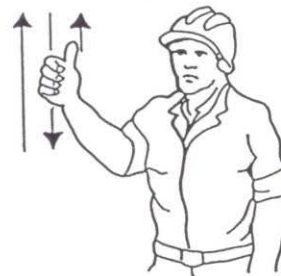
Si se quiere que no haya confusiones peligrosas cuando el maquinista o enganchador cambien de una máquina a otra y con mayor razón de un taller a otro, es necesario que todo el mundo hable el mismo idioma y mande con las mismas señales.

Nada mejor para ello que seguir los movimientos que para cada operación se insertan a continuación.

1 Levantar la carga



2 Levantar el aguilón o pluma



3 Levantar la carga lentamente



4 Levantar el aguilón o pluma lentamente



5 Levantar el aguilón o pluma y bajar la carga



6 Bajar la carga

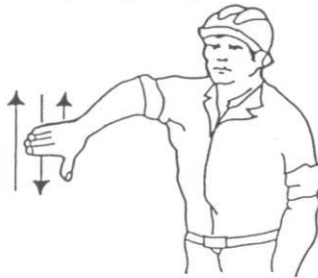


## CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS II

7 Bajar la carga lentamente.



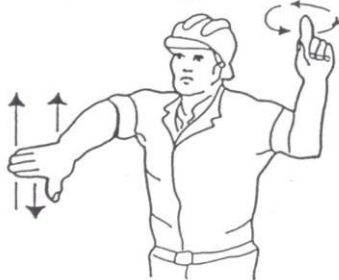
8 Bajar el aguilón o pluma



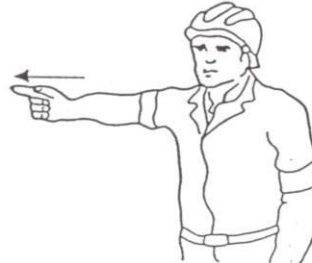
9 Bajar el aguilón o pluma lentamente



10 Bajar el aguilón o pluma y levantar carga



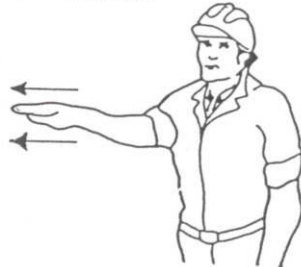
11 Girar el aguilón en la dirección indicada por el dedo



12 Avanzar en la dirección indicada por el señalista



13 Sacar pluma



14 Meter pluma

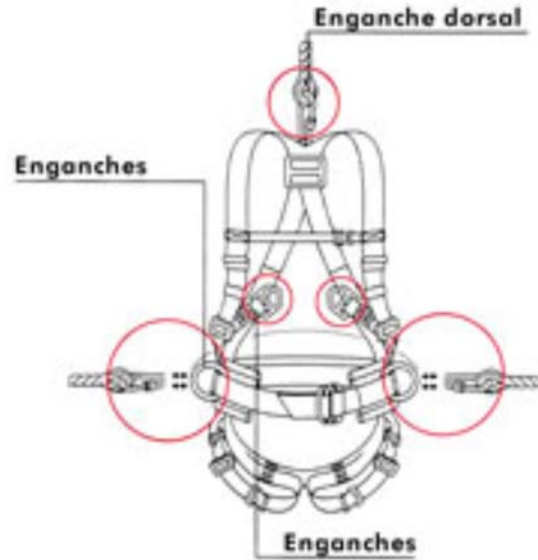


15 Parar



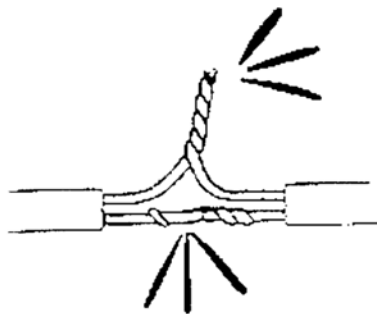
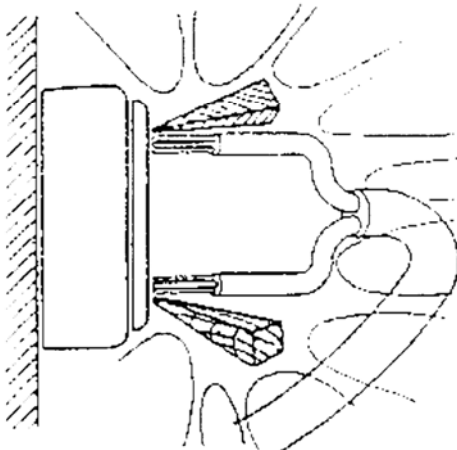
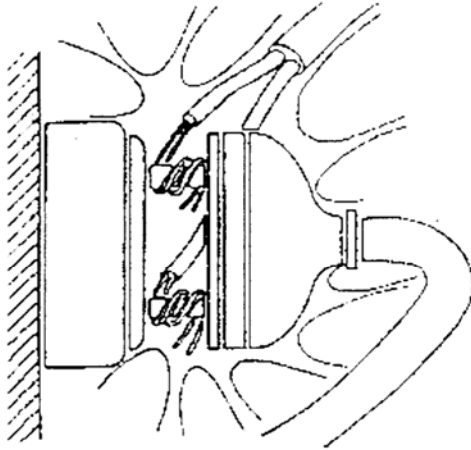


## EQUIPOS PARA TRABAJOS EN ALTURA

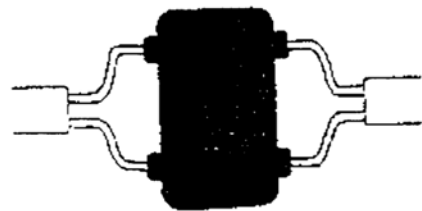
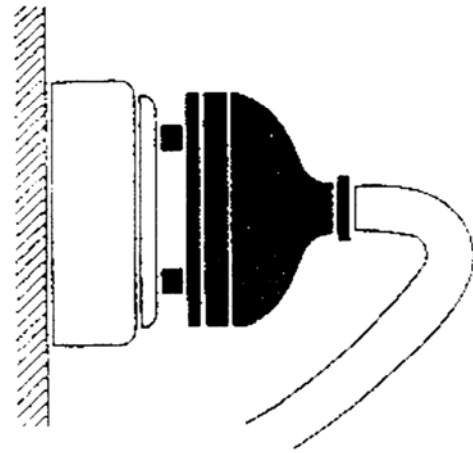
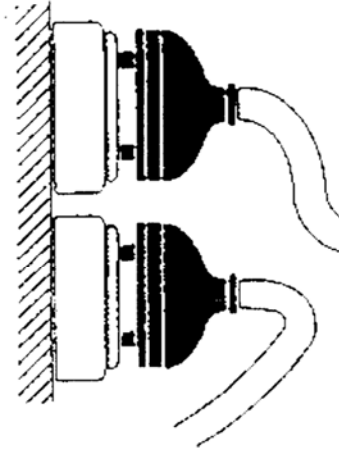


## RIESGOS ELÉCTRICOS I

### INCORRECTO



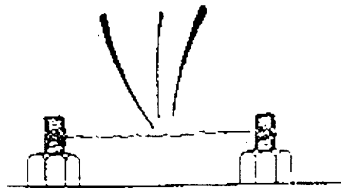
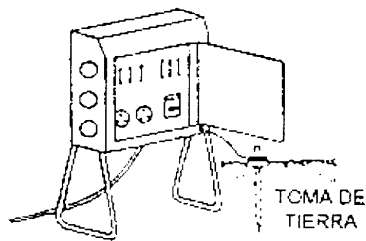
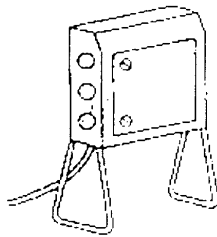
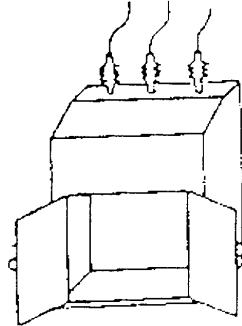
### CORRECTO



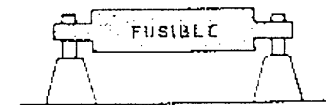
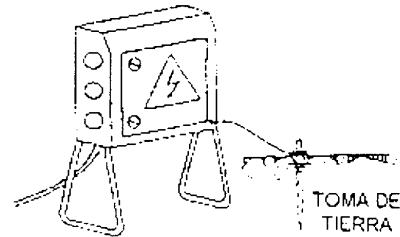
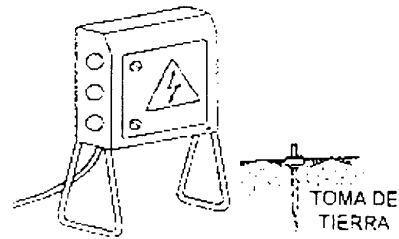
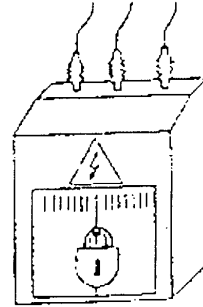


## RIESGOS ELÉCTRICOS II

### INCORRECTO



### CORRECTO



### RIESGOS ELÉCTRICOS III

#### INCORRECTO



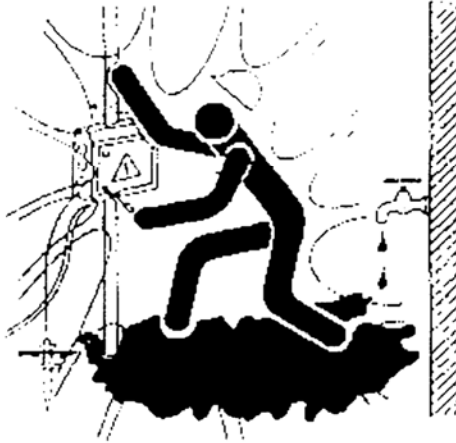
#### CORRECTO



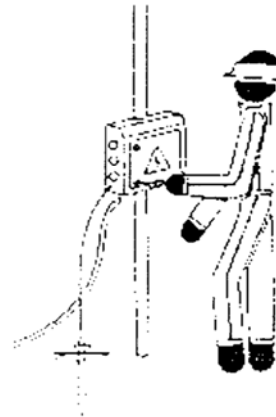
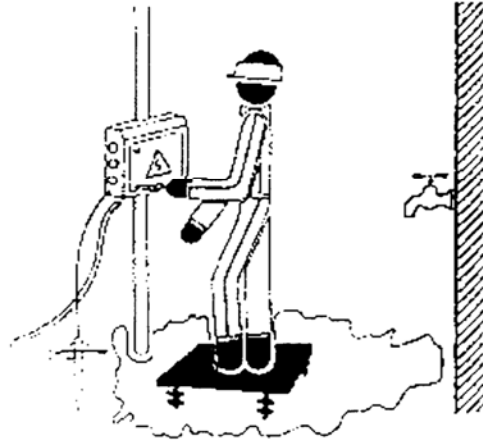
PORTALAMPARAS CON MANGO  
DE MATERIAL AISLANTE

## RIESGOS ELÉCTRICOS IV

### INCORRECTO



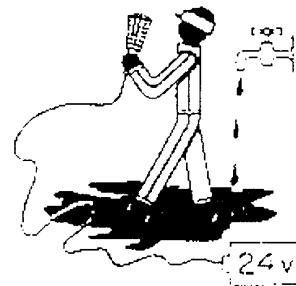
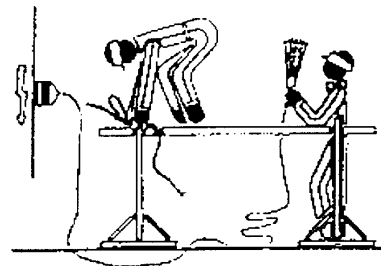
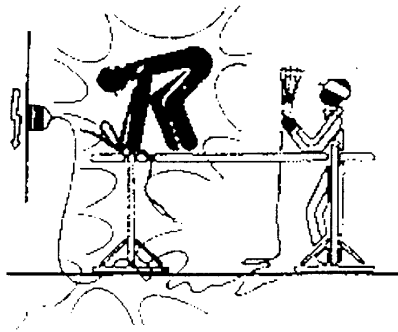
### CORRECTO



## RIESGOS ELÉCTRICOS V

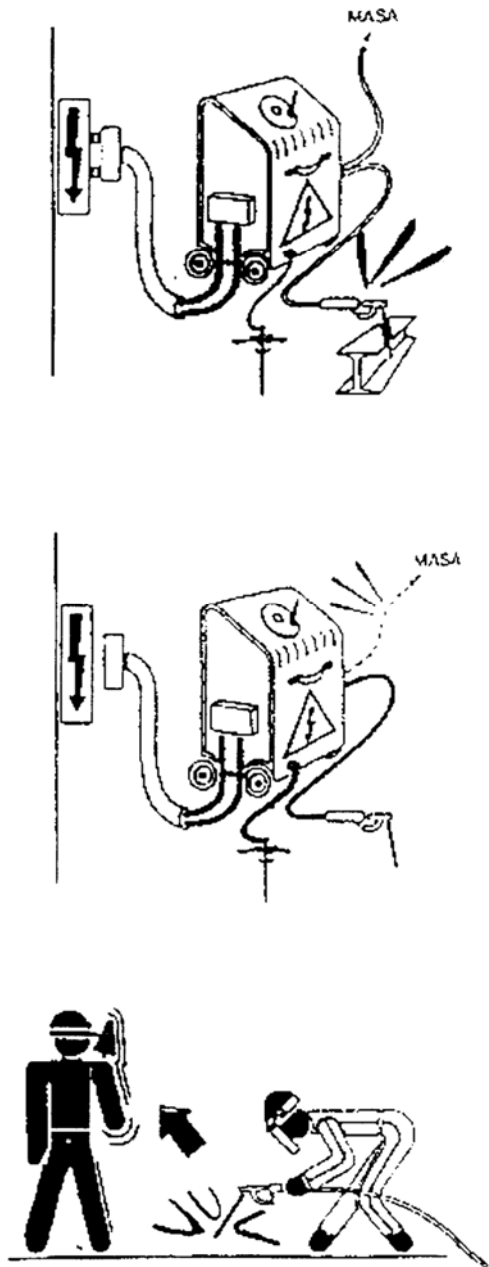
INCORRECTO

CORRECTO

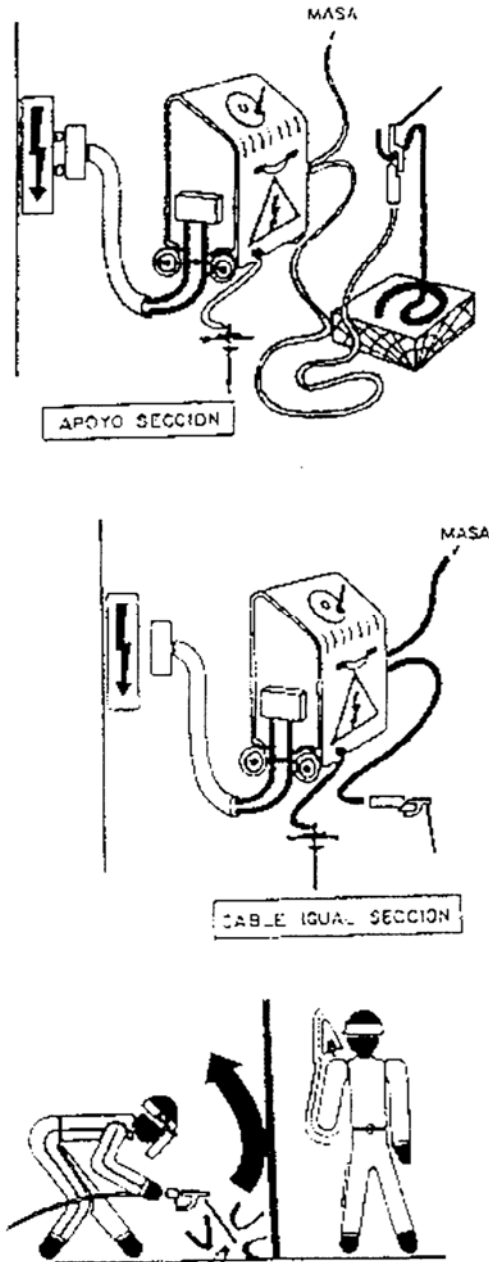


## TRABAJOS DE SOLDADURA

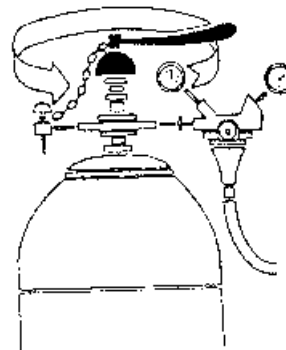
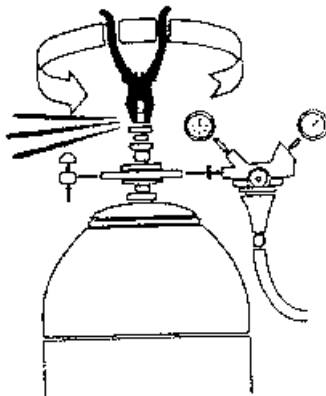
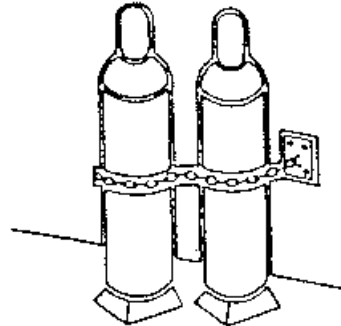
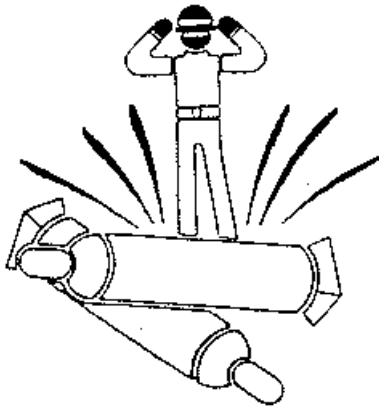
### INCORRECTO



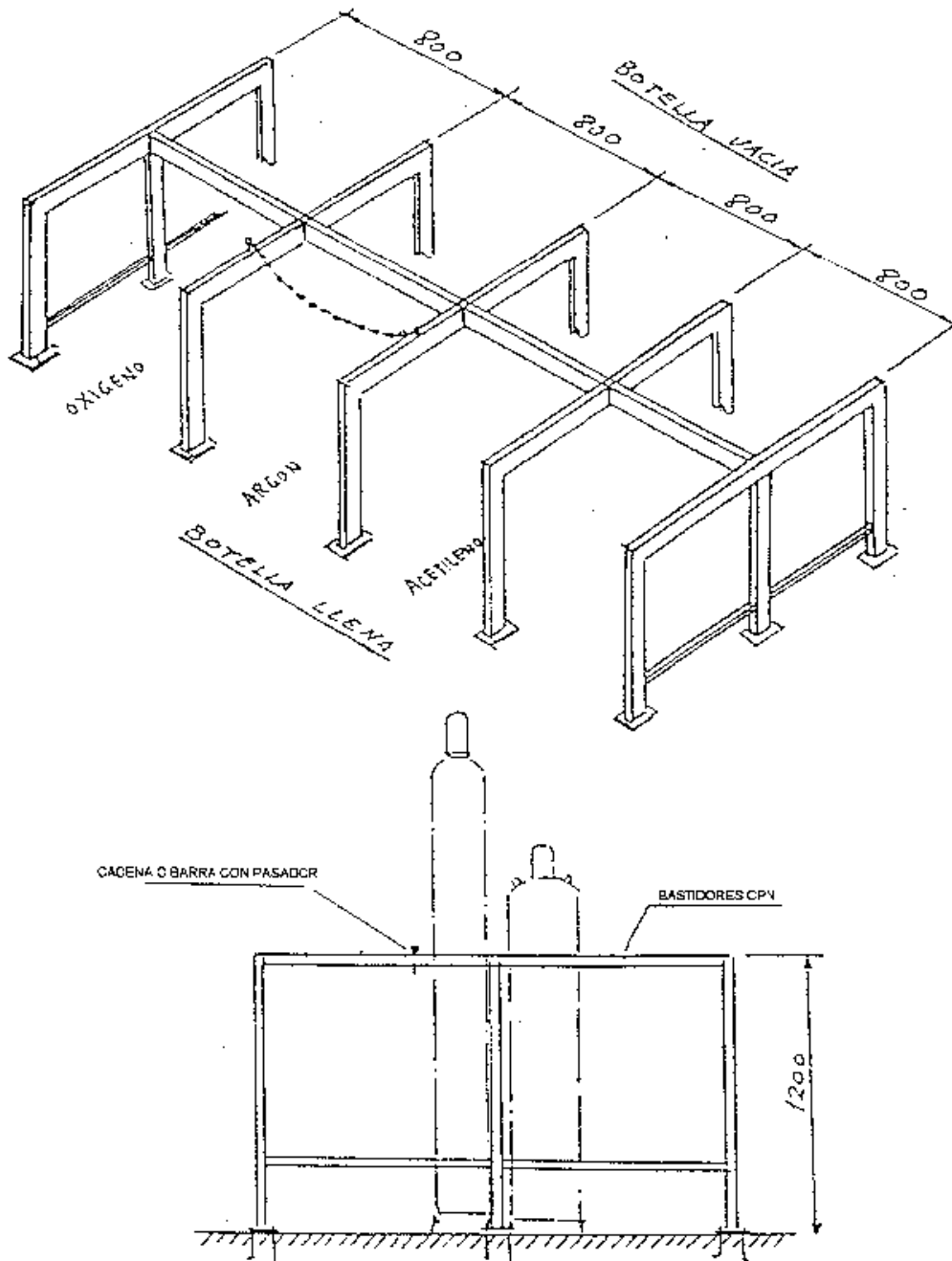
### CORRECTO



## MANIPULACIÓN Y USO DE BOTELLAS (I)



## MANIPULACIÓN Y USO DE BOTELLAS (II)



## CARTEL DE TELÉFONOS DE URGENCIA EN OBRA

### NORMAS A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTES

LEVES

GRAVES

### TELEFONOS DE URGENCIA

HOSPITAL

DELEGACION

POLICIA

SERVICIO MEDICO

JEFE DE OBRA

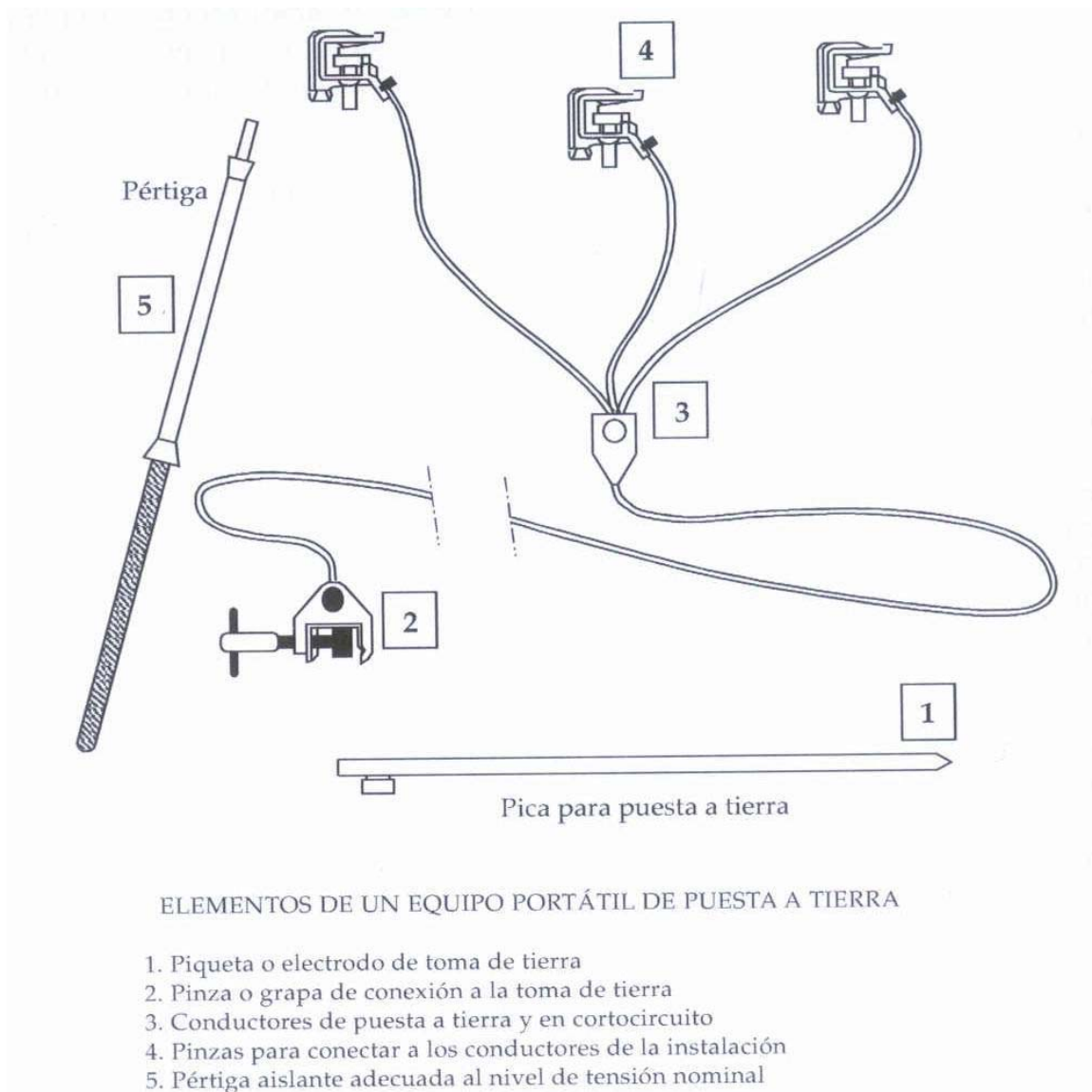
BOMBEROS

AMBULANCIA

JEFE ADMTVO

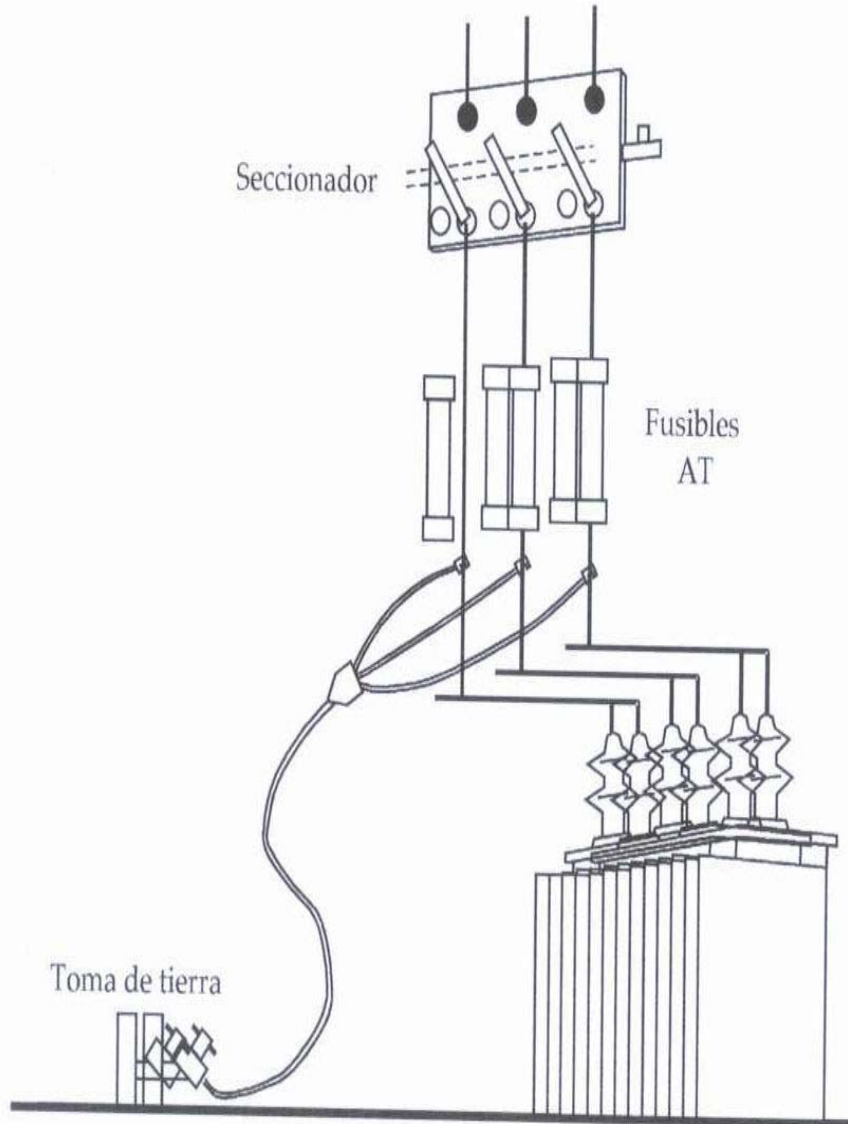


## CABLES DE PUESTA A TIERRA PORTATILES

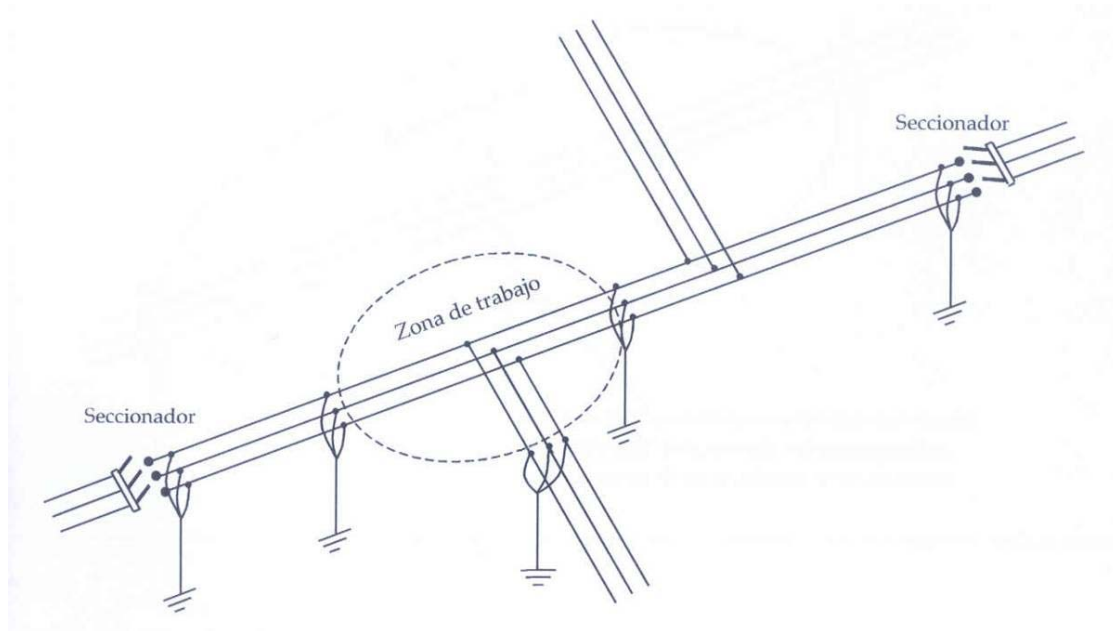


1. Piqueta o electrodo de toma de tierra
2. Pinza o grapa de conexión a la toma de tierra
3. Conductores de puesta a tierra y en cortocircuito
4. Pinzas para conectar a los conductores de la instalación
5. Pértiga aislante adecuada al nivel de tensión nominal

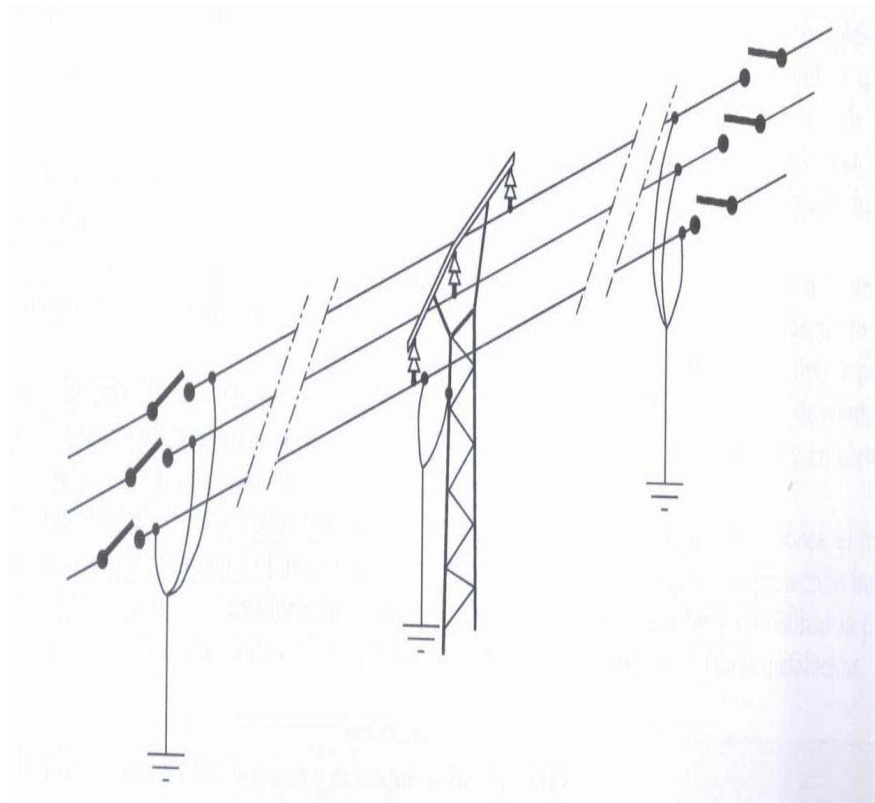
## CABLES DE PUESTA A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO CON TRANSFORMADOR



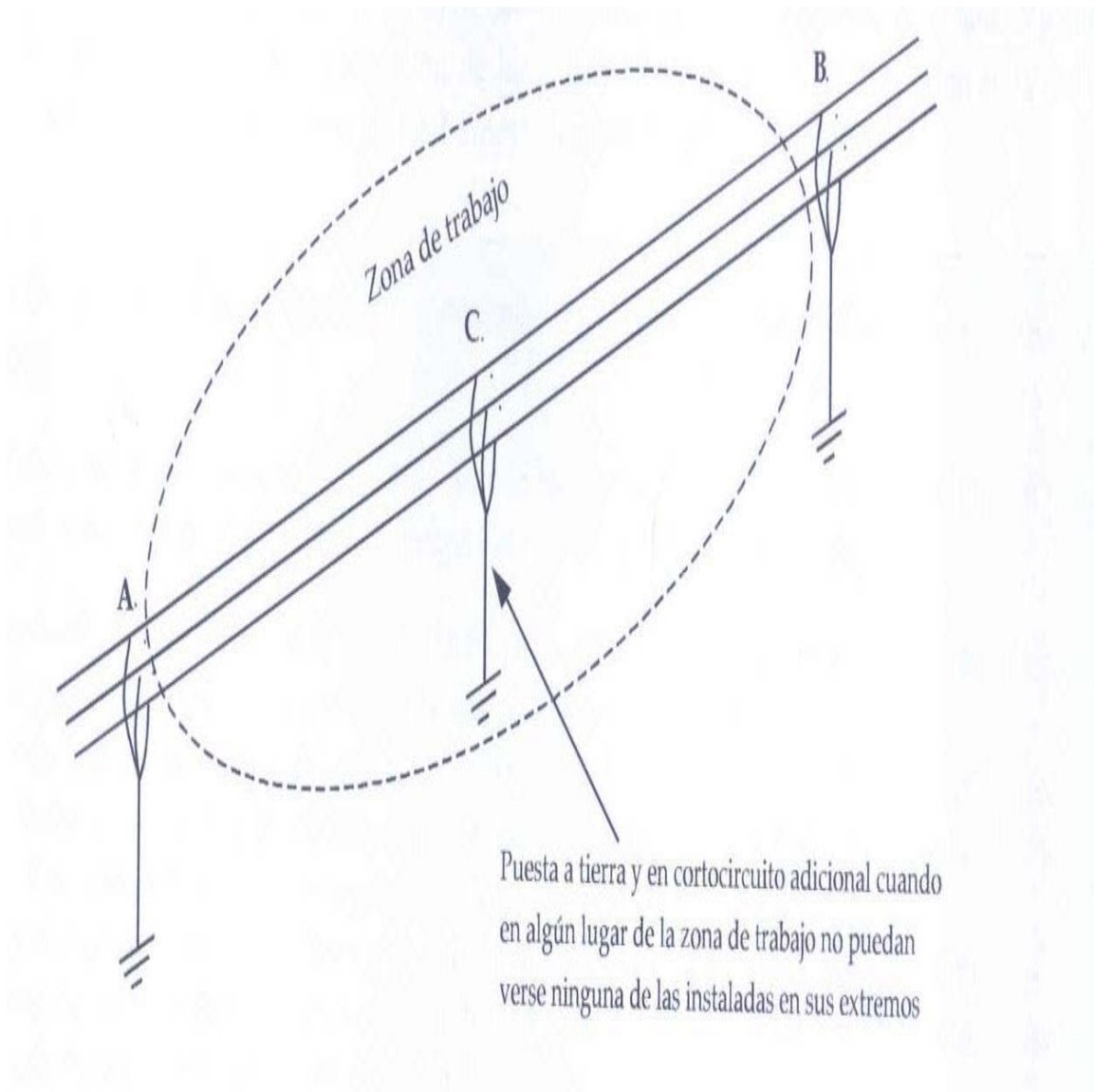
### CREACIÓN DE ZONA DE TRABAJO I



### CREACIÓN DE ZONA DE TRABAJO II



### CREACIÓN DE ZONA DE TRABAJO III



## ANEXO I: NTP-278 Zanjas: prevención del desprendimiento de tierras.

### Introducción

#### Definición

En los trabajos llevados a cabo en zanjas se producen con frecuencia accidentes graves o mortales a causa del desprendimiento de tierras. Por ello es necesario adoptar aquellas medidas que garanticen la seguridad de los trabajadores que tienen que llevar a cabo labores en el interior de las mismas.

Se entiende por zanja una excavación larga y angosta realizada en el terreno.

Esta NTP contempla la excavación de zanjas realizadas con medios manuales o mecánicos que cumplan las siguientes características:

- Anchura máxima  $\leq 2$  m.
- Profundidad máxima  $\leq 7$  m.
- Nivel freático inferior a la profundidad o rebajado.
- No se incluyen los terrenos rocosos ni blandos o expansivos.

Con carácter general se deberá considerar peligrosa toda excavación que, en terrenos corrientes, alcance una profundidad de 0,80 m y 1,30 m en terrenos consistentes.

#### Medidas de prevención

En todos los casos se deberá llevar a cabo un estudio previo del terreno con objeto de conocer la estabilidad del mismo. La experiencia en el lugar de ubicación de las obras podrán avalar las características de cortes del terreno.

En general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno.

Las excavaciones de zanjas se ejecutarán con una inclinación de talud provisional adecuadas a las características del terreno, debiéndose considerar peligrosa toda excavación cuya pendiente sea superior a su talud natural. (Fig. 1)

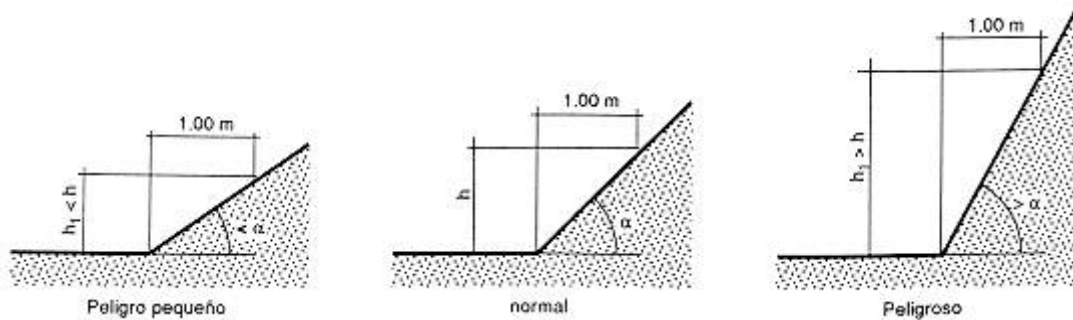


Fig. 1: Talud natural de  $\alpha^\circ$

Dado que los terrenos se disgregan y pueden perder su cohesión bajo la acción de los elementos atmosféricos, tales como la humedad, sequedad, hielo o deshielo, dando lugar a hundimientos, es recomendable calcular con amplios márgenes de seguridad la pendiente de los tajos.

En las excavaciones de zanjas se podrán emplear bermas escalonadas, con mesetas no menores de 0,65 m y contramesetas no mayores de 1,30 m en cortes ataluzados del terreno con ángulo entre  $60^\circ$  y  $90^\circ$  para una altura máxima admisible en función del peso específico aparente del terreno y de la resistencia simple del mismo.

Si se emplearan taludes más acentuados que el adecuado a las características del terreno, o bien se lleven a cabo mediante bermas que no reúnan las condiciones indicadas, se dispondrá una entibación que por su forma, materiales empleados y secciones de éstos ofrezcan absoluta seguridad, de acuerdo a las características del terreno: entibación cuajada, semicujada o ligera.

La entibación debe ser dimensionada para las cargas máximas previsibles en las condiciones más desfavorables.

Las entibaciones han de ser revisadas al comenzar la jornada de trabajo, tensando los cordales que se hayan aflojado. Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o de alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.



Los productos de la excavación que no hayan de retirarse de inmediato, así como los materiales que hayan de acopiarse, se apilarán a la distancia suficiente del boe de la excavación para que no supongan una sobrecarga que pueda dar lugar a desprendimientos o corrimientos de tierras en los taludes, debiéndose adoptar como mínimo el criterio de distancias de seguridad indicado en la Fig. 2.

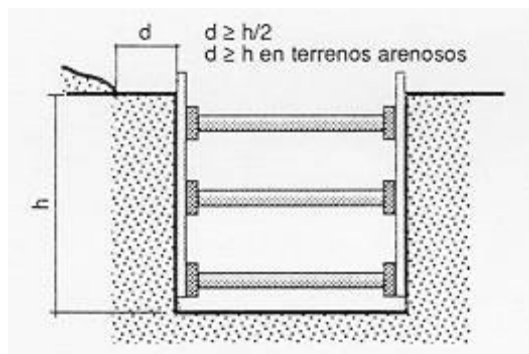


Fig. 2

Cuando en los trabajos de excavación se empleen máquinas, camiones, etc. que supongan una sobrecarga, así como la existencia de tráfico rodado que transmita vibraciones que puedan dar lugar a desprendimientos de tierras en los taludes, se adoptarán las medidas oportunas de refuerzo de entibaciones y balizamiento y señalización de las diferentes zonas.

Cuando las excavaciones afecten a construcciones existentes, se hará previamente un estudio en cuanto a la necesidad de apeos en todas las partes interesadas en los trabajos, los cuales podrán ser aislados o de conjunto, según la clase de terreno y forma de desarrollarse la excavación, y en todo caso se calculará y ejecutará la manera que consoliden y sostengan las zonas afectadas directamente, sin alterar las condiciones de estabilidad del resto de la construcción.

En general las entibaciones o parte de éstas se quitarán sólo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, comenzando por la parte inferior del corte.

En zanjas de profundidad mayor de 1,30 m., siempre que haya operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno de retén en el exterior, que podrá actuar como ayudante de trabajo y dará la alarma caso de producirse alguna emergencia.

En la obra se dispondrá de palancas, cuñas, barras, puntales, tabloncillos, etc. que no se utilizarán para la entibación y se reservarán para equipo, de salvamento, así como de

otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer a los operarios que puedan accidentarse.

Si al excavar surgiera cualquier anomalía no prevista, se comunicará a la Dirección técnica. Provisionalmente el contratista adoptará las medidas que estime necesarias.

### Cortes sin entibación: taludes

Para profundidades inferiores a 1,30 m en terrenos coherentes y sin sollicitación de viales o cimentaciones, podrán realizarse cortes verticales sin entibar.

En terrenos sueltos o que estén solicitados deberá llevarse a cabo una entibación adecuada.

Para profundidades mayores el adecuado ataluzado de las paredes de excavación constituye una de las medidas más eficaces frente al riesgo de desprendimiento de tierras.

La tabla 1 sirve para determinar la altura máxima admisible en metros de taludes libres de sollicitaciones, en función del tipo de terreno, del ángulo de inclinación de talud  $\beta$  no mayor de  $60^\circ$  y de la resistencia a compresión simple del terreno (Fig. 3).

Tabla 1: Determinación de la altura máxima admisible para taludes libres de sollicitaciones

Tipo de terreno	Angulo de talud $\beta$	Resistencia a compresión simple $R_u$ en $\text{kg/cm}^2$				
		0,250	0,375	0,500	0,625	$\geq 0,750$
Arcilla y limos muy plásticos	30	2,40	4,60	6,80	7,00	7,00
	45	2,40	4,00	5,70	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,20	7,00
Arcilla y limos de plasticidad media	30	2,40	4,90	7,00	7,00	7,00
	45	2,40	4,10	5,90	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,30	7,00
Arcilla y limos poco plásticos, arcillas arenosas y arenas arcillosas	30	4,50	7,00	7,00	7,00	7,00
	45	3,20	5,40	7,00	7,00	7,00
	60	2,50	3,90	5,30	6,80	7,00
		(H máx. en m)*				

\*Valores intermedios se interpolarán linealmente



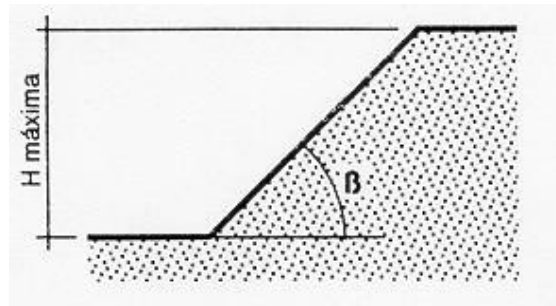


Fig. 3

La altura máxima admisible  $H_{\text{máx.}}$  en cortes ataluzados del terreno, provisionales, con ángulo comprendido entre  $60^\circ$  y  $90^\circ$  (talud vertical), sin solicitud de sobrecarga y sin entibar podrá determinarse por medio de la tabla 2 en función de la resistencia a compresión simple del terreno y del peso específico aparente de éste. Como medida de seguridad en el trabajo contra el "venteo" o pequeño desprendimiento se emplearán bermas escalonadas con mesetas no menores de 0,65 m y contramesetas no mayores de 1,30 m (Fig. 4).

Tabla 2: Altura máxima admisible  $H_{\text{máx.}}$  en m\*

Resistencia a compresión simple $R_u$ en $\text{Kg/cm}^2$	Peso específico aparente $\gamma$ en $\text{g/cm}^3$				
	2,20	2,10	2,00	1,90	1,80
0,250	1,06	1,10	1,15	1,20	1,25
0,300	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50
0,400	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10
0,500	2,10	2,20	2,30	2,45	2,60
0,600	2,60	2,70	2,80	2,95	3,10
0,700	3,00	3,15	3,30	3,50	3,70
0,800	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20
0,900	3,90	4,05	4,20	4,45	4,70
1,000	4,30	4,50	4,70	4,95	5,20
1,100	4,70	4,95	5,20	5,20	5,20
$\geq 1,200$	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20

\* Valores intermedios se interpolarán linealmente

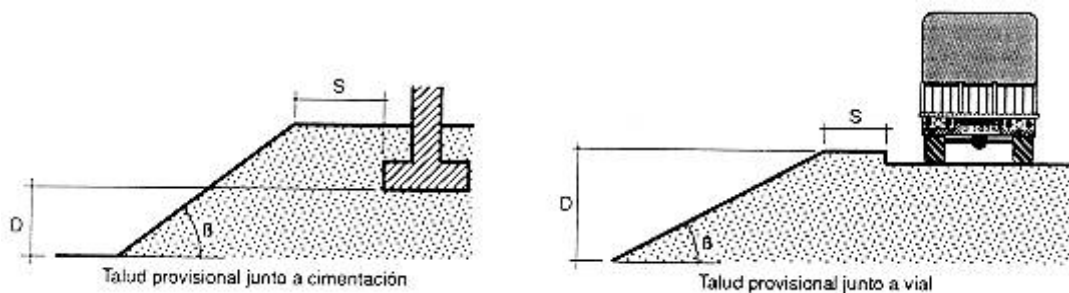


Fig. 4

El corte de terreno se considerará solicitado por cimentaciones, viales y acopios equivalentes, cuando la separación horizontal "S" (Fig. 5), entre la coronación del corte y el borde de la sollicitación, sea mayor o igual a los valores "S" de la tabla 3.

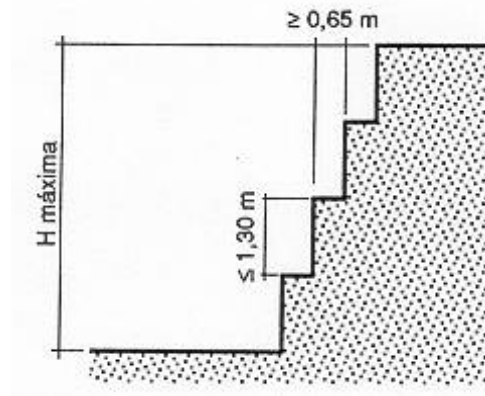


Fig. 5

Tabla 3: Determinación de la distancia de seguridad (S en fig. 5) para cargas próximas al borde de una zanja

Tipo de sollicitación	Angulo de talud	
	$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
Cimentaciones	D	D
Vial o acopios equivalentes	D	D/2

En excavaciones junto a cimentaciones enrasadas o más profundas, se deberá comprobar si existe peligro de levantamiento del fondo. En general no existe peligro siempre que se verifique (Fig. 6) que:

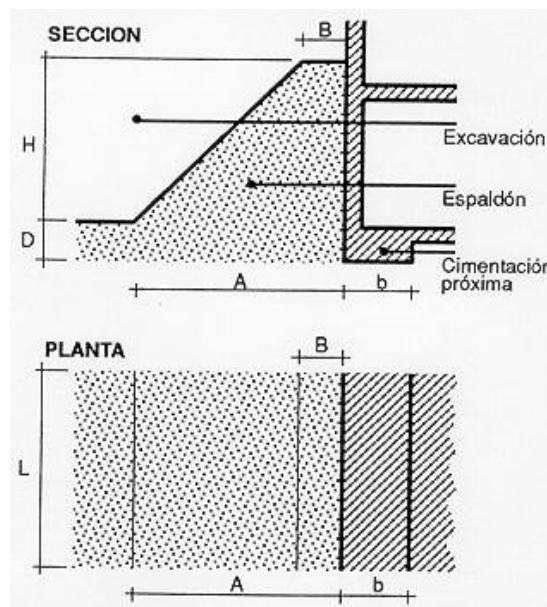


Fig. 6

$$q_s \leq 0,9 (m.R_w + n)$$

siendo:

$q_s$  = Tensión de comprobación que transmite la cimentación al terreno en su plano de apoyo en Kg/cm<sup>2</sup>.

$R_w$  = Resistencia a compresión simple del terreno en Kg/cm<sup>2</sup>.

$m$  = Factor de influencia (tabla 4).

$n$  = Sobrecarga debida al espaldón en Kg/cm<sup>2</sup>. (Tabla 5)

Para valores de  $A < b$ , debe tomarse en general  $n = 0$

Tabla 4: Cálculo del factor de influencia,  $m^*$ .

b/L	D/b									
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00	6,00
< 0,1	1,00	1,19	1,38	1,57	1,76	1,95	2,14	2,52	2,90	3,28
0,1	1,04	1,23	1,42	1,61	1,80	1,99	2,18	2,56	2,94	3,32
0,2	1,03	1,27	1,46	1,65	1,84	2,03	2,22	2,60	2,98	3,36
0,3	1,13	1,32	1,51	1,70	1,89	2,08	2,27	2,65	3,03	3,41
0,4	1,17	1,36	1,55	1,74	1,93	2,12	2,31	2,69	3,07	3,45
0,5	1,22	1,41	1,60	1,79	1,98	2,17	2,36	2,74	3,12	3,50
0,6	1,26	1,45	1,64	1,83	2,02	2,21	2,40	2,78	3,16	3,54
0,7	1,30	1,49	1,68	1,87	2,06	2,25	2,44	2,82	3,20	3,58
0,8	1,35	1,54	1,73	1,92	2,11	2,30	2,49	2,87	3,25	3,63
0,9	1,39	1,58	1,77	1,96	2,15	2,34	2,53	2,91	3,29	3,67
≥ 1,0	1,44	1,63	1,82	2,01	2,20	2,39	2,58	2,96	3,34	3,72

\*Siendo (fig. 6):

$b$  = Ancho de la cimentación en dirección normal al corte en m.

$L$  = Largo de la cimentación en dirección paralela al corte en m.

$D$  = Desnivel entre el plano de apoyo de la cimentación y el fondo de la excavación en m.

Tabla 5: Cálculo de la sobrecarga debida al espaldón,  $n$ , en Kg/cm<sup>2</sup>

Peso específico aparente del terreno $\gamma$ en g/cm <sup>3</sup>	$\frac{A+B}{2A} \cdot H$ en m.						
	1	2	3	4	5	6	7
2,20	0,22	0,44	0,66	0,88	1,10	1,32	1,54
2,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40
1,80	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26
1,60	0,16	0,32	0,48	0,64	0,80	0,96	1,12

Siendo (fig. 6):

A = Ancho en pie del espaldón en m.

B = Ancho en coronación del espaldón en m.

H = Profundidad del corte en m.

### Cortes con entibación

Cuando no sea posible emplear taludes como medida de protección contra el desprendimiento de tierras en la excavación de zanjas y haya que realizar éstas mediante cortes verticales de sus paredes se deberán entibar éstas en zanjas iguales o mayores a 1,30 m de profundidad. Igual medida se deberá tomar si no alcanzan esta profundidad en terrenos no consistentes o si existe solicitud de cimentación próxima o vial.

El tipo de entibación a emplear vendrá determinada por el de terreno en cuestión, si existen o no solicitudes y la profundidad del corte (tabla 6).

Tabla 6: Elección del tipo de cimentación

Tipo de terreno	Solicitud	Profundidad P del corte en m. *			
		< 1,30	1,30-2,00	2,00-2,50	> 2,50
Coherente	Sin solicitud	*	Ligera	Semicuajada	Cuajada
	Solicitud de vial	Ligera	Semicuajada	Cuajada	Cuajada
	Solicitud de cimentación	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada
Suelto	Indistintamente	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada

\* Entibación no necesaria en general

La Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976 "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos", establece el criterio para determinar si el corte en el terreno puede considerarse sin solicitud de cimentación próxima o vial, dándose esta circunstancia cuando se verifique que:



$P \leq (h + d/2)$  ó  $P \leq d/2$  respectivamente, (Fig. 7)

Siendo:

P = Profundidad del corte.

h = Profundidad del plano de apoyo de la cimentación próxima. En caso de cimentación con pilotes, h se medirá hasta la cara inferior del encepado.

d = Distancia horizontal desde el borde de coronación del corte a la cimentación o vial.

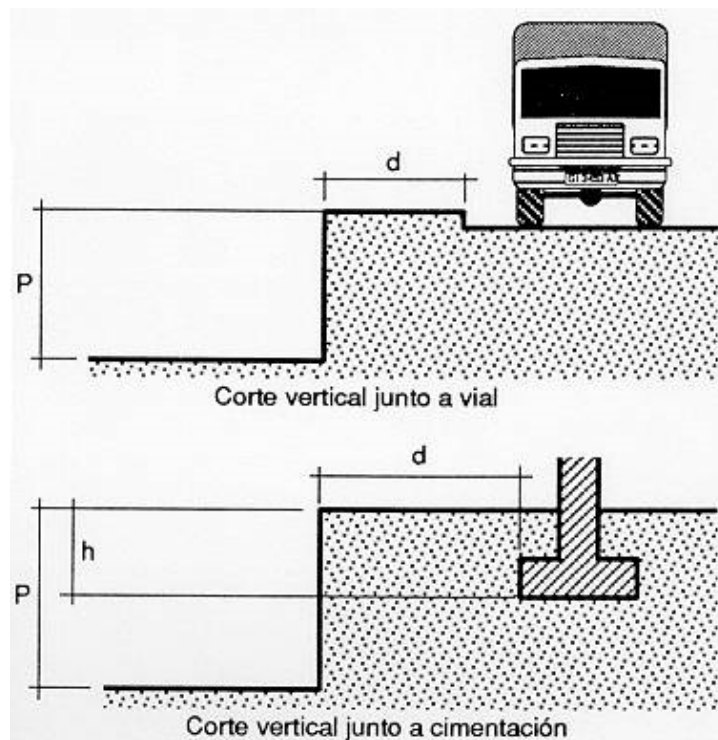


Fig. 7

En algunos casos puede ser interesante emplear una combinación de talud y entibación. (Fig. 8)

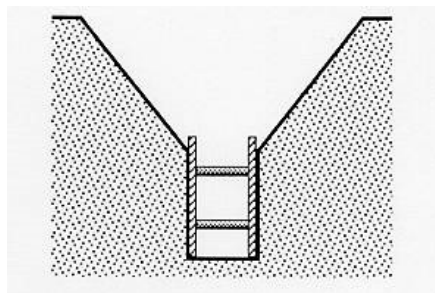


Fig. 8

## Sistemas de entibación usuales

Por entibación se entiende toda fortificación para contención de tierras, realizada generalmente con madera.

### Entibación con tablas horizontales

Se emplea cuando el corte se lleva a cabo en un terreno con suficiente cohesión que le permite ser autoestable mientras se efectúa la excavación. Mediante la alternancia excavación (0,80 m a 1,30 m) y entibación, se alcanza la profundidad total de la zanja.

(Fig. 9)

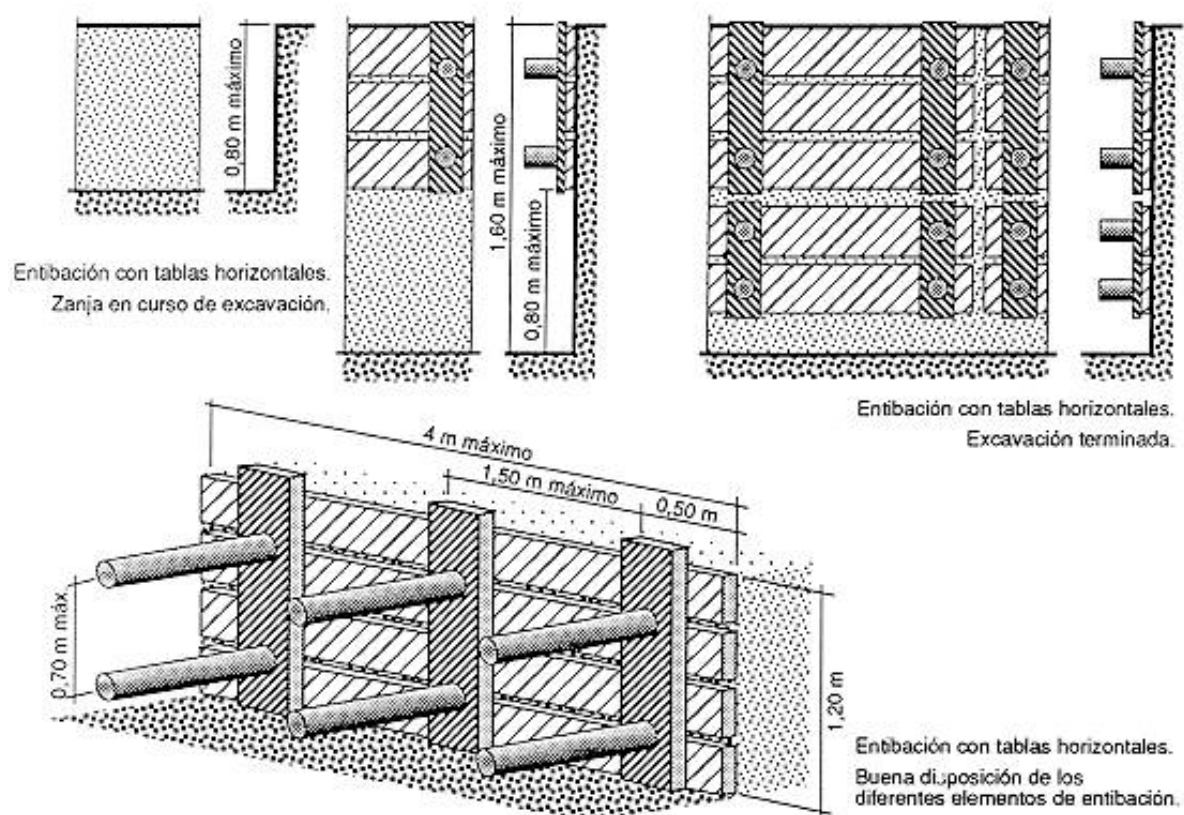


Fig. 9

### Entibación con tablas verticales

Cuando el terreno no presenta la suficiente cohesión o no se tiene garantía de ello, es más aconsejable llevar a cabo la entibación con tablas verticales, que en caso de que el terreno presente una aceptable cohesión y resistencia se excava por secciones sucesivas de hasta 1,50 - 1,80 m de profundidades máximas, en tramos longitudinales variables que en ningún caso deberán pasar de 4 m; y en caso de que el terreno presente poco o ninguna cohesión deberán hincarse las tablas verticales en los citados tramos antes de proceder a la excavación de las tierras alcanzándose la profundidad prevista en sucesivas etapas.

Independientemente de que la entibación se realice con tablas horizontales o verticales, éstas podrán cubrir totalmente las paredes de la excavación (entibación cuajada), el 50% (entibación semicujada) e incluso menos de esta proporción (entibación ligera).

La Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976 permite determinar su empleo en función de la profundidad de excavación, del tipo de terreno y de que exista sollicitación de cimentación o vial (Tabla 6), mediante las tablas nº 7, 8, 9, 10, 11, 12 puede determinarse la separación y grosores de los distintos elementos que constituyen la entibación de los principales casos.

Tabla: 7

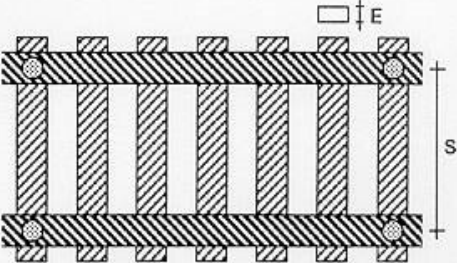
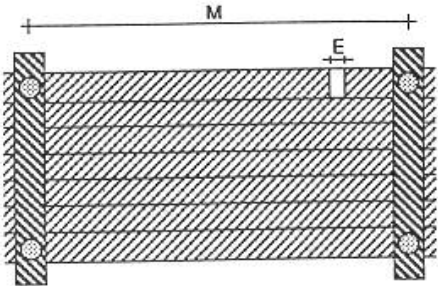
ENTIBACION SEMICUAJADA						
$\downarrow$ E $\rightarrow q \rightarrow S$		Determinación de la separación vertical S en cm entre ejes de apoyo, en función del grueso mínimo E en mm del Tablero y del empuje total q en kg/cm <sup>2</sup> , o viceversa.				
		Grueso mínimo del tablero E en mm				
20	25	30	52	65	76	Separación vertical S en cm
0,17	0,27	0,39	1,20	1,87	2,53	30
0,06	0,10	0,14	0,43	0,68	0,92	50
		0,06	0,19	0,30	0,41	75
			0,10	0,16	0,23	100
Grueso mínimo del tablero E en mm						
						

Tabla 9

ENTIBACION CUAJADA			
$\downarrow$ E $\rightarrow q \rightarrow M$		Determinación de la separación horizontal M en cm, en función del grueso mínimo E en mm del tablero y del empuje total q en kg/cm <sup>2</sup> , o viceversa.	
		Grueso mínimo del tablero E en mm	
52	65	76	Separación horizontal M o A en cm
0,21	0,33	0,46	100
0,13	0,21	0,29	125
0,07	0,15	0,20	150
0,05	0,09	0,15	175
0,03	0,06	0,10	200
Empuje q en kg/cm <sup>2</sup>			
			



PROYECTO ADMINISTRATIVO MODIFICADO  
SET "ALMAZARA" 220 / 30 KV  
5 Estudio de seguridad y salud



Tabla 8

ENTIBACION SEMICUAJADA				
<div> <div>↓ F ↓ → q → S → M</div> <div>Determinación de las separaciones entre codales, ver S en cm y horizontal M en cm, en función del gr mínimo F en mm del cabecero y del empuje total q en kg/cm², o viceversa.</div> </div>				
Grueso mínimo del cabecero F en mm			Separación vertical S + 30 en cm	Separación horizontal M en cm
52	65	76		
0,12	0,20	0,27	50	100
0,08	0,12	0,17	50	125
0,04	0,05	0,12	50	150
	0,05	0,09	50	175
0,10	0,16	0,22	60	100
0,06	0,10	0,14	60	125
	0,07	0,10	60	150
	0,04	0,07	60	175
0,08	0,12	0,18	76	100
0,05	0,08	0,10	75	125
		0,08	75	150
0,07	0,12	0,16	80	100
0,06	0,07	0,10	80	125
	0,05	0,07	80	150
0,06	0,00	0,12	100	100
	0,00	0,08	100	125
0,00	0,00	0,00	100	100
	0,00	0,00	100	125
Empuje q en kg/cm²				

Tabla 10

ENTIBACION CUAJADA				
<div> <div>↓ F ↓ → q → S → M</div> <div>Determinación de las separaciones entre codales, ver S en cm y horizontal M en cm, en función del gr mínimo F en mm del cabecero y del empuje total q en kg/cm², o viceversa.</div> </div>				
Grueso mínimo del cabecero F en mm			Separación vertical S en cm	Separación horizontal M en cm
52	65	76		
0,36	0,56	0,76	30	100
0,20	0,31	0,43	40	
0,12	0,20	0,27	50	
0,09	0,14	0,19	60	
0,26	0,45	0,60	30	125
0,16	0,25	0,34	40	
0,10	0,16	0,22	50	
0,07	0,11	0,15	60	
0,24	0,37	0,50	30	150
0,13	0,21	0,28	40	
0,08	0,13	0,18	50	
0,06	0,09	0,12	60	
0,20	0,32	0,43	30	175
0,11	0,18	0,24	40	
0,07	0,11	0,15	50	
0,05	0,08	0,11	60	
0,18	0,28	0,38	30	200
0,10	0,15	0,21	40	
0,06	0,10	0,13	50	
0,04	0,07	0,09	60	
Empuje q en kg/cm²				



Tabla 11

ENTIBACION LIGERA				
↓ F ↓ → q → S → M		Determinación de las separaciones entre codales, vertical S en cm y horizontal M en cm, en función del grueso mínimo F en mm del cabecero y del empuje total q en kg/cm <sup>2</sup> , o viceversa.		
Grueso mínimo del cabecero F en mm		Separación vertical S en cm		Separación horizontal M en cm
52	65	76		
0,10	0,16	0,23	30	100
0,06	0,10	0,14	30	125
	0,07	0,10	30	150
	0,05	0,07	30	175
		0,05	30	200
0,06	0,10	0,13	50	100
0,04	0,06	0,08	50	125
	0,04	0,06	50	150
		0,04	50	175
0,04	0,06	0,09	75	100
	0,04	0,06	75	125
		0,04	75	150
	0,05	0,06	100	100
Empuje q en kg cm <sup>2</sup>		0,04	100	125

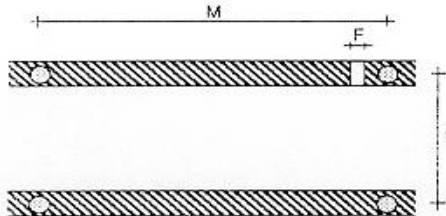
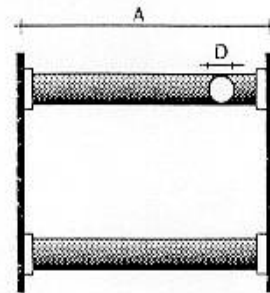


Tabla 12

ENTIBACIONES CUAJADA, SEMICUAJADA Y LIGERA						
↓ H max ↓ D		Determinación del diámetro mínimo D en cm del codal, de longitud ≤ 2 m, libre de pandeo y de aplastamiento del durmiente, en función del empuje horizontal H en kg que soporta, o viceversa. Siendo en zanjas con entibación: Ligera: H = 1,50 q.M.S. Cuajada o semicuajada: H = 0,75 q.M.S.				
H max. en kg	1.570	1.900	2.260	2.650	3.080	3.530
D en cm	10	11	12	13	14	15



## Otros sistemas de entibación

Además de los vistos existen otros sistemas que se alejan de los tradicionales, que son seguros frente al riesgo de atrapamiento de personas por desprendimiento de tierras, pero que en general requieren de medios que sólo disponen empresas especializadas, conociéndose con el nombre de entibaciones especiales, tales son el sistema Quillery, el Heidbrader, el Lamers, los que emplean dispositivos deslizantes, etc. Por ser el más accesible al común denominador de las empresas destacaremos aquí el primero de los mencionados.

### Sistema Quillery

Es aplicable hasta una profundidad recomendable de 3,50 m en terrenos de buena cohesión.

Consiste en unos paneles de revestimiento de longitud 2-2,50 m que se preparan en las proximidades de la zanja y que una vez abierta ésta se introducen en la misma. Si la profundidad sobrepasa los 2-2,50 m se realiza en una primera fase hasta esta profundidad y en una segunda fase se alcanzan los 3,50 m de profundidad máxima recomendable. (Fig. 10)

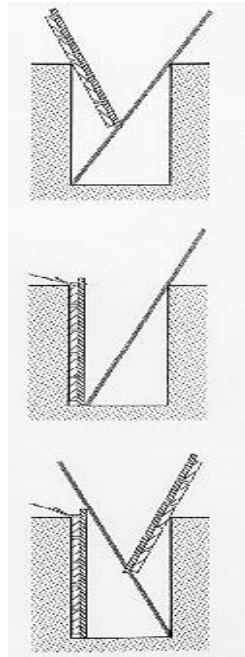


Fig. 10: Colocación de los paneles con ayuda de una pértiga

## 6. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 6.1. PRESUPUESTO PARCIAL

#### 6.1.1. PROTECCIONES INDIVIDUALES

Ud	Denominación	Cantidad	P, Unitario	Total (€)
Ud,	Casco de seguridad homologado	10	3,01	30,1
Ud,	Gafa antipolvo y anti-impactos	5	4,51	22,55
Ud,	Mascarilla antipolvo	5	8,41	42,05
Ud,	Filtro para mascarilla antipolvo	5	0,36	1,8
Ud,	Protector auditivo	3	10,22	30,66
Ud,	Cinturón de seguridad	3	16,53	49,59
Ud,	Cinturón antivibratorio	2	14,42	28,84
Ud,	Mono o buzo de trabajo	5	11,42	57,1
Ud,	Impermeable	5	10,82	54,1
Ud,	Guantes dieléctricos	2	21,04	42,08
Ud,	Guantes de goma finos	5	1,5	7,5
Ud,	Guantes de cuero	5	2,1	10,5
Ud,	Botas impermeables al agua y a la humedad	10	7,81	78,1
Ud,	Botas de seguridad de lona	10	16,83	168,3
Ud,	Botas de seguridad de cuero	10	19,23	192,3
Ud,	Botas dieléctricas	10	24,04	240,4
Ud,	Chaleco reflectante	10	15,03	150,3
Ud,	Muñequera	3	2,4	7,2
<b>TOTAL PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>				<b>1.213,47</b>

### 6.1.2. PROTECCIONES COLECTIVAS

Ud	Denominación	Cantidad	P, Unitario	Total (€)
Ud,	Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico, incluida la colocación	2	5,61	11,22
M	Cordón de balizamiento reflectante, incluidos soportes, colocación y desmontaje	75	0,39	29,25
M	Cinta plástica de balizamiento en colores blanco y rojo	75	0,09	6,75
Ud,	Valla autónoma metálica de contención peatones	15	7,93	118,95
Ud,	Jalón de señalización, incluida la colocación	4	0,9	3,6
H	Camión de riego, incluido el conductor	10	14,72	147,2
H	Mano de obra de señalización	12	4,51	54,12
H	Mano de obra de brigada de seguridad empleada en mantenimiento y reposición de protecciones	35	12,02	420,7
Ud,	Teléfono móvil disponible en obra, incluida conexión y utilización	1	751,27	751,27
Ud,	Extintor de polvo polivalente, incluido el soporte	2	47,6	95,2
<b>TOTAL PROTECCIONES COLECTIVAS</b>		<b>1.638,26</b>		

### 6.1.3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Ud	Denominación	Cantidad	P, Unitario	Total (€)
Ud,	Extintores de polvo polivalente, incluido el soporte y la colocación	10	53,01	530,1
<b>TOTAL EXTINCIÓN DE INCENDIOS</b>		<b>530,10 €</b>		

### 6.1.4. PROTECCIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Ud	Denominación	Cantidad	P, Unitario	Total (€)
Ud,	Instalación de puesta a tierra compuesta por cables de cobre y electrodo conectado a tierra,	1	46,15	46,15
M	Armario eléctrico con elementos de protecciones adecuados (diferenciales)	1	515,2	515,2
M	Maquinaria de protección en acceso a cuadro eléctrico de obra formada por soportes de tubos y plataformas de madera, incluido montaje y desmontaje,	1	125,78	125,78
<b>TOTAL INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>		<b>687,13</b>		

### 6.1.5. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Ud	Denominación	Cantidad	P, Unitario	Total (€)
Ud,	Mes de alquiler de caseta prefabricada para oficina de 6 x 2,40m, incluida la instalación de fuerza y alumbrado	4	90,17	360,68
M	Acometida provisional de electricidad a casetas de obra	1	25,34	25,34
M	Mesa metálica, capacidad 10 personas	1	20,19	20,19
	Banco de polipropileno para 5 personas con soportes metálicos	2	18,68	37,36
	Equipo de limpieza y conservación de instalaciones y reposiciones,	20	21,15	423
	Mes de alquiler WC Químico Portátil y mantenimiento,	4	250,78	1003,12
<b>TOTAL INSTALACIÓN DE HIGIENE Y BIENESTAR</b>		<b>1.869,69</b>		

#### 6.1.6. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

Ud	Denominación	Cantidad	P, Unitario	Total (€)
Ud,	Reconocimientos médicos	10	23,18	231,80
M	Botiquín completo	6	93,1	558,60
M	Reposición de material de curas	4	90,18	360,72
	Día Teléfono móvil de emergencia	124	0,35	43,40
<b>TOTAL MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS</b>				<b>1.194,52</b>

#### 6.1.7. VIGILANCIA Y FORMACIÓN

Ud	Denominación	Cantidad	P, Unitario	Total (€)
Ud,	Horas de formación de seguridad	30	23,53	705,90
M	Horas de reuniones de comité de seguridad	16	78,43	1254,88
M	Meses de control y asesoramiento de seguridad (Visitas Técnicas de Seguridad)	4	350,8	1403,20
<b>TOTAL VIGILANCIA Y FORMACIÓN</b>				<b>3.363,98</b> €

## 6.2. PRESUPUESTO GENERAL

SUBESTACIÓN "ALMAZARA" 220/30 kV	
CAPITULO DESCRIPCIÓN	
PROTECCIONES INDIVIDUALES	1.213,47
PROTECCIONES COLECTIVAS	1.638,26
EXTINCIÓN DE INCENDIOS	530,10
PROTECCIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA	687,13
INSTALACIÓN DE HIGIENE Y BIENESTAR	1.869,69
MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	1.194,52
FORMACIÓN Y REUNIONES DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO	3.363,98
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>10.497,15</b>

La suma total del presupuesto de Seguridad e Higiene para el proyecto de ejecución de SET "Almazara" asciende a DIEZ MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS (10.497,15 €).

Conforme a lo expuesto anteriormente, firmo el presente Estudio de Seguridad y Salud.



Zaragoza, mayo de 2021  
 Fdo. Pedro Machín Iturria  
 Ingeniero Industrial  
 Colegiado Nº 2.474  
 COIAR



## 7. PLIEGO DE CONDICIONES

### 7.1. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Ley 54/2003, de 24 de marzo, por la que se reforma el marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de Mayo, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, corrección de errores y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios y modificaciones posteriores.
- Orden de 16 de abril de 1998 sobre Normas de procedimiento y desarrollo del Real Decreto 1942/1993, y revisión del Anexo I y los apéndices del mismo.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, corrección de errores y modificaciones posteriores.

## 7.2. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva, tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del 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 holgura 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 si mismo.

### 7.2.1. PROTECCION PERSONAL

Todo elemento de protección personal se ajustará a las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo (O.M. 17/5/74) (B.O.E. 29/5/74), siempre que exista en el mercado.

En el caso de que no exista Norma de Homologación, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

### 7.2.2. PROTECCIONES COLECTIVAS

Los elementos de protección colectiva se ajustarán a las características fundamentales siguientes:

- Vallas de limitación y protección

Tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas a base de tubos metálicos. Dispondrán de patas para mantener su verticalidad.

- Topes de desplazamiento de vehículos

Se podrán realizar con un par de tablones embridados fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz.

- Pasillos de seguridad

Podrán realizarse a base de pórticos con pies derechos y dintel a base de tablones embridados firmemente sujetos al terreno y cubierta cuajada de tablones. 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 (sacos terreros, capa de arena, etc.).

- Barandillas

Dispondrán de un listón superior a una altura de 90 cm, de suficiente resistencia para garantizar la retención de personas, además de un listón horizontal intermedio, así como el correspondiente rodapié.

- Redes

Serán de polietileno. Sus características serán tales que cumplan, con garantía, la función protectora para la que están previstas.

- Lonas

Serán de buena calidad y de gran resistencia a la propagación de la llama.

- de sujeción de cinturón de seguridad, anclajes y soportes

Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que pueden verse sometidos de acuerdo con su función protectora.

- Plataformas de trabajo

Tendrán un mínimo de 60 cm de ancho. Las situadas a más de 2 m del suelo estarán dotadas de barandillas de 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié.

- Escalera de mano

Deberá ir provista de zapatas antideslizantes.

- Plataformas voladas

Tendrán la suficiente resistencia para la carga que deban soportar y estarán convenientemente ancladas y dotadas de barandilla.

- Interruptores diferenciales y tomas de tierra

La sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será: para alumbrado de 30 mA y para fuerza de 300 mA.

La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de 24 V.

Se medirá su resistencia periódicamente, y al menos una vez en la época más seca del año.

- Extintores

Serán adecuados en agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible, y se revisarán cada 6 meses como máximo.

- Riegos

Las pistas para vehículos se regarán convenientemente para que no se produzca levantamiento de polvo por el tránsito de los mismos.

- Señalización

Los cruces con carreteras deberán señalizarse con arreglo a la normativa vigente.

- Explosivos

En el caso de empleo de explosivos, deberán cumplirse las Normas dictadas en el reglamento de Policía Minera.

Las únicas personas capacitadas para utilizar y manipular este material serán los artilleros, que serán homologados y aprobados por el Organismo competente que corresponda en cada caso.

Todos los accesos a la zona peligrosa deberán ser convenientemente vigilados y señalizados mediante barreras, banderines u otra señal apropiada de aviso y prohibición de paso.

- Vehículos

Todos los vehículos de obra deberán llevar aparato acústico; asimismo, llevarán un extintor contra incendios que será revisado cada seis meses como máximo.

La pista de trabajo se mantendrá en condiciones de circulación durante todas las fases de obra, dando continuidad a toda ella. La velocidad de circulación será de veinte kilómetros por hora, como máximo.

- Proximidad a áreas con riesgo eléctrico

En las zonas de influencia de líneas eléctricas de media y alta tensión, o de subestación transformadora, o en el interior de la misma, el Contratista establecerá las medidas de seguridad para protección del personal que fijan los Reglamentos vigentes.

### 7.2.3. SERVICIO DE PREVENCIÓN

- Servicio Técnico de Seguridad e Higiene

La empresa constructora dispondrá de asesoramiento en seguridad e higiene.

- Servicio Médico

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

#### 7.2.4. VIGILANTE DE SEGURIDAD Y COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE

Se nombrará el Vigilante de Seguridad de acuerdo con lo previsto en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

#### 7.2.5. INSTALACIONES MÉDICAS

Tanto el botiquín de oficina como el de los tajos, en caso de que exista, se revisarán semanalmente y se repondrá inmediatamente el material consumido.

#### 7.2.6. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

En función del personal de oficina, almacenes 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 de agua fría y caliente por cada diez trabajadores, y un W.C. por cada 25 trabajadores, disponiendo de espejos y calefacción.
- Para la limpieza y conservación de estos locales, se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.

#### 7.2.7. PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE

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

Será también obligación del Contratista, el cumplimiento del Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, en lo referente al Libro de Incidencias a llevar en la obra.

Conforme a lo expuesto anteriormente, firmo el presente Estudio de Seguridad y Salud.



Zaragoza, mayo de 2021  
Fdo. Pedro Machín Iturria  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 2.474  
COIAR