



**Universidad**  
Zaragoza



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
**Universidad Zaragoza**

Proyecto Fin de Carrera

**ELECCIÓN DE LA APARAMENTA Y  
SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE UNA  
SUBESTACIÓN DE TRACCIÓN DE LA LÍNEA  
DE ALTA VELOCIDAD**

Autor

Oscar Agustín Morillas

Director

Antonio Montañés

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2015





PROPUESTA y ACEPTACIÓN DEL  
PROYECTO FIN DE CARRERA DE INGENIERÍA TÉCNICA

DATOS PERSONALES

APELLIDOS, Nombre  
AGUSTIN MORILLAS, OSCAR

Nº DNI 25173650-N Dirección C/TORRE SILLERO nº 10 (SAN JUAN)

C.P. 50820 Localidad SAN JUAN (ZARAGOZA)

Provincia ZARAGOZA Teléfono 605 975083 NIA: 191024

Firma:

DATOS DEL PROYECTO FIN DE CARRERA

INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL, Especialidad ELECTRICIDAD

TITULO ELECCION DE LA ADARMENTA Y  
SYSTEMAS DE PROTECCION DE UNA SUBESTACION  
DE TRACCION DE LA LINEA DE ALTA VELOCIDAD.

PROYECTO TIPO A  TIPO B

DIRECTOR Antonio Montañés

VERIFICACIÓN EN SECRETARÍA

El alumno reúne los requisitos académicos (1) para la adjudicación de Proyecto Fin de Carrera

SELLO DEL CENTRO

EL FUNCIONARIO DE SECRETARIA

Fdo.: \_\_\_\_\_

SE ACEPTA LA PROPUESTA DEL PROYECTO (2)

En Zaragoza, a 5 de mayo de 2.015

Fdo.: Antonio Montañés  
DIRECTOR DEL PFC

SE ACEPTA EL DEPÓSITO DEL PROYECTO

En Zaragoza, a 2 de sept de 2.015

Fdo.: Antonio Montañés  
DIRECTOR DEL PFC

(1) Requisitos académicos: tener pendientes un máximo de 24 créditos o dos asignaturas para finalizar la titulación.

(2) Para que la propuesta sea aceptada por el Director, es imprescindible que este impreso esté sellado por la Secretaria de la EINA una vez comprobados los requisitos académicos.



## INDICE DE CONTENIDOS

### 1. MEMORIA

ANEXO 1 -CALCULOS ELÉCTRICOS

ANEXO 2- ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD

### 2. PLIEGO DE CONDICIONES

### 3. PRESUPUESTO

### 4. PLANOS



**Universidad**  
Zaragoza



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
**Universidad Zaragoza**

Proyecto Fin de Carrera

# **ELECCIÓN DE LA APARAMENTA Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE UNA SUBESTACIÓN DE TRACCIÓN DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD**

## **MEMORIA**

Autor

Oscar Agustín Morillas

Director

Antonio Montañés

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2015

## INDICE

**CAPITULO I. GENERALIDADES**

1.1 JUSTIFICACIÓN Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN .....	4
1.2. OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO .....	5
1.3. ESTRUCTURA DEL PROYECTO .....	5
1.3.1.- Memoria .....	5
1.3.2.- Planos .....	6
1.3.3.- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares .....	6
1.3.4.- Presupuesto .....	6

**CAPITULO II. DESCRIPCIÓN DE LA SUBESTACIÓN****DE TRACCIÓN**

2.1.- CARACTERÍSTICAS BÁSICAS Y EMPLAZAMIENTO .....	9
2.2.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA CIVIL .....	9
2.2.1.- Explanación y acondicionamiento del terreno .....	9
2.2.2.- Accesos y viales interiores .....	9
2.2.3.- Cerramiento perimetral .....	10
2.2.4.- Bancada de transformador .....	10
2.2.5.- Cimentaciones .....	10
2.2.6.- Edificio de mando y control .....	10
2.2.7.- Canalizaciones eléctricas .....	11
2.3.- DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE POTENCIA, 220 KV .....	12
2.3.1. Entrada de línea .....	12
2.3.2. Grupo transformador .....	13
2.4.- DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE POTENCIA, 27,5 KV .....	16
2.4.1. Celdas de 52 k. ....	17
2.4.2. Pórtico de salida a catenaria .....	19
2.5. PROTECCIONES .....	19
2.6. SERVICIOS AUXILIARES .....	21
2.7. INSTALACION ELECTRICA .....	21
2.8. ENCLAVAMIENTOS MECÁNICOS .....	21
2.9. SISTEMA DE CONTROL .....	22
2.10. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA .....	22

# **CAPITULO I**

## **GENERALIDADES**

## **CAPITULO I. GENERALIDADES**

### **1.1. JUSTIFICACIÓN Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN**

Las líneas de Alta velocidad ferroviarias se han convertido en una de las actuaciones prioritarias en materia de transporte en el territorio español a lo largo de los últimos años.

El Proyecto Final de Carrera “Elección de la aparamenta y sistemas de protección de una subestación de tracción de la línea de alta velocidad” se enmarca en el supuesto de que se realiza la construcción de una nueva subestación eléctrica convencional de la línea de Alta Velocidad Española.

La nueva subestación de transformación 220/55 kV proyectada servirá para proporcionar tracción al ferrocarril de una línea de Alta Velocidad de ADIF.

Esta subestación será tipo, y su ubicación se situará en España a la intemperie en el municipio de Almudévar junto a la pedanía de San Jorge.

La subestación estará formada por dos líneas de 220 kV y dos de 55 kV unidas por dos bancos de transformadores de potencia.

Las líneas de 220 kV dispondrán de una posición para REE cada una y otra para conectar con el banco de transformadores.

Las líneas de 55 kV dispondrán de una posición para el banco de transformadores además de un acoplamiento de transformadores en 55 kV.

## **1.2. OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO**

El objeto del Proyecto es reflejar las características básicas de una subestación de tracción de la Línea de Alta Velocidad. Se detallarán en especial las protecciones y la aparamenta eléctrica, la elección de las cuales vendrá definida en los cálculos eléctricos.

No se detalla en este proyecto, ya que excede el objeto del mismo, la obra civil asociada, el sistema de mando, los servicios auxiliares, la climatización o los sistemas contraincendios y antiintrusismo entre otros. A pesar de ello si que se incluye una breve descripción de estas cuestiones al enmarcarse el Proyecto en la hipótesis de la construcción de una nueva subestación.

## **1.3. ESTRUCTURA DEL PROYECTO**

### **1.3.1 MEMORIA Y ANEXOS**

#### MEMORIA

En este documento se especifican los factores relativos al objeto del proyecto, la descripción de instalación señalando sus características básicas así como las soluciones adoptadas en sus aspectos técnicos y las características de cada uno de los elementos proyectados.

#### ANEXOS

Anexo nº 1 Cálculos eléctricos de las instalaciones de potencia. Incluye los cálculos que determinan la elección de la aparamenta y las protecciones a instalar.

Anexo nº 2 Estudio de seguridad y salud



### **1.3.2 PLANOS**

Se incluyen los planos de situación y emplazamiento de la subestación, el plano general de la subestación junto con el esquema unifilar de la misma.

Se incluyen igualmente los Pórticos de conversión y de salida a catenaria y feeder, así como la red de tierras.

### **1.3.3 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

El suministro de materiales, dispositivos, elementos y la realización de las instalaciones deberán cumplir el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares que constituye el Documento nº 3 de este Proyecto.

Dicho Pliego consta de dos apartados que son los siguientes:

- El primero de ellos relaciona y especifica los Reglamentos y documentos generales de carácter legal que regirán el proyecto.
- El segundo capítulo define las características técnicas de las distintas unidades a instalar que comprende el Proyecto.

### **1.3.4 PRESUPUESTO**

Valoración detallada de la aparamenta necesaria en la subestación de tracción.

# **CAPITULO II**

## **DESCRIPCIÓN DE LA SUBESTACIÓN DE TRACCIÓN**

## **CAPITULO II. DESCRIPCIÓN DE LA SUBESTACIÓN DE TRACCIÓN**

La subestación de tracción es la instalación en la que se realiza la conexión de los tramos de la electrificación a la red trifásica de transporte. Para ello, se realiza la transformación de tensiones desde los niveles de la red trifásica a los niveles de la catenaria.

La conexión de la subestación de tracción a la red trifásica correspondiente se realiza mediante una línea aérea que conecta la subestación de tracción a una subestación de transporte de la red.

Generalmente las subestaciones de tracción presentan una topología en barra simple. Dicha topología proporciona un coste inferior al de otras opciones, a la vez que proporciona una flexibilidad de operación suficiente a la subestación.

Las subestaciones de tracción se controlan desde el centro de control mediante un sistema de telemando. Esto permite realizar maniobras en varias SET de forma coordinada, para adaptar la topología de la electrificación a las necesidades.

En la subestación de tracción se instalan además instrumentos de medida, así como los elementos de protección necesarios para garantizar la seguridad de la instalación frente a elevadas subidas de tensión o de corriente (cortocircuitos).

### **2.1.- CARACTERÍSTICAS BÁSICAS Y EMPLAZAMIENTO**

La subestación se encontrará emplazada en el término municipal de Almudevar, en la provincia de Huesca, en concreto en la pedanía de San Jorge.

La configuración de la Subestación es de planta rectangular, de dimensiones aproximadas de 50,5 x 35 m, y rodeada por una valla metálica de 2,2 m sobre murete de 0,30 m.

*Memoria*

La Subestación consta de un parque de Alta Tensión de intemperie, con dos entradas de líneas aéreas a 220 kV, dos grupos transformadores de 30 MVA de relación 220 / 2 x 25 kV con sus equipos de protección y maniobra, el edificio de cabinas de salida, mando y control y el pórtico de seccionadores de salida a catenaria.

Estará dotado de una puerta motorizada para acceso de vehículos que dispondrá además de entrada de personal, por la que se accederá a un vial que discurre frente a los trafos de potencia. La subestación tendrá dos viales de mantenimiento, dispuestos de forma perpendicular, uno frente a los trafos de potencia, y otro entre las dos calles de 220 kV .

## **2.2.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA CIVIL**

Se trata en este apartado de describir brevemente parte de los trabajos necesarios correspondientes a la obra civil para la construcción de la subestación eléctrica de tracción de la línea de alta velocidad.

### **2.2.1.- Explanación y acondicionamiento del terreno**

Se adaptará el terreno a una única cota que será la más adecuada en función de la orografía del terreno y de la situación de la plataforma de la vía.

El recinto interior irá acabado con una capa de grava de 10 cm de espesor, con el fin de asegurar el cumplimiento del Reglamento en lo que se refiere a tensiones de paso y contacto.

### **2.2.2.- Accesos y viales interiores**

Se accederá a la subestación a través de un camino que lo unirá a la plataforma, por la que se accederá a un vial que discurre frente a los trafos de potencia.

La subestación tendrá dos viales de mantenimiento, dispuestos de forma perpendicular, uno frente a los trafos de potencia, y otro entre las dos calles de 220 kV.

*Memoria*

La distribución de estos viales se puede apreciar en el plano planta de la subestación.

### **2.2.3.- Cerramiento perimetral**

La base del cerramiento estará constituida por bloques de hormigón. El cerramiento completo tendrá una altura exterior de 2,4 m.

Se instalarán para el acceso a la Subestación una puerta para el acceso de vehículos, de 6 m de ancho motorizada, incluyendo una de acceso de personas.

### **2.2.4.- Bancada de transformador**

Para la instalación del transformador de potencia previsto se construirá una bancada, formada por una cimentación de apoyo, y una cubeta para recogida de aceite, que en caso de un hipotético derrame se canalizará hacia un depósito en el que quedará confinado.

La bancada del transformador de potencia, así como todas las bancadas de la subestación, se encuentran puestas a tierra.

### **2.2.5.- Cimentaciones**

Se realizarán las cimentaciones necesarias para la sustentación de las estructuras que conforman el aparellaje existente en la subestación de tracción. Las dimensiones de las cimentaciones garantizan la estabilidad ya que no sobrepasan las sobrecargas admisibles por el terreno sobre las que descansan.

### **2.2.6.- Edificio de mando y control.**

El edificio de mando y control se proyecta con una sola planta. La altura libre que se necesita es de unos 3,50 metros libres desde el suelo técnico.

Este edificio tendrá la siguiente distribución: una sala principal, con acceso desde dos puertas, una de personas y otra de personas y equipos, donde se encuentran los cuadros de mando y control de la subestación, las cabinas de 52 y 36 kV, el cuarto de comunicaciones



*Memoria*

y los aseos. Un almacén, una sala para el grupo electrógeno, y dos celdas para trafos de servicios auxiliares, todas ellas con acceso independiente desde el exterior.

### **2.2.7.- Canalizaciones eléctricas**

En la sala principal, se colocará un suelo técnico de 60cm de altura, que permitirá el tendido de líneas de control entre los equipos instalados en esta salas. Para las instalaciones de alta tensión, se construirán canalizaciones, formadas en el interior del edificio por arquetas y tubos de PVC de sección apropiada y en el exterior por canaletas con bloques de hormigón prefabricado, colocados sobre un sistema de drenaje y tubos de PVC, enlazando los distintos elementos de la instalación para su correcto control y funcionamiento.

## 2.3.- DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE POTENCIA, 220 KV

Las instalaciones eléctricas de potencia de 220 kV, se pueden apreciar en el esquema unifilar.

### 2.3.1. Entrada de línea.

La instalación consta de dos entradas de líneas bifásicas independientes, que se alimentan desde el parque de REE próximo, a través de dos líneas trifásicas que llegarán hasta los seccionadores de entrada de línea, únicos elementos trifásicos de la instalación. Las fases de entrada serán determinadas por las condiciones de explotación de la compañía. Las características de estas entradas permiten trabajar a la subestación con una única entrada de línea, o con las dos trabajando independientes.

Cada entrada de línea cuenta con los siguientes elementos:

- Seccionador tripolar de entrada de línea. Rotativo de tres columnas, con doble seccionamiento, mando motorizado.

- Tensión nominal	220 kV
- Tensión máxima del material	245 kV
- Tensión de prueba de maniobra	460 kV
- Tensión de prueba tipo rayo	1.050 kV
- Intensidad nominal	1.600 A
- Intensidad admisible de corta duración	50 kA
- Intensidad dinámica	100 kA
- Tensión de mando	125 Vcc

Este seccionador será maniobrado sin carga, para lo que estará enclavado con el disyuntor bipolar. Para trabajos de mantenimiento o reparación del seccionador, se debe proceder a la desenergización de la línea de compañía.

*Memoria*

### 2.3.2. Grupo transformador

El conjunto transformador se compone de los siguientes elementos:

- Transformadores de Tensión inductivos, para medida y protección (TT-PM1 y TT-PM2)

Se instalan dos transformadores monofásicos con cuatro secundarios en cada una de las entradas de línea, uno para la medida fiscal principal de la instalación, uno para medida UCS (Unidad de Control de la Subestación), uno de medida fiscal redundante y otro para protección.

Sus características son:

- Tensión nominal 220 kV
- Tensión máxima del material 245 k V
- Tensión de prueba de maniobra 460 kV
- Tensión de prueba tipo rayo 1.050 kV
- Relación de transformación 220:V3 kV / 110:V3 – 110:V3 – 110:V3 –110:V3 V
- Clases y Potencias de Precisión 50 VA cl 02  
50 VA cl 05  
50 VA 3P  
50 VA cl 02

En el circuito secundario se instalarán dispositivos que permitan la verificación de los aparatos por ellos alimentados, así como la inclusión de otros, sin necesidad de desconectar la instalación.

- Interruptor Automático de Protección de Línea y del Transformador de Tracción (Q52 L1 y Q52 L2)

Este interruptor tendrá la misión de proteger la entrada de alimentación y por otro lado, proteger el transformador ante la actuación de cualquiera de los relés.

*Memoria*

Será de corte bipolar en SF6, con dos columnas y las siguientes características:

- Tensión nominal	220 kV
- Tensión máxima del material	245 kV
- Tensión de prueba de maniobra	460 kV
- Tensión de prueba tipo rayo	1.050 kV
- Intensidad nominal	1.250 A
- Intensidad admisible de corta duración	50 kA
- Intensidad dinámica	100 kA
- Tensión de mando	125 Vcc

- Transformadores de Intensidad de Medida y Protección (TI-PM1 y TI-PM2), en baño de aceite.

Se instalarán dos transformadores de intensidad, uno por fase de entrada, cada uno de ellos con cinco secundarios, dos de protección, uno para la medida fiscal principal, uno para medida de UCS y otro para medida fiscal redundante.

Sus características son:

- Tensión nominal	220 kV
- Tensión máxima del material	245 k V
- Tensión de prueba de maniobra	460 kV
- Tensión de prueba tipo rayo	1.050 kV
- Relación de transformación 150-300 / 5-5-5-5-5	A
- Clases y Potencias de Precisión	15 VA cl 02S
	20 VA cl 05
	25 VA 5P20

25 VA 5P20

15 VA cl 02S

- Autoválvulas de protección lado alta tensión ( FT-T1 Y FT-T2), se instalarán dos autoválvulas por entrada, serán de óxido de Cinc, de resistencia variable, situado en la entrada de alta tensión de los transformadores de potencia. Para sistema trifásico 220 kV, con neutro rígido a tierra, tensión servicio continuo, 138 kV, tensión asignada, 172 kV. Dispondrá de contador de descarga, base aislante e indicador de tensión de paso y fuga.

- Transformadores de potencia

La Subestación contará dos transformadores de potencia en baño de aceite para tracción con las siguientes características:

Instalación	Intemperie
Nº de fases	2
Potencia nominal	30 MVA
Relación	220.000 +- 8% / 27.500 V
Frecuencia nominal	50 Hz
Conexión	I i 0
Servicio	Continuo
Ucc	10%
Refrigeración	ONAN
Tensión de prueba frecuencia ind.	460 kV
Tensión de prueba tipo rayo	1.050 kV
Regulación	4 + 1 + 4

Sobrecargas en ciclos repetitivos de ocho horas: 20% durante 2 horas, 50 % durante 15 minutos, 100 % durante 10 minutos.



*Memoria*

Se situarán en cada una de las entradas de línea, y alimentarán, el tramo comprendido entre la zona neutra de la subestación hasta la zona neutra existente entre subestaciones colaterales, en cada uno de los alimentadores que tenga conectado. Nunca podrán trabajar en paralelo, los dos transformadores de la subestación, ni con los transformadores de otras subestaciones.

## **2.4.- DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE POTENCIA, 27,5 KV**

Una de las fases del secundario del trafo de potencia, se conectará mediante 3 conductores de cobre al armario de barras cero. A esta fase la denominaremos fase cero.

### **- Armario de Barras 0**

Se instalará un armario de barra cero formado por pletinas de cobre y se conectarán los cables de retorno de vía, la red de tierras y una de las fases (fase 0) del transformador de potencia. El armario será de ejecución metálica de exterior equipado con puerta delantera. Asimismo dispondrá de un zócalo de elevación sobre el suelo de 80 mm. Se instalarán dos transformadores de intensidad para medida y protección de faltas a tierra

### **- La fase que no se conecta a tierra, la denominaremos fase activa.**

Se instalará una autoválvula de protección, en la fase activa de cada secundario de los trafos de potencia. Serán de óxido de Cinc, de resistencia variable. Para sistema monofásico 27,5 kV, con neutro rígido a tierra, tensión servicio continuo, 27,5 kV, tensión asignada, 34 kV. Corriente nominal de descarga 20 kA.

Desde la fase activa de cada uno de los trafos de potencia, saldrá una línea subterránea compuesta por tres conductores hasta las

*Memoria*

cabinas de entrada del transformador, situadas en la sala de celdas del edificio.

#### **2.4.1. Celdas de 52 kV.**

Las características principales de estas celdas son:

- Tensión de aislamiento	52 kV
- Tensión nominal	27,5 kV
- Tensión máxima del material	52 kV
- Intensidad nominal	2.000 A
- Intensidad subtransitoria de cortocircuito	25 kA
- Intensidad de choque a 52 kV	63 kA
- Tensión de prueba a 50 Hz	95 kV
- Tensión de choque adoptada	250 kV
- Tensión de prueba entre fases fase-tierra)	150 kV (75 kV

La distribución de estas cabinas se puede apreciar en el esquema unifilar. Estarán compuestas por:

Entradas del transformador de tracción. Se dispondrán una celda por cada uno de los trafos, estas serán tipo blindada, aisladas en SF6, conteniendo los siguientes elementos:

- DosTrafos de tensión con doble secundario, para medida y protección, de relación 27,5:V3 kV / 110:V3 – 110:V3 V, 30 VA 3P y 25 VA cl 0.5
- DosTrafos de intensidad con doble secundario para medida y protección, de relación 750-1500 / 5-5 A, 30 VA 10P10 y 15 VA cl 0.5
- Interruptor bifásico de vacío motorizado de 2000 A y 52 kV, 25 kA de intensidad subtransitoria de cortocircuito y 63 kA de intensidad de choque.

*Memoria*

- Seccionador bifásico motorizado de 2000 A. y 52 kV, 25 kA de intensidad subtransitoria de cortocircuito y 63 kA de intensidad de choque.

Alimentadores de Catenaria-Feeder. Se tendrán 2 alimentadores de catenaria-feeder, en celdas tipo blindadas, aisladas en SF6, conteniendo cada una de ellas los siguientes elementos:

- Dos Trafos de tensión con doble secundario, para medida y protección, de relación 27,5:V3 kV / 110:V3 – 110:V3 V, 30 VA 3P y 25 VA cl 0.5
- Dos Trafos de intensidad con doble secundario para medida y protección, de relación 750-1500 / 5-5 A, 30 VA 10P10 y 15 VA cl 0.5
- Interruptor bifásico de vacío motorizado de 2000 A y 52 kV, 25 kA de intensidad subtransitoria de cortocircuito y 63 kA de intensidad de choque
- Seccionador bifásico motorizado de 2000 A. y 52 kV, 25 kA de intensidad subtransitoria de cortocircuito y 63 kA de intensidad de choque

Seccionamiento remonte y medida. Dos celdas de seccionamiento, remonte y medida tipo blindada, aislada en SF6, conteniendo los siguientes elementos:

- Dos Trafos de tensión con doble secundario, para medida y protección, de relación 27,5:V3 kV / 110:V3 – 110:V3 V, 30 VA 3P y 25 VA cl 0.5
- Seccionador bifásico motorizado de 2000 A. y 52 kV, 25 kA de intensidad subtransitoria de cortocircuito y 63 kA de intensidad de choque

Además, en una de ellas se incluirá:

- Interruptor bifásico de vacío motorizado de 2000 A y 52 kV, 25 kA de intensidad subtransitoria de cortocircuito y 63 kA de intensidad de choque.

#### **2.4.2. Pórtico de salida a catenaria-feeder.**

Se montará un pórtico de salida a catenaria-feeder, donde se instalarán los seccionadores de salida, seccionadores de puesta a tierra y las autoválvulas de protección. Los seccionadores de salida de catenaria-feeder, estarán conectados con las cabinas de salida de alimentador de catenaria-feeder, mediante un cable subterráneo, a través de una canalización que unirá el foso de las cabinas con el pórtico de salida a catenaria-feeder.

El pórtico estará constituido por dos cuerpos soportados por tres postes. Cada uno de los cuerpos estará dimensionado para instalar dos salidas.

Los seccionadores serán de apertura vertical, 2500 A, aislamiento 36 kV, y estarán motorizados.

Autoválvulas de protección en salidas de catenaria-feeder. Se instalará una autoválvula en cada una de las salidas a catenaria-feeder, en el pórtico de salida, conectada al alimentador antes del seccionador de salida. Serán de óxido de Cinc, de resistencia variable. Para sistema monofásico 27,5 kV, con neutro rígido a tierra, tensión servicio continuo, 27,5 kV, tensión asignada, 34 kV. Corriente nominal de descarga 20 kA.

#### **2.5. PROTECCIONES.**

##### Protecciones de entrada de línea

Las protecciones de las entradas de líneas engloban las funciones que se enumeran a continuación, conectándose a los transformadores de tensión e intensidad de protección mencionados anteriormente.

Las funciones que se contemplan son:

### *Memoria*

- Relés de vigilancia del circuito de disparo del interruptor, que actuarán ante la falta de continuidad de estos, independientemente de la posición de los interruptores.
- Sobreintensidad de fases (50-51)
- Fallo del interruptor, que provocará el segundo disparo de este o de otros alternativos, bloqueando el funcionamiento de la entrada de línea.
- Disparo y bloqueo del interruptor (86)
- Discordancia de polos temporizado
- Comprobación de circuitos (95)
- Relé auxiliar de vigilancia de circuitos (27C)
- Relés auxiliares de mando (52)

### Protecciones del transformador de potencia

La protección de los transformadores de potencia, además de las ya existentes en las entradas de líneas, está compuesta por los siguientes elementos:

- Relé de protección diferencial.
- Relé de sobreintensidad de cuba
- Relé accionamiento del regulador en carga
- Relé de disparo y bloqueo del transformador
- Protección de celda 52 kV, de entrada a trafos
- .Sobreintensidad (50-51)
- .Diferencial de trafo (87)
- .Regulador en carga, lado primario (90)

### Protección de cabinas salida a catenaria-feeder



*Memoria*

-.Sobreintensidad (50-51)

-.Reenganchador (79)

-.Protección de distancia (21)

Por otro lado, la instalación dispone de un sistema de reenganche automático de las protecciones de distancia, en cabinas de salida a catenaria-feeder en la Subestación, necesario para la correcta operabilidad y respuesta de las protecciones de distancia en la subestación y de apoyo al Operador de Telemando en las labores de reposición de servicio ante disparos de las cabinas de Catenaria-feeder en la subestación.

## **2.6. SERVICIOS AUXILIARES**

Se instalará un sistema redundante de servicios auxiliares que asegure la disponibilidad de tensión auxiliar en la instalación. Para ello se montarán dos transformadores de Servicios Auxiliares, uno principal y otro de reserva, que se conectará automáticamente en caso de fallo del principal. Si los dos transformadores quedan fuera de servicio, entrará en funcionamiento un grupo electrógeno que asegurará el suministro eléctrico a los servicios esenciales de la subestación.

Estos trafos se instalarán en el interior del edificio, en dos celdas, con accesos independientes desde el exterior.

## **2.7. INSTALACION ELECTRICA.**

Desde el cuadro de Servicios Auxiliares, se alimentarán los circuitos necesarios para el funcionamiento óptimo de la subestación.

## **2.8. ENCLAVAMIENTOS MECÁNICOS**

La instalación estará manipulada únicamente por personal especializado, que solo realizará las maniobras permitidas. No

*Memoria*

obstante se crearán unas zonas de trabajo que obligarán a realizar las maniobras para acceder a ellas que aseguren de forma mecánica ( con el uso de cerraduras STI) la ausencia de tensión en las mismas con el fin de dar una seguridad total al personal de mantenimiento. Por otro lado existirán también enclavamientos mecánicos en determinados equipos, que por tener accionamiento manual podrían dar lugar a maniobras no autorizadas.

Maniobras de seccionadores manuales: Seccionadores de entrada de línea y seccionadores manuales de salidas a catenaria-feeder en cabinas de 52 kV, dispondrán de un enclavamiento mecánico, que impida su maniobra hasta que esté abierto su disyuntor.

## **2.9. SISTEMA DE CONTROL**

La estructura del sistema de control se basa en el control de cada una de las zonas funcionales o posición de la subestación mediante unidades locales, denominadas Unidades de Control de Posición (UCP), que se integran en la Unidad de Control de la Subestación (UCS), permitiendo el mando y supervisión centralizada de toda la subestación. La UCS recibe además todas las señales provenientes de las protecciones de cada posición.

## **2.10. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**

Se realizará una malla reticulada de puesta a tierra enterrada, con el fin de asegurar la equipotencialidad de la subestación, formada por 8 cables longitudinales y 12 transversales de cobre desnudo, de 150 mm<sup>2</sup>. Esta malla será registrable en una serie de arquetas, donde se colocarán picas de acero cobreado de 1.5 m de longitud y ánodos de zn. Las uniones entre la malla, se realizarán mediante soldadura aluminotérmica, las uniones a las picas y ánodos serán mediante grapas con tornillería.

### *Memoria*

Esta malla está dimensionada para conseguir que las tensiones de paso y contacto que se puedan dar en la instalación, en caso de descargas a tierra, no sobrepasen valores que pongan en peligro las personas.

Como apoyo a la red de tierras, se tiene otra malla inferior, situada en el terreno natural, compuesta por 3 cables longitudinales y 3 transversales, de cable de cobre desnudo de 150 mm<sup>2</sup>, uniendo entre sí a nueve electrodos semiprofundos. La unión entre ambas se realizará mediante 6 cables de 150 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo, en arquetas registrables que permitan comprobar el estado de las uniones y los valores ohmicos.

Estas mallas se pueden apreciar en los planos de red de tierras.

La malla de tierras se conectará a los elementos metálicos de la instalación, mediante conductores que aseguren una correcta puesta a tierra en todo momento. Toda la aparamenta del parque de 220 kV, se conectará a la malla, en al menos dos puntos. También se colocarán a tierra todas las estructuras metálicas, soportes metálicos de aparamenta, estructuras portantes, armarios con envoltura metálica, cabinas de 52 kV y elementos metálicos existentes en la instalación, incluida la valla perimetral de la subestación.

La red de tierras se conectará en un único punto a la fase 0, de los trafos de potencia y a carril, esto se realizará en el armario de barras cero, y a través de unos transformadores de medida que nos informarán de las corrientes que circulan.

La subestación tendrá también una red de tierras aérea, realizada con cable de acero galvanizado de 72,2 mm<sup>2</sup> de sección y 11 mm de diámetro, montado sobre columnas metálicas de acero galvanizado de 14 m de altura. Que protegerá a la subestación de descargas atmosféricas.



**Universidad**  
Zaragoza



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
**Universidad** Zaragoza

Proyecto Fin de Carrera

# **ELECCIÓN DE LA APARAMENTA Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE UNA SUBESTACIÓN DE TRACCIÓN DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD**

## **ANEXO 1: CÁLCULOS ELÉCTRICOS**

Autor

Oscar Agustín Morillas

Director

Antonio Montañés

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2015

## INDICE

### CAPITULO I. CÁLCULO DE POTENCIAS E INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO DE LA SUBESTACIÓN DE TRACCIÓN

1.1 CÁLCULO DE MAGNITUDES EN POR UNIDAD.....	2
1.2. LÍNEAS DE 220 KV.....	3
1.3. LINEA DE 27,5 KV.....	4

### CAPITULO II. PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN CONTRA LA CAÍDA DE RAYOS MEDIANTE CABLES PARARRAYOS..... 5

### CAPITULO III. CALCULO DE LA RED DE TIERRA

3.1.- METODOLOGÍA.....	8
3.2.- SOLUCIÓN ADOPTADA.....	10
3.2.- RED DE TIERRA SUPERIOR.....	12

## CAPITULO 1

### CÁLCULO DE POTENCIAS E INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO DE LA SUBESTACIÓN DE TRACCIÓN

Para el correcto diseño de los dispositivos que componen la subestación se realizará un estudio de las potencias e intensidades de cortocircuito de los embarrados de la misma.

Se realizarán los cálculos por unidad, tomando como potencia base la de la red en el punto de acometida, dato facilitado por la compañía suministradora y que como hipótesis para este proyecto se estima en 5.000 MVA.

#### 1.1 CÁLCULO DE MAGNITUDES EN POR UNIDAD

Características de la instalación:

	Potencia S (MVA)	Reactancia de cortocircuito $\epsilon_{cc}$ (%)
RED 220Kv	5.000	100
TRAFOS DE POTENCIA	30	10

Potencia de referencia: 5.000 MVA

Paso a por unidad:

#### RED 220kV

$$S = 5.000 \text{ MVA} \quad \Rightarrow \quad \epsilon' = \frac{S_{ref}}{S} = \frac{5.000}{5.000} = 1$$

## TRAFOS DE POTENCIA

$$\left. \begin{array}{l} S = 30 \text{ MVA} \\ \varepsilon_{cc} = 10\% \end{array} \right\} \Rightarrow \varepsilon' = \varepsilon \cdot \frac{S_{ref}}{S} = 0.1 \cdot \frac{5.000}{30} = 16,6667$$

El esquema de la instalación en por unidad quedará como sigue:

### 1.2 LÍNEAS DE 220 KV

Potencia de cortocircuito de la línea:

$$S_{cc} = 5.000 \text{ MVA}$$

Corriente simétrica de cortocircuito de choque: :

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{5.000}{\sqrt{3} \cdot 220} = 13,1216 \text{ kA}$$

Para determinar correctamente los aparatos a instalar, se deberán aplicar unos coeficientes a la corriente simétrica de cortocircuito.

La capacidad de un interruptor para cerrar sus contactos en condiciones de cortocircuito se caracteriza por la corriente de cierre del interruptor, que coincide en valor con la corriente máxima de cortocircuito de choque.

En el caso en el que el cortocircuito se establezca en el instante en el que la tensión del sistema pasa por cero, la corriente de cortocircuito es una onda asimétrica, que es el caso más desfavorable para el valor máximo de la intensidad de cortocircuito.

El valor de la corriente máxima de cortocircuito en el instante inicial se ve amortiguada por el circuito, por lo que en la practica se toma como valor el dado por la siguiente expresión::

$$I_{ch} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot I_{cc} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 13,1216 = 33,40 \text{ kA}$$

### 1.3 LINEA DE 27,5 KV

Potencia de cortocircuito de cabinas:

$$S_{cc} = \frac{S_{ref}}{\varepsilon_{equiv}} = \frac{5.000}{1+16,6667} = 283,02 \text{ MVA}$$

Corriente de cortocircuito monofásica:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{U_n} = \frac{283,02}{27,5} = 10,29 \text{ kA}$$

Valor máximo de la corriente de cierre en cortocircuito:

$$I_{cc}^{max} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot I_{cc} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 10,29 = 26,20 \text{ kA}$$



## CAPITULO 2

### PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN CONTRA LA CAÍDA DE RAYOS MEDIANTE CABLES PARARRAYOS

La zona de protección deberá incluir todos los aparatos así como también los transformadores.

La sección de la zona de protección para dos cables pararrayos, de altura H(m) sobre el suelo, con separación  $C \leq 2 H(m)$  se delimita de la forma siguiente (ver figura adjunta):

- La sección de las líneas de protección exterior a los dos cables, estará limitada por un arco, cuyo centro M equidista del suelo y del cable pararrayos, el doble de la altura del propio cable pararrayos H. Este arco toca el suelo a una distancia  $\sqrt{3}H(m)$  desde la base del cable pararrayos.
- La sección de la zona de protección entre los dos cables pararrayos queda limitada por un arco cuyo centro M1, está a una altura 2H (m) (doble de la distancia del cable al suelo) y en el centro entre ambos cables. Su radio R equivale a la distancia entre los cables pararrayos y el punto M1.
- El ángulo que forman las tangentes a las dos líneas de limitación tiene, en el punto de intersección de las mismas, el valor de  $2 \times 30^\circ$ .

La altura del hilo de guarda viene determinada por la altura máxima de los equipos a proteger. Para la subestación que nos ocupa el punto más desfavorable en altura corresponde a las bornas de alta tensión de los transformadores de potencia.

El valor de la altura de instalación del hilo de guarda, para una configuración con dos hilos de tierra aérea, se obtiene mediante la expresión:

$$H = \frac{2}{3} \cdot S + \sqrt{\frac{1}{9} \cdot S^2 + \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{L}{2}\right)^2}$$

donde:

H = altura del hilo de guarda (m)

*Cálculos Eléctricos*

S = altura máxima de los equipos a proteger (m)

L = distancia entre los hilos de guarda paralelos (m)

En el presente proyecto:

$$S = 8 \text{ m}$$

$$L_{\text{transversal}} = 28,00 \text{ m}$$

$$L_{\text{longitudinal}} = 25,69 \text{ m}$$

Sustituyendo:

$$H = \frac{2}{3} \cdot 8 + \sqrt{\frac{1}{9} \cdot 8^2 + \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{28,0}{2}\right)^2} = 13,84 \text{ m}$$

Se adoptará como altura del conductor de tierra aérea  $H = 14 \text{ m}$

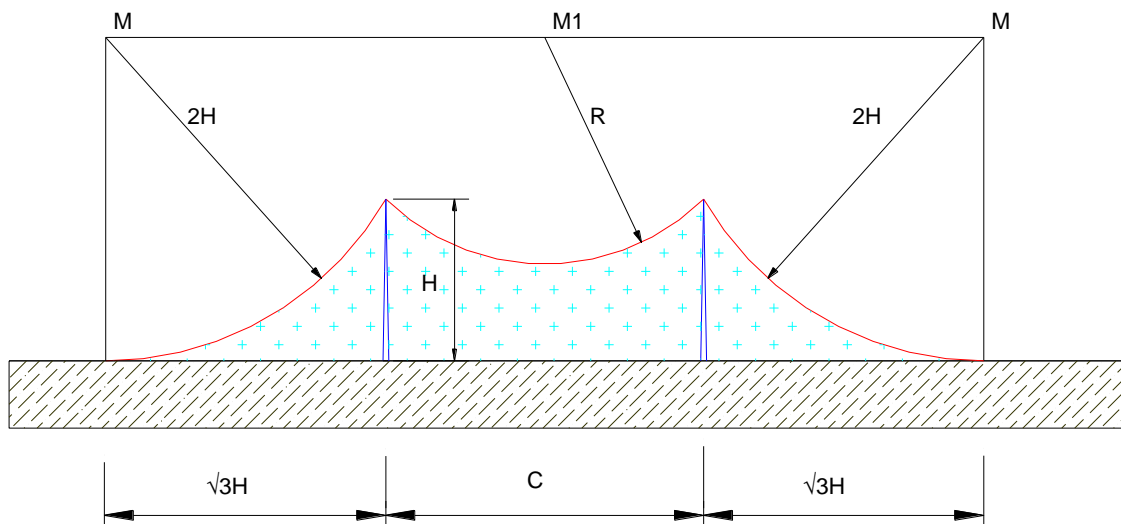
Conocido el valor de H se puede determinar el área protegida por la instalación de tierra mediante la representación geométrica de la figura:

$$H = 14 \text{ m}$$

$$2H = 28 \text{ m}$$

$$C = 27,5 \text{ m}$$

$$\sqrt{3} H = 24,25 \text{ m}$$



Cualquier aparato que se encuentre instalado al aire libre, cuyo extremo esté dentro de la zona sombreada azul, estará protegido por los cables de guarda.

## CAPITULO 3

### CALCULO DE LA RED DE TIERRA

La instalación estará dotada de un sistema de puesta a tierra proyectado según lo indicado en los apartados 1.1 y 2.1 de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-RAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión.

#### 3.1. METODOLOGÍA

La instalación de puesta a tierra se dimensionará en función de la intensidad de defecto máxima y del tiempo de duración de la corriente de falta, hasta su eliminación de las protecciones, ambos datos facilitados por la compañía suministradora en el punto de enganche.

Los valores de estos datos de partida serán:

$$I_d = 51.000 \text{ A}$$

$$t = 0,300 \text{ s}$$

#### Tensiones máximas admisibles

La máxima tensión de contacto aplicada que se puede aceptar, en función del tiempo de duración del defecto viene dada por la expresión:

$$V_{CA} = \frac{K}{t^n} \quad V$$

Siendo:

$t$  = duración de la falta en segundos

$K = 72$  , y  $n = 1$  para tiempos inferiores a 0,9 segundos

$K = 78,5$  y  $n = 0,18$  para tiempos superiores a 0,9 segundos e inferiores a 3 segundos.

Para el cálculo de las tensiones máximas de paso y contacto admisibles, se partirá de los valores obtenidos de las expresiones siguientes:

Tensión de paso: 
$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho_s}{1.000}\right) \quad V$$

Tensión de contacto: 
$$V_c = \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{1.5 \cdot \rho_s}{1.000}\right) \quad V$$

Donde:

t, K y n son los ya citados.

$\rho_s$  = resistividad superficial del terreno en ohmios x metro = 3.000  $\Omega \cdot m$  (Gravilla)

### Tensiones máximas previsibles

1. La máxima tensión de paso previsible alcanza un valor dado por la expresión:

$$V_p = K_p \cdot K_i \cdot \rho \cdot \frac{I_d}{L}$$

Donde:

$I_d$  = corriente disipada a tierra a través de la malla (A)

L = longitud total de conductor enterrado (m)

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

$K_p$  = coeficiente que depende de la profundidad de la malla, la separación entre conductores y el número de éstos.

$K_i$  = coeficiente de irregularidad que tiene en cuenta la desigual repartición de la corriente que fluye de la malla al terreno.

Los coeficientes  $K_p$  y  $K_i$  vienen expresados mediante las ecuaciones:

$$K_p = \frac{1}{\pi} \cdot \left[ \frac{1}{2 \cdot h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{2 \cdot D} + \frac{1}{3 \cdot D} + \dots + \frac{1}{(n-1) \cdot D} \right]$$

$$K_i = (0'65 + 0'172 n)$$

Siendo:

$h$  = profundidad de la malla (m)

$D$  = separación entre conductores paralelos (m)

$n$  = número de conductores paralelos a una dirección

2. La tensión máxima de contacto previsible, se calcula mediante la expresión:

$$V_c = K_m \cdot K_i \cdot \rho \cdot \frac{I_d}{L} \quad V$$

Donde:

$I_d$ ,  $L$ ,  $\rho$  y  $K_i$  son los mismos parámetros definidos anteriormente.

$K_m$  = coeficiente que depende del diámetro del conductor, la profundidad de la malla, la separación entre conductores y el número de éstos.

Viene expresado por:

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \cdot \ln \left[ \frac{D^2}{16 \cdot h \cdot d} \right] + \frac{1}{\pi} \cdot \ln \left[ \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{7}{8} \cdot \dots \cdot \frac{2n-3}{2n-2} \right]$$

Siendo:

$D$ ,  $h$  y  $n$  igual a los mencionados previamente.

$d$  = diámetro del conductor expresado en las mismas unidades de  $D$  y  $h$ .

### 3.2. SOLUCIÓN ADOPTADA

#### Configuración

La subestación dispondrá de una toma de tierra única constituida por dos mallas conectadas entre sí.

Una superior irá situada debajo del recinto de la subestación, superando los límites del cerramiento en 1 metro. Esta malla equipotencial se instalará sobre el terreno que

formará la plataforma de la subestación, a una profundidad de 1,5 m de la superficie final de la misma.

Para obtener una baja resistencia de la toma de tierra junto a un funcionamiento seguro y prolongado en el tiempo, se instalará una malla inferior en el suelo natural que quedará a una profundidad final desde la superficie de la plataforma de la subestación de 4,90 m. Esta malla será del mismo ancho que la superior pero su longitud se prolongará

Dimensiones:

	Largo (m)	Ancho (m)
Superior	53,1	37,6
Inferior	64,3	37,6

**Conductores**

La máxima corriente de defecto se corresponde con la corriente de cortocircuito monofásica.

Según datos de la compañía suministradora, este valor es de 51.000 A. Para el dimensionado de las secciones no podrá superarse, para conductores de cobre, densidades de corriente mayores de  $160 \text{ A/mm}^2$ , lo que corresponde a una temperatura final de  $200^\circ\text{C}$ .

Se emplearán conductores de  $150 \text{ mm}^2$  de sección para ambas mallas que poseen un diámetro equivalente de 0.014 m.

Cálculo de tensiones previsible

A efectos de cálculo de las tensiones previsible de paso y contacto se considerará que sólo existe la malla de tierra superior.

### 3.3. RED DE TIERRA SUPERIOR

#### Datos de partida

Del estudio geoelectrico se obtienen los siguientes datos:

- Resistividad de 17,5  $\Omega \cdot m$  para la capa superficial de 1,9 m.
- Electrodo semiprofundos de 5m obteniéndose una resistividad de 7,08  $\Omega$
- Malla de tierra inferior formada por nueve electrodos semiprofundos unidos por cable de 150 mm<sup>2</sup> y conectada a la malla superior, instalada sobre el terreno natural.

Profundidad de la malla (m)	<b>h</b>	1.5	
Separación entre conductores paralelos (m)	<b>D</b>	Longitudinal	4,827
		Transversal	5,371
Nº conductores paralelos en una dirección	<b>n</b>	Longitudinal	12
		Transversal	8
Resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ )	<b><math>\rho</math></b>	17,5	
Corriente disipada a tierra (A)	<b>Id</b>	51000	
Longitud de conductor enterrado (m)	<b>L</b>	876	
Superficie de malla	<b>S</b>	1996,56	
Diámetro equivalente de conductor (m)	<b>d</b>	0,014	



## Resultados

Dirección Longitudinal

Tensión de paso en sentido longitudinal

$K_p$	0,27213699
$K_i$	2,714

$V_{\text{paso}} \text{ (V)}$	
Longitudinal	<b>752,4913862</b>

$V_{\text{paso máxima}} = 45600 \text{ V} \Rightarrow$  Válido

Tensión de contacto en sentido longitudinal

$K_m$	0,36185819
-------	------------

$V_{\text{contacto}} \text{ (V)}$	
Longitudinal	<b>1000,581275</b>

$V_{\text{contacto máxima}} = 1320 \text{ V} \Rightarrow$  Válido

## DIRECCIÓN TRANSVERSAL

Tensión de paso en sentido transversal

$K_p$	0,24682983
$K_i$	2,026

Cálculos Eléctricos

$V_{\text{paso}}$	
Transversal	<b>509,4964926</b>

$$V_{\text{paso máxima}} = 45600 \text{ V} \Rightarrow \text{Válido}$$

Tensión de contacto en sentido transversal

$K_m$	0,43173047
-------	------------

$V_{\text{contacto}}$	
Transversal	<b>891,1611881</b>

$$V_{\text{contacto máxima}} = 1320 \text{ V} \Rightarrow \text{Válido}$$

Resistencia de la malla de tierra

Se calculará mediante la expresión:  $R = \frac{\rho}{4 \cdot r} + \frac{\rho}{L}$

Siendo:

$\rho$  y  $L$  las indicadas anteriormente

$r$  = radio (m) de un círculo de la misma superficie del área cubierta por la malla

Red de tierra	Radio equivalente (m)	Resistencia de la malla ( $\Omega$ )
Superior	25,20961694	0,193522051
Inferior	27,69797385	0,528321957

Ambas mallas trabajan en paralelo por lo que la resistencia final de la toma de tierra será:

$$R_{IT} = \frac{R_s \cdot R_i}{R_s + R_i} = 0,14164 \ \Omega$$



**Universidad**  
Zaragoza



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
**Universidad Zaragoza**

Proyecto Fin de Carrera

# **ELECCIÓN DE LA APARAMENTA Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE UNA SUBESTACIÓN DE TRACCIÓN DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD**

## **ANEXO 2: SEGURIDAD Y SALUD**

Autor

Oscar Agustín Morillas

Director

Antonio Montañés

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2015

## INDICE

<b>1. OBJETO DEL ESTUDIO</b> .....	6
<b>2. AMBITO DE APLICACIÓN</b> .....	6
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES</b> .....	6
3.1.- UBICACIÓN DE LAS OBRAS A REALIZAR .....	6
3.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS A REALIZAR .....	7
3.3.- UNIDADES CONSTRUCTIVAS .....	7
3.4.- MODO DE EJECUCIÓN .....	7
<b>4. PREVENCIÓN EN EL PROCESO</b> .....	8
4.1.- RIESGOS DE CARACTER GENERAL .....	8
4.1.1.- Entorno .....	9
4.1.1.1.- Riesgos .....	9
4.1.1.2.- Normas de prevención .....	9
4.1.2.- Propios de la Subestación .....	9
4.1.2.1.- Riesgos .....	9
4.1.2.2.- Normas de prevención .....	9
4.1.2.3.- Equipos de Protección Individual .....	10
4.1.3.- Manipulación de materiales y cargas .....	10
4.1.3.1.- Riesgos .....	10
4.1.3.2.- Normas de prevención .....	11
4.1.3.3.- Protecciones Colectivas .....	13
4.1.3.4.- Señalización .....	13
4.1.3.5.- Protecciones Individuales .....	13
4.1.4.- Servicios Afectados .....	13
4.1.4.1.- Riesgos .....	13
4.1.4.2.- Normas de prevención .....	13
4.1.5.- Acabados Horizontales .....	16
4.1.5.1.- Riesgos .....	16
4.1.5.2.- Normas de prevención .....	16
4.1.5.3.- Protecciones Colectivas .....	16
4.1.5.4.- Protecciones Individuales .....	16
4.1.6.- Acabados Verticales .....	17
4.1.6.1.- Riesgos .....	17

4.1.6.2.- Normas de prevención.....	17
4.1.6.3.- Protecciones Colectivas.....	18
4.1.6.4.- Protecciones Individuales.....	18
4.1.7.- Instalaciones.....	18
4.1.7.1.- Riesgos.....	18
4.1.7.2.- Normas de prevención.....	19
4.1.8.- Aparellaje Eléctrico parque.....	19
4.1.8.1.- Riesgos.....	19
4.1.8.2.- Normas de prevención.....	20
4.1.8.3.- Protecciones Individuales.....	21
4.1.9.- Trabajo sobre postes.....	21
4.1.9.1.- Riesgos.....	21
4.1.9.2.- Normas de prevención.....	21
4.1.9.3.- Protecciones Individuales.....	22
4.1.10.- Trabajos en Líneas de ALta Tensión o en sus proximidades.....	22
4.1.10.1.- Riesgos.....	22
4.1.10.2.- Normas de prevención.....	22
4.1.10.3.- Protecciones Individuales.....	24
4.1.11.- Montaje de Transformador de grupo.....	24
4.1.11.1.- Riesgos.....	24
4.1.11.2.- Normas de prevención.....	25
4.1.12.- Pruebas y puesta en servicio.....	25
4.1.12.1.- Riesgos.....	25
4.1.12.2.- Normas de prevención.....	25
4.2.- RIESGO EN LAS ACTIVIDADES AUXILIARES.....	26
4.2.1.- Escalera de mano.....	26
4.2.1.1.- Riesgos.....	26
4.2.1.2.- Normas de prevención.....	26
4.2.2.- Andamios Tubulares.....	27
4.2.2.1.- Riesgos.....	27
4.2.2.2.- Normas de prevención.....	27
4.2.3.- Andamios de borriquetas.....	29
4.2.3.1.- Riesgos.....	29
4.2.3.2.- Normas de prevención.....	29
4.2.4.- Puntales.....	31

4.2.4.1.- Riesgos.....	31
4.2.4.2.- Normas de prevención.....	31
4.3.- PREVENCIÓN EN LAS INSTALACIONES.....	33
4.3.1.- Instalación Eléctrica.....	33
4.3.1.1.- Riesgos.....	33
4.3.1.2.- Normas de prevención.....	33
4.3.1.3.- Protecciones Individuales.....	36
4.4.- RIESGO DERIVADO DEL USO DE LAS HERRAMIENTAS Y MAQUINARIAS.....	36
4.4.1.- Herramienta Manual .....	36
4.4.1.1.- Riesgos.....	36
4.4.1.2.- Normas de prevención.....	36
4.4.1.3.- Protecciones Individuales.....	37
4.4.2.- Herramienta eléctrica portatil .....	37
4.4.2.1.- Riesgos.....	37
4.4.2.2.- Normas de prevención.....	38
4.4.2.3.- Protecciones Individuales.....	38
4.4.3.- Camión.....	38
4.4.3.1.- Riesgos.....	38
4.4.3.2.- Normas de prevención.....	39
4.4.3.3.- Normas de comportamiento.....	40
4.4.4.- Camión Grua .....	40
4.4.4.1.- Riesgos.....	40
4.4.4.2.- Normas de prevención.....	41
4.4.5.- Retroescavadora .....	42
4.4.5.1.- Riesgos.....	42
4.4.5.2.- Normas de prevención.....	43
4.4.5.3.- Normas de comportamiento.....	44
4.4.6.- Grúa automotriz.....	45
4.4.6.1.- Riesgos.....	45
4.4.6.2.- Normas de prevención.....	46
4.4.6.3.- Normas de comportamiento.....	47
4.5.- PROTECCIONES COLECTIVAS.....	47
4.6.- SEÑALIZACIÓN.....	48
4.7.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.....	48

<b>5. EMERGENCIAS Y RIESGOS GRAVES E INMINENTES</b> .....	49
<b>6. FORMACIÓN E INFORMACIÓN</b> .....	49
<b>7. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS</b> .....	49
<b>8. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR</b> .....	50



## **1. OBJETO DEL ESTUDIO**

El objeto de este Estudio de Seguridad y Salud es establecer las directrices básicas a la empresa contratista para llevar a cabo su obligación de garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores, diseñando la línea de prevención recomendable a cada situación potencial de riesgo, para evitar los accidentes laborales y de otra índole durante la duración de los trabajos.

Este Estudio de Seguridad y Salud se redacta considerando los riesgos detectables a surgir en el transcurso de los trabajos inherentes al objeto de este Proyecto.

Los objetivos de este estudio son:

- Preservar la integridad de los trabajadores y de todas las personas del entorno.
- Organización del trabajo de forma tal que el riesgo sea mínimo.
- Determinar las instalaciones y útiles necesarios para la protección colectiva e individual del personal.
- Establecer las normas de utilización de los elementos de seguridad.
- Proporcionar a los trabajadores los conocimientos necesarios para el uso correcto y seguro de los útiles y maquinaria que se les encomiende.
- Los primeros auxilios y evacuación de heridos.

## **2. ÁMBITO DE APLICACIÓN**

El Plan de Seguridad y Salud que se elabore como consecuencia del presente Estudio, será de aplicación a todo el personal en obra, ya sea dependiente de la Empresa Contratista, propio o procedente de Empresas de Trabajo Temporal, ya sea de Empresas Subcontratadas para trabajos específicos o Trabajadores autónomos, tanto en el cumplimiento de las medidas de prevención de accidentes y enfermedades profesionales, como en el asistencial de accidentados.

## **3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES**

### **3.1. UBICACIÓN DE LAS OBRAS A REALIZAR**

La citada obra se localizará en la subestación de Almudévar, en la provincia de Huesca.

### **3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS A REALIZAR**

La obra consiste básicamente en el montaje, realización de pruebas y puesta en servicio de la subestación eléctrica de tracción 220 / 2x25 Kv.

### **3.3. UNIDADES CONSTRUCTIVAS**

Las unidades constructivas que componen las obras objeto de este plan son:

- A. Acopio de equipos parque de A.T., de transformadores de tracción y de equipos de 52 KV.
- B. Instalación eléctrica de parque de A.T. y 52 KV.
- C. Pruebas y puesta en servicio.

### **3.4. MODO DE EJECUCIÓN**

Al llegar durante la obra civil a la cota aconsejada según los datos de resistividad del terreno, que aporte el estudio geoelectrico, se ejecutará la red de tierra, correspondiente al total del parque intemperie y de la superficie que ocupará el futuro edificio de la subestación.

Se efectuará una malla mediante cable de cobre electrolítico semiduro desnudo, soldaduras aluminotérmica y picas de cobre. En cantidad y longitud tal y como indique el estudio previo de la red de tierra correspondiente al proyecto. Las picas se instalarán en pozos accesibles (arquetas de registro) también se instalarán ánodos de cinc, para la protección catódica de la red de tierra.

Una vez realizada la red de tierra, se seguirá elaborando el relleno, hasta llegar a la cota de explanación.

### **DESCRIPCIÓN DEL MONTAJE:**

La primera actividad corresponderá al izado de los soportes metálicos de los equipos de 220 Kv. que irán apernados sobre sus correspondientes cimentaciones.

A continuación se instalarán las torres metálicas de la red de tierra aérea que se realizará con cable de acero galvanizado.

Inmediatamente después se acometerá el montaje de todo el aparellaje de 220 Kv.

Para el montaje de los transformadores, el Licitador se pondrá en contacto con el proveedor de las máquinas para conjuntamente analizar en profundidad el alcance de las distintas facetas del suministro así como las instrucciones del montaje de los transformadores.

Las salidas de media tensión (2x27,5 Kv), está previsto realizarlas hasta un pórtico metálico donde se instalarán cuatro seccionadores unipolares y sus autoválvulas correspondientes. La conexión de salida de celdas de 52 Kv. de control y protección de catenaria hasta su seccionador se efectuará con cable de aislamiento seco tipo polietileno reticulado de 38/66 Kv de nivel de aislamiento.

Para la fijación de la aparamenta, en cada salida de los transformadores se realizará el montaje de los armarios de barra cero y se realizarán las conexiones necesarias del propio transformador.

A la terminación de las obras civiles del edificio de la subestación, se comenzará el montaje de los equipos que van en su interior.

#### INSTALACIÓN EN EL INTERIOR DEL EDIFICIO ELÉCTRICO DE LA SUBESTACIÓN:

Se comenzará por el montaje de las cabinas de 52 Kv. Al igual que con el proveedor de los transformadores, el licitador se pondrá en contacto con el suministrador de estas celdas metálicas para recabar todo tipo de instrucciones referentes al montaje y sellado así como para el llenado del gas.

A partir de este punto, se podrán montar los seccionadores bipolares de 52 Kv, del pórtico de salida feeder a catenaria, las autoválvulas de óxido de cinc y realizar su conexionado con las cabinas blindadas.

A continuación se instalarán todos los equipos de servicios auxiliares, que irán instalados en el interior del edificio.

Por último se procederá a las pruebas y comprobaciones pertinentes.

## **4. PREVENCIÓN EN EL PROCESO**

### **4.1.. RIESGOS DE CARÁCTER GENERAL**

Los riesgos de accidente pueden derivarse directamente de la ejecución de las labores correspondientes a las distintas actividades, pero también cabe la posibilidad de que se originen por causas circunstanciales relacionadas con el lugar de trabajo.

#### **4.1.1. Entorno**

##### **4.1.1.1. Riesgos**

- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos.
- Atropellos por composiciones ferroviarias y maquinaria.

##### **4.1.1.2. Normas de prevención**

- Queda prohibido la circulación de las personas dentro de la zona de seguridad de la vía (tres metros a ambos lados de los carriles exteriores). Para el acceso a esta zona es necesario que esté cortada la circulación de trenes en la vía o bien que esté presente un piloto de seguridad o agente de la administración ferroviaria dotado de los elementos que establece para estos casos el ferrocarril: teléfono conectado a los gabinetes de circulación, consigna de los trabajos, horario de trenes, banderines, reloj, etc.
- Queda prohibido la circulación de maquinaria y vehículos dentro de la zona de seguridad.
- Se señalizará mediante cinta de color naranja la zona del solar que linda con las vías.
- Para evitar el contacto eléctrico no se tocará o manipulará ningún elemento de las instalaciones de catenaria u otros servicios de la vía.
- Queda expresamente prohibido situarse en el radio de acción de las máquinas

#### **4.1.2. Propios de la subestación**

##### **4.1.2.1. Riesgos**

- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos (directos e indirectos).

##### **4.1.2.2. Normas de prevención**

- Se seguirán inexcusablemente todas las normas de seguridad marcadas por RENFE y por su personal responsable.
- Se mantendrá ordenada y limpia la zona de trabajos.

- Queda expresamente prohibido realizar cualquier trabajo sobre elementos de la subestación sometidos a tensión.
- Se seguirán inexcusablemente las CINCO REGLAS DE ORO:
  - Abrir todas las fuentes de tensión.
  - Bloquear los aparatos de corte.
  - Verificar la ausencia de tensión.
  - Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
  - Delimitar y señalizar la zona de trabajo

#### **4.1.2.3. Equipos de protección individual**

Todos los trabajadores que intervengan en los trabajos utilizarán con carácter general los siguientes equipos de protección individual, que serán complementados en cada caso con los que se irán determinando más adelante:

- Casco
- Botas con plantilla y puntera reforzada
- Arnés anticaídas en los trabajos en altura.
- Ropa de trabajo acorde a las condiciones climática, de alta visibilidad en los trabajos que se realicen en las proximidades a la vía.

#### **4.1.3. Manipulación de materiales y cargas**

##### **4.1.3.1. Riesgos**

- Caída de objetos por manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes por objetos y herramientas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Sobreesfuerzos.

#### **4.1.3.2. Normas de prevención**

##### Manejo manual:

- Mantener la columna siempre recta.
- Sujetar la carga firmemente con las dos manos, lo más cerca posible del cuerpo, con las piernas flexionadas en las caderas y en las rodillas y los pies separados hasta las verticales de los hombros.
- Levantar la carga estirando las piernas.
- La espalda y el cuello se mantendrán rectos.
- Para la descarga se actuará de manera inversa.
- Se evitará realizar giros bruscos cuando se esté cargado.
- Se procurará cargar los cuerpos simétricamente
- Se procurará realizar con medios mecánicos toda aquella operación de manejo de cargas, elevación o transporte que por sus características (peso, volumen, forma, etc.) ofrezca riesgos al ser realizada de forma manual.
- Se evitará el manejo de materiales pesados sin la herramienta o útiles destinados a tal fin.

##### Manejo con medios mecánicos:

- En el manejo de cargas soportadas mecánicamente se hará de tal forma que ninguna parte del cuerpo quede bajo la vertical de la carga.
- Queda expresamente prohibida la permanencia de personal en las zonas con riesgo de caída, balanceo, vuelco o deslizamiento de las cargas a elevar o de otras que puedan verse afectadas por esta elevación.
- Queda prohibido situarse bajo las cargas suspendidas y se evitará permanecer en el radio de acción.

##### Accesorios de izado:

###### A. Grilletes.

- Únicamente se utilizarán los que no estén deformados, ni tengan el bulón torcido.

- El bulón que lleve rosca, se apretará a tope.
- Los que no sean de rosca, se asegurarán.

#### B. Cuerdas.

- Las cuerdas para izar o transportar cargas tendrán un coeficiente mínimo de seguridad de 10 (diez).
- Su manejo se realizará con guantes de cuero.
- Se pondrán protecciones cuando tengan que trabajar sobre aristas vivas, evitando su deterioro o corte.
- Para eliminarles la suciedad deben lavarse y secarse antes de su almacenamiento.
- Se conservarán adujadas y protegidas de agentes químicos y atmosféricos.
- Se tendrán en cuenta que al unir las cuerdas mediante nudos con cuerdas de igual sección, su resistencia disminuirá de un 30 a un 50%.

#### C. Cables.

- Los cables tendrán un coeficiente mínimo de seguridad de 6 (seis).
- Su manejo se realizará con guantes de cuero.
- Para cortar un cable es preciso ligar a uno y otro lado del corte, para evitar que se deshagan los extremos.
- Se deberán engrasar periódicamente.
- Se revisarán periódicamente y siempre antes de su utilización, comprobando que no existen nudos, cocas, alambres rotos, corrosión.

#### D. Cintas y eslingas sintéticas

- Se revisarán periódicamente y siempre antes de su utilización, comprobando que no existen deficiencias.
- No se utilizarán para cargas superiores a las indicadas por el fabricante en la propia cinta o eslinga.

#### **4.1.3.3. Protecciones colectivas**

- Previamente al izado de una carga por medios mecánicos se comprobará que los accesorios están en perfecto estado de utilización y con acordes a la carga.
- Prohibido situarse en la zona de batida de las cargas soportadas mecánicamente.

#### **4.1.3.4. Señalización**

- Señalización de peligro de caída de cargas suspendidas

#### **4.1.3.5. Protecciones individuales**

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad con puntera reforzada.
- Guantes de cuero.

#### **4.1.4. Servicios afectados**

##### **4.1.4.1. Riesgos**

- Contactos eléctricos.
- Exposición a sustancias nocivas.
- Incendios.
- Explosiones.

##### **4.1.4.2. Normas de prevención**

###### **Líneas eléctricas aéreas:**

- Se investigará la existencia de líneas eléctrica aéreas que puedan afectar al desarrollo de la obra, solicitando a la compañía propietaria información sobre la tensión y cota respecto al suelo.
- Se determinará la zona de alcance de los elementos de altura a emplear y se prestará especial atención al manejo de escaleras, barras, andamios, etc. en las cercanías de líneas eléctricas aéreas.
- El Encargado o Jefe de tajo designará la zona prohibida, la cual no podrá ser invadida bajo ningún concepto.



- Las líneas aéreas desnudas, salvo información inequívoca al respecto siempre se considerarán en tensión.
- Una línea sin tensión no se considerará descargada hasta que no sean instalados los equipos de puesta a tierra.
- En caso de necesidad se instalarán pórticos resistentes que impidan la invasión de la zona de prohibición.
- Se instalarán pórticos limitadores de gálibo debidamente señalizados a ambos lados de la línea cuando exista riesgo de que la maquinaria empleada invada la zona de prohibición en sus desplazamientos por la obra.
- Será preceptivo el uso de cintas métricas de material no conductor de la corriente eléctrica.
- Los útiles de topografía serán de material no conductor de la corriente eléctrica.

#### Conducciones enterradas:

- Cuando no se conozca el trazado y la profundidad de la conducción la excavación se hará hasta 1 mt. por medios mecánicos, hasta 50 cm. más se podrá utilizar el martillo rompedor y a partir ahí se usará herramienta manual.
- Cuando se conozca perfectamente el trazado y la profundidad de la conducción podrá excavarse por medios mecánicos hasta 50 cm. de la conducción, a partir de ahí se utilizará herramienta manual.

#### **a) Conducciones eléctricas o de telecomunicaciones:**

- No se iniciarán los trabajos hasta que las líneas eléctricas estén sin tensión y conectados los dispositivos de puesta tierra.
- No se utilizarán picos, barras, clavos o utensilios metálicos puntiagudos en terrenos blandos donde puedan existir líneas.
- Ante cualquier deterioro de la cubierta de la línea, esta se considerará como línea desnuda.
- Cuando la línea quede al aire se suspenderá o apuntalará, se evitará que sea dañada por maquinaria, herramientas, etc.

- Se informará al responsable del tajo si la línea sufre algún daño.
- En caso de encontrar alguna línea no prevista, se suspenderán los trabajos y se comunicará al responsable de tajo.

**b) Conducciones de gas:**

- Queda prohibido fumar o realizar cualquier tipo de fuego o chispa dentro del área afectada.
- En los casos en que haya que emplear grupos electrógenos o compresores, se situarán tan lejos como sea posible, equipando los escapes con rejillas cortafuegos.
- Los cables o mangueras de alimentación eléctrica utilizados estarán perfectamente aislados y sin empalmes.
- En caso de rotura o fuga, se suspenderán los trabajos y se comunicará a la compañía propietaria.
- Queda prohibido utilizar la conducción o sus elementos como puntos de apoyo.

**c) Conducciones de agua:**

- Queda prohibido manipular cualquier aparato, válvula o instrumento de la instalación en servicio.
- Queda prohibido utilizar la conducción o sus elementos como puntos de apoyo.
- En caso de rotura o fuga, se evitará el encharcamiento y se comunicará a la compañía propietaria.

**Residuos y filtraciones:**

- La aparición de depósitos filtraciones de productos o residuos durante la excavación serán puesto en conocimiento del Jefe de tajo, para que adopte las órdenes oportunas en lo relativo a mediciones de toxicidad límites de explosividad o análisis complementarios previos a la reanudación de los trabajos.

#### **4.1.5. Acabados horizontales**

##### **4.1.5.1. Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes por objetos y herramientas.
- Proyecciones de fragmentos y partículas.
- Contactos con sustancias cáusticas.

##### **4.1.5.2. Normas de prevención**

- Los tajos se limpiarán de “recortes” y “desperdicios de pasta”.
- Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux a una altura sobre el suelo en torno a los 2 m.
- La iluminación mediante portátiles se harán con "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla y alimentados a 24 v.
- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra, en prevención del riesgo eléctrico.
- Las cajas de plaqueta en acopio, nunca se dispondrán de forma que obstaculicen los lugares de paso, para evitar accidentes por tropiezo.

##### **4.1.5.3. Protecciones colectivas**

- Transformadores de aislamiento a 24 v.
- Iluminación adecuada.

##### **4.1.5.4. Protecciones individuales**

- Casco de polietileno.
- Guantes impermeabilizados y de cuero.
- Calzado de seguridad con puntera y suela reforzada.
- Botas de goma o PVC de seguridad.

- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Ropa de trabajo.

#### **4.1.6. Acabados verticales**

##### **4.1.6.1. Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Golpes y heridas por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Contacto con sustancias cáusticas.

##### **4.1.6.2. Normas de prevención**

- Será obligatorio el uso de guantes de goma para todo el personal en contacto con sustancias cáusticas.
- En todo momento se mantendrán limpias y ordenadas las superficies de tránsito y de apoyo para realizar los trabajos de enfoscado para evitar los accidentes por resbalón.
- Las plataformas sobre borriquetas para ejecutar enyesados (y asimilables) de techos, tendrán la superficie horizontal y cuajada de tablonos, evitando escalones y huecos que puedan originar tropiezos y caídas.
- Los andamios para enfoscados de interiores se formarán sobre borriquetas. Se prohíbe el uso de escaleras, bidones, pilas de material, etc., para estos fines, para evitar los accidentes por trabajar sobre superficies inseguras.
- Se prohíbe el uso de borriquetas sin protección contra las caídas desde altura.
- Para la utilización de borriquetas en aberturas verticales, se instalará un cerramiento provisional, formado por “pies derechos” acunados a suelo y techo, a los que se amarrarán tablonos formando una barandilla sólida de 90 cm. de altura, medidas desde la superficie de trabajo sobre las borriquetas. La barandilla constará de pasamanos, listón intermedio y rodapié.

- Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux, medidos a una altura sobre el suelo en torno a los 2 m.
- La iluminación mediante portátiles, se hará con “portalámparas estancos con mango aislante” y “rejilla” de protección de la bombilla. La energía eléctrica los alimentará a 24 v.
- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- El transporte de sacos de aglomerantes o de áridos se realizará preferentemente sobre carretilla de mano, para evitar sobreesfuerzos.

#### **4.1.6.3. Protecciones colectivas**

- Transformadores de aislamiento a 24 v.
- Iluminación adecuada.

#### **4.1.6.4. Protecciones individuales**

- Casco de polietileno.
- Guantes impermeabilizados y de cuero.
- Calzado de seguridad con puntera y suela reforzada.
- Botas de goma o PVC de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Ropa de trabajo.

#### **4.1.7. Instalaciones**

##### **4.1.7.1. Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Explosiones.

- Incendios.
- Riesgos propios de los medios, equipos, herramientas y maquinarias utilizada.

#### **4.1.7.2. Normas de prevención**

##### Electricidad:

- Cualquier labor se realizará desde lugar protegido mediante medios de protección colectiva, en caso contrario se habilitará punto fuerte donde amarrar el cinturón de seguridad, siendo su uso obligatorio.
- Se mantendrá en todo momento el orden y la limpieza del tajo.
- Quedan expresamente prohibidos los trabajos en instalaciones en tensión.

##### Montaje de aparamenta:

- En todo momento se mantendrán limpias y ordenadas las superficies de trabajo, para evitar los accidentes por resbalón.
- Se señalizará la zona en la que pueda caer materiales o herramientas.
- En el izado y suspensión de equipos, se habilitarán los medios adecuados para evitar los tiros oblicuos.
- Cuando sea obligado guiar o presentar manualmente algún elemento suspendido, se extremarán las precauciones para evitar movimientos bruscos o pendulares.
- Siempre que sea posible se suplirá con herramientas adecuadas la acción manual directa sobre el elemento a guiar o presentar.
- Se seguirán las medidas recogidas en el apartado Manipulación de materiales y cargas.

#### **4.1.8. Aparellaje eléctrico parque**

##### **4.1.8.1. Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos desprendidos.

- Golpes por objetos o herramientas.
- Atrapamientos por o entre maquinaria y objetos.
- Sobreesfuerzos.

#### **4.1.8.2. Normas de prevención**

- Queda expresamente prohibida la realización de cualquier trabajo referido al aparellaje sin antes proceder al corte de tensión, puesta a tierra y señalización. En particular los correspondientes al desmontaje del cerramiento del propio aparellaje.
- Previamente al inicio de los trabajos se procederá a desconectar el aparellaje de cualquier fuente de energía, se pondrán a tierra y se señalizará.
- El Encargado de los trabajos será el responsable de las operaciones de corte de tensión, puesta a tierra y señalización.
- Como tarea previa al montaje de la aparamenta del parque de intemperie, se comprobará la geometría, dimensiones y taladrado de los mismos. Haciendo las oportunas correcciones con los elementos apoyados en el suelo.
- Para la ubicación de la aparamenta en la estructura, se situará el operario en el poste de apoyo, dicho operario estará dotado de cinturón de seguridad amarrado al propio poste de apoyo. Cuando las dimensiones de la aparamenta así lo aconsejen serán guiadas mediante dos gobernadas por otros operarios. Una vez ubicados correctamente se procederá a asegurarlos de inmediato.
- Es obligatorio el uso de arnés dotado de dispositivo anticaídas, unido a su correspondiente cuerda salvavidas fijada a punto fuerte, en todas las operaciones de ascenso, descenso a los elementos verticales de la estructura.
- Siempre se utilizarán para el ascenso y descenso de materiales, herramientas y tornillería las cuerdas de servicio con su bolsa correspondiente o perfectamente sujeta a las mismas
- Se mantendrá el orden y la limpieza de la zona de trabajo.
- La extracción y el emplazamiento de la aparellaje de elevado peso o volumen se realizará, preferiblemente, por medios mecánicos del tipo carretilla portapalet.
- Se tendrá especial precaución a la manipulación mecánica de carga, en particular a lo referido a la carga y descarga de los aparellajes

en camión de transporte. Se seguirán las medidas preventivas recogidas en la manipulación de cargas por medios mecánicos.

- Uso de la herramienta adecuada.

#### **4.1.8.3. Protecciones individuales**

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad con puntera y suela reforzada.
- Guantes de cuero.
- Mono de trabajo.
- Cinturón portaherramientas.
- Cinturón de seguridad anticaídas.
- Dispositivo anticaídas.

#### **4.1.9. Trabajos sobre postes.**

##### **4.1.9.1. Riesgos.**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes y heridas por objetos y herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos eléctricos.

##### **4.1.9.2. Normas de prevención**

- El ascenso y descenso se realizará mediante útiles apropiados al tipo de poste y con las manos libres de herramientas, piezas, etc.
- Durante el trabajo será obligatorio el uso del arnés de seguridad anticaídas.
- Se prestará especial atención a mantener la distancia de seguridad con puntos en tensión, prohibiéndose el trabajo en aquellos postes en que ésta pueda ser anulada por circunstancias e imprevistos de la propia operación a efectuar.



- Queda prohibido subir a cualquier poste con seccionador mientras no se verifique la ausencia de tensión en todas sus alimentaciones y consecuentemente se coloquen las puestas a tierra en las mismas.
- Siempre se utilizarán para el ascenso y descenso de materiales, herramientas y tornillería las cuerdas de servicio con su bolsa correspondiente o perfectamente sujeta a las mismas.
- Siempre irán sujeta al cinto o dentro de bolsas adecuadas las herramientas que se utilicen en altura.
- Se evitarán en lo posible trabajos simultáneos en la misma vertical.
- No se realizará ningún trabajo en altura cuando las condiciones atmosféricas puedan ser causa de algún accidente.

#### **4.1.9.3. Protecciones Individuales**

Además de los que se han determinado como de uso general:

- Guantes de protección contra erosiones y cortes.
- Casco con barboquejo.
- Arnés de seguridad.

#### **4.1.10. Trabajos en líneas de alta tensión o en sus proximidades**

##### **4.1.10.1. Riesgos**

- Contacto eléctrico directo o indirecto.

##### **4.1.10.2. Normas de prevención**

#### **Trabajos eléctricos en Alta Tensión:**

- Quedan prohibidos los trabajos en tensión
- Sólo se considerará una instalación SIN TENSIÓN si previamente se ha verificado la AUSENCIA DE TENSIÓN.
- Obligatoriamente antes de iniciar los trabajos se cursará la petición de consignación o descargo de la instalación.
- Obligatoriamente, una vez confirmada la realización de las operaciones en el lugar de corte, procederemos a la adopción de las siguientes preventivas:
  1. Verificación de la ausencia de tensión.

2. Puesta a tierra y en cortocircuito, que se realizará a uno y otro lado de cada uno de los conductores que penetren en la zona de trabajo y lo más cerca posible al lugar del mismo.
3. Se delimitará la zona de trabajo, en su plano vertical y horizontal, utilizando dispositivos de señalización visibles (pancartas, banderines, cintas, etc.).
  - Para la reposición de tensión al término de los trabajos, el responsable de los mismos reagrupará a todo el personal en un punto convenido, notificándole que se va a proceder al restablecimiento de la tensión.
  - Imprescindiblemente se retirarán las protecciones descritas en los puntos 1 y 2 de este mismo apartado.
  - Una vez efectuado lo descrito en los dos apartados anteriores, el responsable de los trabajos comunicará la finalización de los mismos al representante de la Compañía que le haya entregado el descargo.
  - La Compañía procederá al restablecimiento de la tensión.

Trabajos sin tensión en proximidad con líneas en tensión:

- El Jefe de Trabajos solicitará a la Dirección Facultativa o Empresa Suministradora de Energía, el descargo de líneas que por su proximidad produzca grave riesgo de accidente eléctrico.
- En los trabajos que se ejecuten con proximidad de líneas de energía eléctrica, el Jefe de Trabajo estará presente mientras duren aquellos.
- En líneas de A.T. si no hay descargo, el Jefe de los Trabajos determinará las medidas de seguridad a seguir al objeto de evitar contactos eléctricos, teniendo presente las distancias de seguridad que son un mínimo de 5 mt. hasta 66 KV. y de 6 mt. para tensiones superiores.
- Obligatoriamente se colocarán pantallas protectoras que delimiten y protejan la zona de trabajo de la línea en tensión.
- Las pantallas protectoras se colocarán a una distancia mínima según la tabla adjunta:

Tensión entre fases Distancia mínima

(KV)	(m)
Hasta 10	0,80
Hasta 15	0,90
Hasta 20	0,95
Hasta 25	1,00
Hasta 30	1,10
Hasta 45	1,20
Hasta 66	1,40
Hasta 110	1,80
Hasta 132	2,00
Hasta 220	3,00
Hasta 380	4,00

- Para la colocación de las pantallas se respetarán siempre las distancias mínimas señaladas.

**4.1.10.3. Protecciones individuales**

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Gafas de seguridad.
- Calzado de seguridad con puntera y suela reforzada.
- Ropa de trabajo.

**4.1.11. Montaje de transformador de grupo**

**4.1.11.1. Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Golpes por objetos o herramientas.

- Contactos eléctricos
- Atrapamientos por o entre maquinaria y objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos

#### **4.1.11.2. Normas de Prevención**

- Se efectuarán siempre con la subestación fuera de servicio y, por tanto, sin tensión en ningún elemento.
- Como norma general se dará preferencia al montaje de los equipos y herrajes en el suelo.
- Se usará siempre la herramienta adecuada.
- La elevación de equipos pesados se realizará mediante grúa o sistemas de multiplicación de fuerza, quedando prohibida la permanencia de personal en la vertical de la carga suspendida y radio de acción de la máquina, señalizando ésta en caso necesario.

#### **4.1.12. Pruebas y puesta en servicio**

##### **4.1.12.1. Riesgos**

- Contactos eléctricos.

##### **4.1.12.2. Normas de Prevención**

- Las pruebas se realizarán bajo la supervisión del Encargado de los tajos. Todo el personal en obra deberá conocer esta circunstancia.
- Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciada a todo el personal de la obras antes de ser iniciadas.
- Antes de conectar la instalación eléctrica, se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes.
- Antes de hacer entrar en servicio la subestación se procederá a comprobar la existencia real en la subestación de la banqueta de maniobras, pértigas de maniobras, extintores de polvo químico seco y botiquín, y que los operarios se encuentran vestidos con las prendas de protección personal..

- La entrada en servicio, se efectuará con el edificio desalojado de personal, en presencia de la Jefatura de la obra y de la Dirección Facultativa.

## **4.2. RIESGO EN LAS ACTIVIDADES AUXILIARES**

### **4.2.1. Escalera de mano**

#### **4.2.1.1. Riesgos**

- Caída de personal a distinto nivel

#### **4.2.1.2. Normas de prevención**

##### **Características constructivas:**

- Las escaleras fabricadas de madera no tendrán defectos ni nudos, los largueros serán de una sola pieza y los peldaños estarán ensamblados, no solamente clavados; estarán protegidas de la intemperie por barnices transparentes, nunca pintadas.
- Las escaleras metálicas serán de una sola pieza, sin deformaciones o abolladuras y no estarán suplementadas con uniones soldadas.
- La distancia entre peldaños será siempre inferior a 30 cm.
- Estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.
- Las escaleras de tijera estarán provistas de cadenas, cables u otros sistemas válidos que limiten su abertura.

##### **Utilización:**

- Se prohíbe apoyar el pie y la parte superior de la escalera en lugares u objetos poco firmes.
- Se situarán fuera de las zonas de paso y alejadas de elementos móviles que pueda derribarlas.
- Se instalará de forma que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior  $\frac{1}{4}$  de la longitud del larguero entre apoyos. (tal y como se indica en la figura).
- La subida y bajada se hará siempre dando frente a la escalera.
- Se debe subir ayudándose con las manos, por lo que estas deben estar libres de objetos o herramientas.

- Los pequeños objetos o herramientas podrán transportarse en el interior de cajas pendientes de los hombros mediante cinta de lona, o utilizando cinturones portaherramientas.
- No podrá ser utilizada simultáneamente por más de un trabajador.
- Para evitar posibles separaciones, se sujetarán en su parte superior o zona de desembarco.
- Queda prohibido la utilización de escaleras de mano para salvar más de 5 m. a menos que tengan refuerzos en su zona central, estando prohibido su uso para alturas superiores a 7 m.
- Para el acceso a lugares elevados, la escalera sobrepasará en 1 m. la altura a salvar.
- Cuando se efectúen trabajos en alturas superiores a 3 m. se utilizará cinturón de seguridad sujeto a un punto fijo distinto de la escaleras.

#### **4.2.2. Andamios tubulares**

##### **4.2.2.1. Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos desprendidos.
- Atrapamientos por entre maquinaria y objetos.
- Contactos eléctricos.

##### **4.2.2.2. Normas de prevención**

###### **Características constructivas:**

- Los elementos de los andamios procederán siempre de casas autorizadas y se mantendrán siempre en perfecto estado. Todas las uniones entre piezas se realizarán cumpliendo las normas de montaje del modelo escogido, no introduciendo variaciones ni improvisaciones.
- Las plataformas de trabajo serán firmes y estables, tendrán un mínimo de 60 cm. y estarán debidamente ancladas a los apoyos de forma que se eviten los movimientos por deslizamiento o vuelcos.

- Las plataformas de trabajo ubicadas a 2 o más m. poseerán barandillas perimetrales de 90 cm de altura , barra o listón intermedio y rodapié de 15 cm. como mínimo. En caso de que se considere necesario, se cubrirá con madera o medio similar el espacio entre el pasamanos y el rodapié.
- El piso del andamio será preferiblemente metálico. Si está formado por tablones, serán de madera sin fallos y estarán sin pintar. Los tablones se anclarán y se dispondrán de tal modo que no puedan moverse ni dar lugar a basculamiento o cualquier otro movimiento peligroso. El tablón que se considere defectuoso se rechazará.
- Se protegerá contra la oxidación todos los elementos y piezas metálicas del andamiaje y cuidando de su adecuada conservación.
- Los elementos que denoten algún fallo técnico o mal comportamiento se desmontarán de inmediato para su reparación o sustitución.

#### Montaje:

- Se estudiará el terreno donde se apoye el andamio, comprobando su resistencia, se analizará la distancia por puntos en tensión.
- Los tramos verticales (módulos o pies derechos) de los andamios se apoyarán siempre sobre tablones de reparto de cargas. Está prohibido apoyar el andamio sobre suplementos como ladrillos, bidones, etc.
- En las operaciones de montaje y desmontaje del andamio con peligro de caída de altura será preceptivo el uso del cinturón de seguridad convenientemente anclado a un punto seguro situado en el exterior.
- No se comenzará un nivel superior sin que el inferior esté dotado de todas las medidas de seguridad. Se comprobarán todos los tornillos del tramo ejecutado observando que queden bien apretados antes de continuar con los superiores.
- Los andamios siempre se arriostrarán para evitar los movimientos indeseables que puedan hacer perder el equilibrio a los trabajadores.
- Se establecerán a lo largo y ancho de los paramentos verticales puntos fuertes de seguridad en los que arriostrar los andamios.

- La distancia de separación entre un andamio y el paramento vertical de trabajo no será superior a 30 centímetros, si no se puede respetar esta separación se dispondrá una barandilla del lado del paramento.
- Los andamios tubulares con escalerilla lateral se montarán con ésta hacia el exterior, es decir, hacia la cara en la que no se trabaja.

#### Utilización:

- Se prohíbe saltar de la plataforma de trabajo al paramento donde se trabaje. Se dispondrá a tal efecto una pasarela con anchura de 60 cm. dotada de barandilla de 90 cm., listón intermedio y rodapié.
- En ningún momento se sobrecargarán los andamios más de lo permitido. No se acopiarán sobre los andamios más material que el imprescindible para la continuidad de los trabajos. Los materiales se repartirán uniformemente sobre el piso y se dispondrán de forma que no se impida la libre circulación.
- No se amasarán pastas sobre las plataformas de trabajo para evitar que queden resbaladizas.
- No se permanecerá en el andamio durante fuertes rachas de viento o cuando las condiciones climatológicas así lo aconsejen.
- No se permanecerá bajo el andamio en las operaciones de montaje y desmontaje del mismo ni cuando se esté trabajando en él.
- Para ascender y descender por el andamio se usará una escalera auxiliar.

### **4.2.3. Andamios de borriquetas**

#### **4.2.3.1. Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos desprendidos.

#### **4.2.3.2. Normas de prevención**

#### Características constructivas:

- Las borriquetas que sean de madera estarán sanas, perfectamente encoladas y sin oscilaciones, deformaciones y



roturas. Estarán protegidas de la intemperie por barnices transparentes, nunca pintadas.

- Las borriquetas metálicas de sistema de apertura de cierre o tijera estarán dotadas de cadenas de limitación de la apertura máxima.
- Las plataformas de trabajo serán firmes y estables, tendrán un mínimo de 60 cm. y estarán debidamente ancladas a los apoyos de forma que se eviten los movimientos por deslizamiento o vuelcos.
- Las plataformas de trabajo ubicadas a 2 o más m. poseerán barandillas perimetrales de 90 cm de altura , barra o listón intermedio y rodapié de 15 cm. como mínimo. En caso de que se considere necesario, se cubrirá con madera o medio similar el espacio entre el pasamanos y el rodapié.
- El piso si está formado por tablones, serán de madera sin fallos y estarán sin pintar. Los tablones se anclarán y se dispondrán de tal modo que no puedan moverse ni dar lugar a basculamiento o cualquier otro movimiento peligroso. El tablón que se considere defectuoso se rechazará.

#### Montaje:

- Se estudiará el terreno donde se apoye el andamio, comprobando su resistencia.
- Las borriquetas siempre se montarán perfectamente niveladas.
- Las borriquetas no estarán separadas entre sí más de 2,5 m. para evitar las grandes flechas.
- Los andamios se formarán sobre un mínimo de dos borriquetas, prohibiéndose expresamente la sustitución de éstas por elementos como bidones, pilas de materiales, etc.
- Las plataformas de trabajo estarán perfectamente ancladas a las borriquetas. No sobresaldrán por los laterales de las borriquetas más de 20 cm. ni menos de 10 cm. para evitar el riesgo de vuelco por basculamiento.
- Para los andamios de más de 3 m. se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados.
- La altura máxima para este tipo de andamios será de 6 m.

#### Utilización:

- En ningún momento se sobrecargarán los andamios más de lo permitido. No se acopiarán sobre los andamios más material que el imprescindible para la continuidad de los trabajos. Los materiales se repartirán uniformemente sobre el piso y se dispondrán de forma que no se impida la libre circulación.
- No se amasarán pastas sobre las plataformas de trabajo para evitar que queden resbaladizas.
- No se permanecerá en el andamio durante fuertes rachas de viento o cuando las condiciones climatológicas así lo aconsejen.
- Para ascender y descender por el andamio se usará una escalera auxiliar.

#### **4.2.4. Puntales**

##### **4.2.4.1. Riesgos**

- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes por objetos.
- Sobreesfuerzos.

##### **4.2.4.2. Normas de prevención**

#### **Características constructivas:**

##### **a) Puntales de madera:**

- Serán de una sola pieza, en madera sana, preferiblemente sin nudos y seca.
- Estarán descortezados con el fin de poder ver el estado real del rollizo.
- Tendrán la longitud exacta para el apeo en el que se les instale.
- Se acuñarán, con doble cuña de madera superpuesta en la base clavándose entre sí.
- Serán rechazados los puntales que presenten grietas.

##### **a) Puntales metálicos:**

- Estarán en perfectas condiciones de mantenimiento (ausencia de óxido, pintados y con todos sus componentes).
- Tendrán la longitud adecuada para la misión a realizar.

- Los tornillos sin fin estarán engrasados convenientemente.
- Carecerán de deformaciones en el fuste (abolladura o torcimiento).
- Estarán dotados en sus extremos de placas para apoyo y clavazón.

#### Acopio:

- Los puntales se acopiarán ordenadamente por capas horizontales de un único puntal en altura y fondo el que se desee, con la única salvedad de que cada capa se disponga de forma perpendicular a la inmediata.
- La estabilidad de las torretas de acopio de puntales, se asegurará mediante hincas de “pies derechos de limitación lateral.
- Se prohíbe expresamente el amontonamiento irregular de los puntales.

#### Transporte:

- Los puntales se izarán o descenderán en paquetes uniformes sobre bateas, flejados por los dos extremos para evitar derrames; el conjunto se suspenderá mediante aparejo de eslingas del gancho de la máquina elevadora.
- Los puntales de tipo telescopio se transportarán los pasadores y mordazas instaladas en posición de inmovilidad de la capacidad de extensión o retracción de los puntales.
- Se prohíbe expresamente la carga a hombro de más de dos puntales por un solo hombre.

#### Montaje:

- Los puntales se dispondrán en hileras, sobre durmientes de madera nivelados y aplomados en la dirección en la que deban trabajar.
- Se clavarán sobre los durmientes y sopandas para mejorar la estabilidad.
- Se prohíbe la rectificación de la distribución de los puntales en carga que pudiera estar deformada por cualquier causa; en todo caso, se dispondrá, salvo riesgo de hundimiento, una nueva hilera colindante con la deformada, avisando a la Dirección Facultativa.

- El reparto de las cargas sobre las superficies apuntaladas Se realizará uniformemente y de forma moderada.

Se prohíbe expresamente el empalme o suplementación con tacos de los puntales de madera.

#### **4.3. PREVENCIÓN EN LAS INSTALACIONES**

##### **4.3.1. Instalación eléctrica**

###### **4.3.1.1. Riesgos**

- Contactos eléctricos

###### **4.3.1.2. Normas de prevención**

###### **Cuadros eléctricos:**

- Serán de doble aislamiento, clase II. Cuando sean metálicos serán de clase 01 y se conectarán a tierra.
- Los cuadros estarán situados en lugares que no presenten riesgos añadido. Poseerán adherida sobre la puerta una señal normalizada de “peligro electricidad”
- Los cuadros estarán dotados de pie estable, queda prohibido la utilización de cuadros simplemente tirados en el suelo.
- Todas las canalizaciones que entren o salgan del cuadro dispondrán de prensa-estopas.
- Los cuadros permanecerán cerrados.
- Los cuadros sólo podrán ser abiertos con los útiles especiales destinados a tal fin y por parte del personal responsable.
- En el cuadro no se efectuarán taladros o perforaciones para paso de cables que anulen el efecto del doble aislamiento y disminuyan o anulen el grado de protección de éste.
- Queda expresamente prohibido puentear los dispositivos de protección, ya sean diferenciales o magnetotérmicos.
- Diariamente se comprobará el buen funcionamiento del mecanismo de disparo de todos los diferenciales, mediante el pulsador de prueba.

###### **Tomas de corriente:**

- La pareja macho-hembra de una toma de corriente deberá ser del mismo tipo; no deberá utilizarse una base o conector que deba ser forzado para su acoplamiento, o que disminuya el grado de protección del conjunto.
- Todas las tomas de corriente llevarán incorporado el conductor de protección.
- Tanto las bases de enchufe como los conectores, serán adecuados para trabajos a intemperie.
- Si se utilizan prolongadores de cable y deben ir por el suelo, se protegerán adecuadamente contra su deterioro mecánico y deberán ser del tipo estando al agua.
- Las bases de enchufe incorporarán un dispositivo que cubra las partes activas (en tensión), cuando se retire el conector o enchufe.
- No se utilizarán para alimentar a receptores cuya intensidad nominal sea superior a la de éstas.
- No se permitirá la conexión directa cable-clavija.
- Queda prohibida la desconexión de los cables por el procedimiento del “tirón”.

#### Cables:

- La sección de los cables será la adecuada para la carga eléctrica que han de soportar.
- Todos los cables a utilizar dispondrán de protección aislante antihumedad, procediéndose a la sustitución de aquellos que presenten deterioros.
- Los cables a utilizar estarán exentos de empalmes; en caso de ser necesaria una prolongación, se efectuará con toma de corriente intermedia con grado de protección IP-65, de modo que el grado de protección del conjunto no varíe.
- El tendido de cables para cruzar viales de obra, se efectuará enterrado, la zanja tendrá una profundidad mínima de 40 cm. y el cable estará protegido por un tubo rígido. Se señalará mediante una cubrición permanente de tablonés.

#### Grupos electrógenos:

- Todos los grupos electrógenos, independientemente del uso al que estén destinados, dispondrán o se conectarán a un cuadro eléctrico de las características reseñadas.
- Se conectarán a tierra el punto neutro del alternador, la masa del grupo y las de utilización.
- Para grupos electrógenos móviles y en caso de no existir toma de tierra se realizará la interconexión general de las masas y se instalará un dispositivo de corte diferencial de alta sensibilidad, al principio del circuito de alimentación de cada uno de los receptores alimentados por el grupo.

#### Trabajos eléctricos en Baja Tensión:

- Quedan prohibidos los trabajos en tensión.
- Será obligatorio el uso de herramienta aislada y de guantes dieléctricos.
- Sólo se considerará una instalación SIN TENSIÓN si previamente se ha verificado la AUSENCIA DE TENSIÓN.
- Para proceder al corte, antes de iniciar todo trabajo se realizarán las operaciones siguientes:

#### En el lugar de corte:

1. Apertura de los circuitos, a fin de aislar todas las fuentes de tensión incluidos los neutros y conductores de alumbrado que pueden alimentar la instalación en la que debe trabajarse.
2. Enclavar en posición de apertura los aparatos de corte, y colocar en el mando de éstos una señalización de prohibición de maniobrarlos.
3. Verificación de la ausencia de tensión en cada uno de los conductores y en una zona lo más próxima posible al punto de corte.

#### En el propio lugar de trabajo:

1. Verificación de la ausencia de tensión.
2. Inmediatamente se procederá a la puesta a tierra y en cortocircuito, en el caso de redes conductoras No aisladas, de cada uno de sus conductores, incluyendo el neutro y los de alumbrado.

3. En el caso de redes conductoras Aisladas, si la puesta en cortocircuito no pudiera efectuarse, se utilizarán las protecciones personales como si la red estuviera en tensión.

Después de la ejecución de los trabajos y antes de dar tensión a la instalación, deben efectuarse las operaciones siguientes:

En el lugar de trabajo:

1. Si el trabajo ha necesitado la participación de varias personas, el responsable del mismo las reunirá y notificará que se va a proceder a dar tensión.
2. Retirar las puestas en cortocircuito, si las hubiere.

En el lugar de corte:

1. Retirar el enclavamiento y señalización.
2. Cerrar circuitos.

#### **4.3.1.3. Protecciones individuales**

- Casco con pantalla protectora.
- Guantes aislantes.
- Comprobador de tensión.
- Herramientas manuales con aislamiento.
- Botas aislantes.

### **4.4. RIESGO DERIVADO DEL USO DE LAS HERRAMIENTAS Y MAQUINARIAS**

#### **4.4.1. Herramienta manual**

##### **4.4.1.1. Riesgos**

- Caída de objetos por manipulación.
- Golpes y heridas por herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos.

##### **4.4.1.2. Normas de prevención**

- Manipular la herramienta con prudencia.

- Se utilizará la herramienta adecuada al trabajo a realizar.
- Se solicitará la sustitución inmediata de toda herramienta en mal estado.
- En todos los trabajos en que se utilicen herramientas de golpeo, se usarán gafas de protección.
- En caso de llaves fijas o de boca variable, no se utilizarán prolongadores que aumenten su brazo de palanca, y se elegirá la de medida adecuada al tornillo o tuerca a manejar.
- Los estrobos y eslingas serán revisados por los usuarios de los mismos y por el Almacén, desechándose aquellos que estén deteriorados.
- Las rebabas en la herramienta serán eliminadas con piedra esmeril.
- Se comprobará que los mangos estén en buen estado y sólidamente fijados. De no ser así deben repararse adecuadamente o ser sustituidos.
- Al hacer fuerza con una herramienta, se preverá la trayectoria de la mano o el cuerpo en caso de que aquella se escapara.
- No se realizará ninguna operación sobre máquinas en funcionamiento.
- Trabajando en altura, se debe impedir la caída de herramienta a niveles inferiores.

#### **4.4.1.3. Protecciones individuales**

- Guantes de seguridad.
- Gafas antiproyecciones en el uso de herramienta de golpeo.
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.

#### **4.4.2. Herramienta eléctrica portátil**

##### **4.4.2.1. Riesgos**

- Golpes y heridas por herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.



- Sobreesfuerzos.
- Contactos térmicos
- Contactos eléctricos.

#### **4.4.2.2. Normas de prevención**

- Manipular la herramienta con prudencia y únicamente desconectado de la energía eléctrica.
- Toda la herramienta eléctrica portátil será de doble aislamiento y estará alimentada a través de disyuntor diferencial
- Estará en perfectas condiciones de uso y con sus correspondientes carcasas de protección.
- Todos los elementos removibles tales como brocas, discos, etc., serán los adecuados al material a tratar.
- Serán sustituidos inmediatamente las brocas, discos, etc. gastados, doblados, con fisuras, que presenten defectos, etc.
- Durante la operación de desmontaje y montaje de brocas, discos, etc. la herramientas permanecerá desconectado de la red eléctrica.
- Para el manejo de taladradoras, amoladoras o cualquier otra herramienta similar que produzca desprendimiento de partículas, se usará obligatoriamente pantallas o gafas de seguridad.
- Se prohíbe dejar abandonada la máquina en funcionamiento o conectada a la red eléctrica.

#### **4.4.2.3. Protecciones individuales**

- Guantes de seguridad.
- Gafas antiproyecciones en el uso de herramienta que produzca desprendimiento de partículas.
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.

### **4.4.3. Camión**

#### **4.4.3.1. Riegos**

- Caída de personas a distinto nivel

- Golpes y contactos con elementos móviles de máquinas
- Atrapamiento por o entre maquinaria y objetos
- Atrapamiento por vuelco
- Explosiones.
- Incendios
- Accidentes de tránsito
- Atropello, golpes y choques con y contra vehículos.

#### **4.4.3.2. Normas de Prevención**

- El camión, deberá estar en perfectas condiciones de uso y con la documentación oficial del vehículo al día.
- En caso de ser estacionado un camión en pendiente además del uso del freno de mano serán obligatorios los calzos de inmovilización de ruedas.
- La circulación y la carga y la descarga se realizará por y en los lugares indicados.
- Los camiones estarán dotados de avisador acústico de marcha atrás. En caso de que alguno de estos vehículos, por su presencia eventual en la obra, careciera de tal dispositivo deberá ser acompañado por un señalista en toda maniobra de retroceso.
- En las maniobras de carga y descarga de material el camión estará con el freno de mano en situación de frenado; si esta labor se realiza en terrenos inclinados además será obligatorio el uso de calzos de inmovilización de las ruedas.
- Las cargas se repartirán sobre la caja, con suavidad evitando descargas bruscas, que desnivelen la horizontalidad de la carga.
- Las cargas se instalarán sobre la caja de forma uniforme compensado los pesos, de la manera más uniformemente repartida posible.
- El colmo máximo permitido para materiales sueltos no superará la pendiente ideal del 5 % .
- Respetar las distancias de seguridad respecto a las zanjas o excavaciones, informándose previamente de la situación de las mismas.

- Respetar las distancias de seguridad respecto a los tendidos eléctricos que atraviesen las zonas de trabajo.
- Las labores de repostaje se realizarán en zonas alejadas de cualquier elemento que pueda provocar la ignición del carburante; de igual modo queda prohibido fumar en las inmediaciones.

#### **4.4.3.3. Normas de comportamiento**

- Hacer sonar el claxon inmediatamente antes de iniciar la marcha.
- Para subir y bajar de la cabina y plataformas utilice los peldaños y asideros dispuestos a tal fin. No salte.
- Limpie el calzado de barro o de grava antes de subir a la cabina.
- Compruebe los frenos después de un lavado o de haber atravesado zonas con agua.
- Circule por los lugares indicados.
- No circule por el borde de excavaciones o taludes.
- No circule nunca en punto muerto.
- No transporte pasajeros fuera de la cabina.
- Evitar circular con el basculante levantado.
- No realice revisiones o reparaciones con el basculante levantado sin haberlo fijado previamente.
- Durante la carga y descarga, el conductor permanezca en la cabina.
- Mantenga siempre en perfecto estado las luces, los frenos, dirección, etc.

#### **4.4.4. Camión grua**

##### **4.4.4.1- Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes y contactos con partes móviles de la máquina.
- Atrapamientos por o entre maquinaria y objetos.
- Atrapamientos por vuelco de máquinas.

- Contactos eléctricos.
- Explosiones.
- Incendios.
- Atropellos, golpes y choque con o contra vehículos.
- Accidentes de tráfico.

#### **4.4.4.2- Normas de Prevención**

- Los camiones estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación y con toda su documentación en regla.
- El camión quedará perfectamente apeado por los soportes laterales sobre durmientes.
- Las entradas y salidas a la obra se realizarán con precaución auxiliado por las señales de un miembro de la obra.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en la rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Se prohíbe expresamente cargar los camiones por encima de la carga máxima marcada por el fabricante, para prevenir los riesgos de sobrecarga o vuelco. El conductor permanecerá fuera de la cabina durante la carga y elevación.
- La circulación se realizará por los lugares indicados.
- Asegurarse de la inmovilidad del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.
- Cuando el terreno ofrezca dudas en cuanto a su resistencia, los estabilizadores se apoyarán sobre tablones o traviesas de reparto.
- Serán revisados antes de su uso las eslingas, bragas, estrobos, etc. para comprobar su perfecto estado
- Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.
- Con anterioridad al izado, se conocerá con exactitud, en su defecto se calculará, el peso de la carga que se deba elevar.
- Se prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante en función de la extensión del brazo.

- Es conveniente que el operador mantenga a la vista la carga; la maniobras sin visibilidad serán dirigidas por un señalista que las coordinará.
- Se prohíbe izar la grúa por encima de las balizas de señalización del riesgo de contacto con líneas eléctricas aéreas.
- Queda prohibido levantar más de una carga a la vez.
- Se prohíbe realizar tirones sesgados y arrastrar cargas con la grúa.
- Los materiales que deban ser elevados por la grúa, obligatoriamente deben estar sueltos y libres de todo esfuerzo que no sea el de su propio peso.
- Se prohíbe la permanencia de personas en torno a la grúa.
- Queda prohibido encaramarse de las cargas y del gancho de la grúa.
- El operador procurará, en la medida de lo posible, no desplazar la carga por encima del personal.
- El operador desplazará la carga evitando oscilaciones pendulares de la misma.
- Queda prohibido abandonar la grúa con la carga suspendida
- No utilizar ganchos deformados ni enderezados después de una deformación.
- Calzar bien la grúa y comprobar que el terreno resiste la presión de los gatos de apoyo.
- Mantener el camión alejado de terrenos inseguros, propensos a hundimientos, bordes de excavación, etc.

#### **4.4.5. Retroexcavadora**

##### **4.4.5.1. Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes y contactos con elementos móviles de máquinas.
- Atrapamiento por o entre maquinaria y objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas.

- Contactos eléctricos
- Explosiones.
- Incendios.
- Atropellos, golpes y choques con y contra vehículos.
- Accidentes de tránsito.
- Ruido (en la utilización con martillo neumático)

#### **4.4.5.2. Normas de prevención**

- La retroexcavadora estará en perfectas condiciones de uso y con la documentación oficial al día.
- La retroexcavadora estará dotada de faros marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y extintor timbrado y con las revisiones al día.
- La retroexcavadora será inspeccionada diariamente controlando el buen funcionamiento del motor, sistemas hidráulicos, frenos, dirección luces, bocina de retroceso, transmisiones, cadenas y neumáticos.
- No se realizarán ajustes, mantenimiento o revisiones con la retroexcavadora en movimiento o con el motor el funcionamiento.
- Las carcasas de protección estarán en perfecto estado e instaladas correctamente y sólo podrán ser retiradas con el motor de la retroexcavadora parado, debiéndose reemplazar a su lugar de origen previamente a la puesta en marcha.
- Serán de obligado cumplimiento las normas de uso, mantenimiento y seguridad marcadas por el constructor de la retroexcavadora.
- No se liberarán los frenos de la máquina en posición parada, si antes no se han instalado tacos fiables de inmovilización de las ruedas.
- Las labores de repostaje se realizarán en zonas alejadas de cualquier elemento que pueda provocar la ignición del carburante; de igual modo queda prohibido fumar en las inmediaciones
- La máxima pendiente a superar con el tren de rodaje de orugas será del 50 %; con el tren de rodaje de neumáticos será del 20 % en terrenos húmedos y del 30 % en terrenos secos.

- Para utilizar la retroexcavadora como una grúa, ésta dispondrá en su parte exterior trasera una argolla soldada expresamente, para efectuar cuelgues.
- En la utilización de la retroexcavadora con martillo neumático será obligatorio el uso de casco para la atenuación del ruido.

#### **4.4.5.3. Normas de comportamiento**

- Haga sonar el claxon inmediatamente antes de iniciar la marcha.
- Para subir y bajar de la cabina y plataformas utilice los peldaños y asideros dispuestos a tal fin. No salte.
- Limpie el calzado de barro o de grava antes de subir a la cabina.
- La subida y bajada de la máquina se realizará de forma frontal (mirando hacia ella), agarrándose con las dos manos.
- Antes de efectuar cualquier desplazamiento con la retroexcavadora compruebe que ninguna persona se encuentra en las cercanías de la máquina y se haga sonar el claxon.
- Adapte los desplazamientos de la máquina al tráfico de la obra.
- Realice los desplazamientos de la retroexcavadora situando el brazo en el sentido de la marcha y apoyando la cuchara sobre la máquina.
- Para desplazarse sobre un terreno en pendiente oriente el brazo hacia la parte de abajo, tocando casi el suelo.
- Vigile en todo momento la estabilidad de la máquina.
- Guarde la distancia de seguridad a las zanjas, taludes y toda alteración del terreno que pueda posibilitar el vuelco de la máquina.
- No abandone la retroexcavadora con el motor en marcha, sin haber depositado antes la cuchara en el suelo y sin haber puesto el freno de mano.
- No transporte a personas sobre la retroexcavadora.
- No utilice el brazo articulado o la cuchara para izar personas y acceder a trabajos puntuales.
- No realice maniobras de movimiento de tierras sin antes haber puesto en servicio los apoyos hidráulicos de inmovilización.

- El movimiento de tierras en pendiente se realizará de cara a la pendiente.
- Analice el espacio de maniobra en que se desarrollará el trabajo, pida que balicen el radio de acción de la máquina si el mismo se observa reducido
- No derribe elementos que sean más altos que la retroexcavadora con la cuchara extendida.
- No circule en las proximidades de una línea eléctrica aérea sin asegurarse de que se cumplen las distancias mínimas de seguridad.
- Recuerde no ices el brazo por encima de las balizas de señalización del riesgo de contacto con líneas eléctricas aéreas.
- Evite desplazar el cazo por encima del personal.
- No permita la permanencia de personas en torno a la máquina.
- Preste atención a las indicaciones del señalista.
- Vigile los circuitos hidráulicos en previsión de fugas por mangueras y conexiones.
- Sitúe los espejos retrovisores convenientemente.
- Cuando circule por vías públicas, cumpla la normativa del Código de Circulación vigente.

#### **4.4.6. Grúa automotriz**

##### **4.4.6.1. Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos desprendidos
- Golpes y contactos con elementos móviles de máquinas.
- Atrapamiento por o entre maquinaria y objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas.
- Contactos eléctricos.
- Explosiones.
- Incendios



- Atropellos, golpes y choques con y contra vehículos.
- Accidentes de tránsito.

#### **4.4.6.2. Normas de prevención**

- La grúa deberá estar en perfectas condiciones de uso y con la documentación oficial del vehículo al día.
- Las rampas para acceso de la grúa no superarán inclinaciones del 20 %.
- Mantener la grúa alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos, bordes de excavación, etc.
- Posicionada la máquina, obligatoriamente se extenderán completamente y se utilizarán los apoyos telescópicos de la misma, aún cuando la carga a elevar aparente como innecesaria esta operación.
- Cuando el terreno ofrezca dudas en cuanto a su resistencia, los estabilizadores se apoyarán sobre tablonos o traviesas de reparto.
- Serán revisados antes de su uso las eslingas, bragas, estrobos, etc. para comprobar su perfecto estado
- Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.
- Con anterioridad al izado, se conocerá con exactitud, en su defecto se calculará, el peso de la carga que se deba elevar.
- Se prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante en función de la extensión del brazo.
- Es conveniente que el gruista mantenga a la vista la carga; la maniobras sin visibilidad serán dirigidas por un señalista que las coordinará.
- Se prohíbe izar la grúa por encima de las balizas de señalización del riesgo de contacto con líneas eléctricas aéreas.
- Queda prohibido levantar más de una carga a la vez.
- Los materiales que deban ser elevados por la grúa, obligatoriamente deben estar sueltos y libres de todo esfuerzo que no sea el de su propio peso.

#### **4.4.6.3. Normas de comportamiento**

- Haga sonar el claxon inmediatamente antes de iniciar la marcha.
- Para subir y bajar de la cabina y plataformas utilice los peldaños y asideros dispuestos a tal fin. No salte.
- Limpie el calzado de barro o de grava antes de subir a la cabina.
- Circule por los lugares indicados.
- Asegúrese de la inmovilidad del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.
- No realice tirones sesgados y arrastrar cargas con la grúa.
- Procure, en la medida de lo posible, no desplazar la carga por encima del personal.
- Evite los desplazamiento de la carga con oscilaciones pendulares.
- No permita que haya personal en torno a la grúa.
- No permita encaramarse ni de las cargas ni del gancho de la grúa.
- No abandone la grúa con la carga suspendida.

#### **4.5. PROTECCIONES COLECTIVAS**

Se prohíbe la ejecución de cualquier trabajo no recogido en el Proyecto.

Se prohíbe la ejecución de cualquier trabajo en las inmediaciones de la vía en ausencia del piloto.

Los mandos directos de los trabajadores deberán estar informados de los horarios de las circulaciones normales, al objeto de avisar en caso necesario a su personal.

En todo momento se tendrá previsión de los movimientos de los operarios durante la ejecución de los trabajos, disponiendo la delimitación de itinerarios obligatorios debidamente señalizados, a la vez que se dispondrá de la zona de estacionamiento de vehículos y refugio al paso de las circulaciones de existir éstas.

Se dispondrá en obra de extintores de polvo polivalente en aquellas zonas donde se realicen trabajos o donde se utilice maquinaria que presenten riesgos de incendio.

Se cumplirá en todo momento el Pliego de Condiciones Generales para los Contratos de Obras e Instalaciones de RENFE.

#### **4.6. SEÑALIZACIÓN**

Señalización general: Se dispondrá en obra de la siguiente señalización para su uso según corresponda, señalizando obligatoriamente cuando exista el riesgo asociado a la operación a realizar:

- Obligatorio uso de casco, cinturón de seguridad, gafas, botas y guantes.
- Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, caída al mismo nivel, incendios y explosiones, Alto no pasar zona de peligro.
- Cinta de balizamiento (se balizará con ella los itinerarios obligatorios, las zonas de almacenaje de materiales de desecho y a usar, el límite de la zona de seguridad para trabajos fuera de ella, etc.).
- En caso de que la zona de seguridad no pueda balizarse con cinta por suponer un obstáculo para el acceso a la misma, se señalizará el límite de la mencionada zona con cualquier otro marcador, asegurándose que no se elimina el mencionado balizamiento con lluvias, etc.
- Deberán señalizarse las zonas de gálibo reducido, las conducciones eléctricas, las transmisiones mecánicas y los aparcamientos.
- Deberán señalizarse la zona de trabajo con la señal de "Alto no pasar, zona de peligro".

Todas las señales deberán de tener las dimensiones y colores reglamentarios.

#### **4.7. PROTECCIONES INDIVIDUALES**

Los equipos de protección individual deberán estar marcados con el distintivo CE, haber sido sometidos al examen CE de tipo, poseer declaración de conformidad, etc. dependiendo de su categoría.

Deberán igualmente cumplir con lo dispuesto en el R.D. 1407/1992 de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los EPI'S.

Se debe de cumplir con lo dispuesto en el R.D. 773/1997 de 30 de mayo sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

En la entrega de los equipos de protección individual el Responsable de Prevención, Encargado o mando superior informará a los trabajadores que los reciben de los riesgos contra los que les protegen, así como de las actividades u

ocasiones en las que deben utilizarse, instrucciones sobre la forma correcta de utilizarlos y mantenerlos.

Junto a los equipos de protección individual se entregará la documentación informativa proporcionada por el fabricante del equipo.

Cada trabajador que reciba un equipo de protección, estará obligado a su utilización en los trabajos para los que sea necesario.

## **5. EMERGENCIAS Y RIESGOS GRAVES E INMINENTES**

La Empresa Contratista analizará las posibilidades de emergencias y riesgos graves e inminentes, procediendo a la elaboración de el correspondiente Plan de Emergencia.

Cuando los trabajadores estén o puedan estar expuestos a un riesgo grave e inminente, la Empresa Contratista informará lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas.

## **6. FORMACIÓN E INFORMACIÓN**

Todo trabajador recibirá formación teórica y práctica acorde al puesto de trabajo o función que desarrolle, tanto en el momento de su incorporación como cuando se produzcan cambios en las funciones o se introduzcan nuevas tecnologías o equipos de trabajo.

Todo trabajador será informado y consultado, previamente al inicio de sus trabajos en la obra, de los riesgos para su seguridad y salud, del puesto de trabajo y las medidas preventivas aplicables a los riesgos señalados.

## **7. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS**

Se dispondrán botiquines por los distintos tajos, serán se revisados periódicamente, reponiéndose inmediatamente lo consumido.

Deberá haber en los distintos tajos algún trabajador que conozca técnicas de socorrismo y primeros auxilios, impartiendo cursillos en caso necesario.

Existirá información en la obra de los diferentes Centros Médicos (Mutuas Patronales, Ambulatorios, etc.) a donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Se dispondrá en obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados.

Se realizarán los reconocimientos médicos reglamentarios.

## **8. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR**

La obra dispondrá de locales para vestuario, servicios higiénicos y comedor debidamente dotados; siempre teniendo en cuenta los siguientes requerimientos:

- La superficie mínima común de vestuarios y aseos será, por lo menos, de dos metros cuadrados por cada operario.
- El vestuario estará provisto de bancos o asientos y de taquillas individuales, con llave, para guardar la ropa y el calzado.
- Los aseos dispondrán de un lavabo con agua corriente, provisto de jabón por cada diez empleados o fracción de esta cifra y de un espejo de dimensiones adecuadas.
- Se dotarán los dos aseos de secaderos de aire caliente o toallas de papel, existiendo, en este último caso, recipientes adecuados para depositar las usadas.
- Al realizar trabajos marcadamente sucios, se facilitarán los medios especiales de limpieza.
- Existirán retretes con descarga automática de agua corriente y papel higiénico. Existiendo, al menos, un inodoro por cada veinticinco hombres o fracción de esta cifra. los retretes no tendrán comunicación directa con comedor y con vestuario.
- Las dimensiones mínimas de las cabinas serán 1 metro por 1,20 de superficie y 2,30 metros de altura.
- Las puertas impedirán totalmente la visibilidad desde el exterior y estarán provistas de cierre interior y de una percha.
- Se instalará una ducha de agua fría y caliente por cada diez trabajadores o fracción.
- Las duchas estarán aisladas, cerradas en compartimientos individuales, con puertas dotadas de cierre interior.
- Los suelos, paredes y techos de los retretes, duchas, sala de aseo y vestuario serán continuos, lisos e impermeables, realizados con materiales sintéticos preferiblemente, en tonos claros, y estos materiales permitirán el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria.

*Estudio de Seguridad y Salud*

- Todos sus elementos, tales como grifos, desagües y alcachofas de duchas, estarán siempre en perfecto estado de funcionamiento y las taquillas y bancos aptos para su utilización.
- Análogamente los pisos, paredes y techos de comedor, serán lisos y susceptibles de fácil limpieza, tendrán una iluminación, ventilación y temperatura adecuadas, y la altura mínima de techo será de 2,60 metros. A tal efecto, los vestuarios y comedor dispondrán de calefacción.
- El comedor dispondrá de mesas y asientos con respaldo, calienta comidas, un recipiente de cierre hermético para desperdicios. y fregadero con agua potable para la limpieza de utensilios
- Para la limpieza y conservación de estos locales en las condiciones pedidas, se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.



**Universidad**  
Zaragoza



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
**Universidad Zaragoza**

Proyecto Fin de Carrera

**ELECCIÓN DE LA APARAMENTA Y  
SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE UNA  
SUBESTACIÓN DE TRACCIÓN DE LA LÍNEA  
DE ALTA VELOCIDAD**

**PLIEGO DE CONDICIONES**

Autor

Oscar Agustín Morillas

Director

Antonio Montañés

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2015

## INDICE

**CAPITULO I. PRESCRIPCIONES TECNICAS GENERALES**

1.1 OBJETO DEL PLIEGO .....	5
1.2. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO. ....	5
1.3. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN .....	6
1.3.1.- Norma General.....	6
1.3.2.- Autoválvulas.....	7
1.3.3.- Celdas e interruptores de A.T (sf6).....	7
1.4. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS, COMPATIBILIDAD Y RELACION ENTRE LOS DOCUMENTOS.....	7
1.4.1.- Contradicciones entre documentos del Proyecto .....	8
1.4.2.- Contradicciones entre el Proyecto y la Legislación Administrativa General.....	8
1.4.3.- Contradicciones entre el Proyecto y la normativa técnica.....	8

**CAPITULO II. DESCRIPCION DE LAS OBRAS E INSTALACIONES**

2.1.- DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE POTENCIA, 220 kV .....	9
2.1.1. Entrada de línea.....	9
2.1.2. Grupo transformador.....	10
2.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE POTENCIA, 27,5 kV .....	14
2.2.1. Celdas de 52 kV. ....	14
2.2.2. Pórtico de salida a catenaria.....	17
2.3.- PROTECCIONES.....	17
2.4.- SERVICIOS AUXILIARES .....	19
2.5.- INSTALACION ELECTRICA.....	19
2.6.- ENCLAVAMIENTOS MECÁNICOS.....	19
2.7.-SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	20

**CAPITULO III DISPOSICIONES GENERALES**

3.1.- DISPOSICIONES QUE ADEMÁS DE LA LEGISLACION GENERAL REGIRAN DURANTE LA VIGENCIA DEL CONTRATO.....	22
---	----



3.2.- REPRESENTANTES DE LA ADMINISTRACION Y EL CONTRATISTA. DIRECCION DE LAS OBRAS.....	22
3.3.- AUTORIDAD DEL DIRECTOR DE LA OBRA.....	23
3.4.- OBLIGACIONES GENERALES DEL CONTRATISTA.....	23
3.5.- CONTRADICCIONES, OMISIONES Y MODIFICACIONES DEL PROYECTO.....	24
3.6. - ORDEN DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS.....	24
3.7.- ALTERACION Y/O LIMITACIONES DEL PROGRAMA DE TRABAJO.....	25
3.8.- COORDINACION CON LOS TRABAJOS DE INFRAESTRUCTURA, VIA E INSTALACIONES.....	26
3.9.- CONTROL DE CALIDAD.....	26
3.10.- TRABAJOS VARIOS.....	26
3.11.- OBRAS CUYA EJECUCION NO ESTA TOTALMENTE DEFINIDA EN ESTE PROYECTO.....	26
3.12.- OBRAS QUE QUEDAN OCULTAS.....	27
3.13.- CONDICIONES PARA FIJAR PRECIOS CONTRADICTORIOS EN OBRAS NO PREVISTAS.....	27
3.14.- CONSTRUCCIONES AUXILIARES Y PROVISIONALES.....	27
3.15.- PLANOS DE INSTALACIONES AFECTADAS.....	27
3.16.- REPOSICIONES.....	28
3.17.- PLAZO DE EJECUCION.....	28
3.18.- PRECAUCIONES A ADOPTAR DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.....	28
3.19.- INSPECCION DE LAS OBRAS E INSTALACIONES.....	29
3.20.- ENSAYOS Y RECONOCIMIEMTOS DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.....	30
3.21.- CUIDADOS A TENER EN CUENTA AL REALIZAR LOS TRABAJOS.....	30
3.22.- MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y MEDIOS AUXILIARES.....	30
3.23.- SUBCONTRATOS.....	30
3.24.- RECEPCION PROVISIONAL.....	31
3.25.- INFORMACION TECNICA.....	31
3.26.- CONSERVACION DE LAS OBRAS Y PLAZO DE GARANTIA.....	31

3.27.- RECEPCION DEFINITIVA.....	32
3.28.- PLAZO PARA LA LIQUIDACION.....	32
3.29.- GASTOS DE CARACTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA.....	32

## **CAPITULO I. PRESCRIPCIONES TECNICAS GENERALES**

### **1.1. OBJETO DEL PLIEGO**

El objeto del presente pliego, es la descripción técnica de los equipos e instalaciones así como la definición de todos los trabajos y actividades a realizar, según la memoria y pliego de prescripciones establecido por el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF).

Los objetivos son:

Describir detalladamente la aparamenta y protecciones de la Subestación Eléctrica de Tracción.

La Subestación objeto de este proyecto se compone de los siguientes elementos:

Dos Entradas de líneas 220 kV, bifásicas, con seccionadores trifásicos de entrada, donde se conectarán dos líneas trifásicas, procedentes del Parque de REE próximo, que no son objeto de este proyecto.

Dos Sistemas de transformación 30 MVA, 220 / 2x25 kV, con sus equipos de protección y medida asociados.

Dos sistemas de salidas de alimentación a catenaria-feeder. El presente proyecto contempla la instalación hasta el pórtico de salida de la subestación.

### **1.2. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO.**

Los materiales, aparatos, máquinas, conjuntos y subconjuntos integrantes de la subestación transformadora de tracción, cumplirá las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le sean de aplicación y que establezcan de obligado cumplimiento el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias.

Si se produce una discrepancia entre los términos de una prescripción análoga contenida en la Normativa o Especificaciones de Obligado Cumplimiento susceptibles de aplicación prevalecerá la más exigente.

Para la ejecución de las obras de las subestaciones de tracción se relacionan a continuación las normas y reglamentos aplicables:

Reglamento sobre condiciones Técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT.

Normas UNE

Normas CENELEC, Comité Europeo para la normalización.

Normas REE: Criterios Generales de Protección del Sistema Eléctrico Español (Noviembre 1.995)

Legislación Municipal.

Pliego de Condiciones Técnicas Particulares del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias.

### **1.3. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN**

#### 1.3.1. NORMA GENERAL

RAT Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión.

Transformadores y autotransformadores de tracción.

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

UNE-EN 60076-2:2013 Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento de transformadores sumergidos en líquido.

UNE-EN 60076-3:2002 Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.

UNE-EN 60076-5:2008 Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar cortocircuitos.

### 1.3.2. AUTOVÁLVULAS

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

### 1.3.3. CELDAS E INTERRUPTORES DE A.T (SF6)

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

UNE-EN 62271-102:2005 /A2 2013 Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

UNE-EN 62271-201:2007 Aparamenta bajo envolvente aislante para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

UNE-EN 62271-1:2009 Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.

UNE-EN 62271-103:2012 Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

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

UNE-EN 62271-100:2011 Interruptores automáticos de corriente alterna.

## **1.4. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS, COMPATIBILIDAD Y RELACION ENTRE LOS DOCUMENTOS**

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares recoge el conjunto de características que han de cumplir los materiales empleados en la construcción en obra, así como los que han de regir la ejecución de toda clase de instalaciones y de las obras accesorias y dependientes.

Los planos definen funcional, esquemática y geométricamente las obras a instalaciones a realizar.

#### 1.4.1. CONTRADICCIONES ENTRE DOCUMENTOS DEL PROYECTO

En caso de discrepancia entre los distintos documentos que componen el presente proyecto, (Pliegos de prescripciones y planos), la interpretación corresponderá al Ingeniero Director de la obra, estableciéndose el criterio general de que salvo indicación contraria, prevalecerá lo escrito en el Pliego de Prescripciones Técnicas.

#### 1.4.2. CONTRADICCIONES ENTRE EL PROYECTO Y LA LEGISLACIÓN ADMINISTRATIVA GENERAL.

En caso de contradicción, prevalecerá la legislación administrativa general.

#### 1.4.3. CONTRADICCIONES ENTRE EL PROYECTO Y LA NORMATIVA TÉCNICA

Prevalecerá el proyecto, salvo que en el pliego se indique expresamente que es de aplicación un artículo determinado de una norma concreta, en cuyo caso prevalecerá este último.

## **CAPITULO II DESCRIPCION DE LAS OBRAS E INSTALACIONES**

Las obras e instalaciones que se incluyen en el presente proyecto son las siguientes:

### **1.- INSTALACIONES DE 220 KV**

### **2.- INSTALACIONES DE 27,5 KV**

### **3.- PROTECCIONES**

### **4.- INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS**

#### **2.1.- DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE POTENCIA, 220 kV**

Las instalaciones eléctricas de potencia de 220 kV, se instalarán en el parque de intemperie y estarán compuestas por:

##### **2.1.1 ENTRADA DE LÍNEA.**

La instalación consta de dos entradas de líneas bifásicas independientes, que se alimentan desde el parque de REE próximo, a través de dos líneas trifásicas que llegarán hasta los seccionadores de entrada de línea, únicos elementos trifásicos de la instalación. Las fases de entradas serán determinadas por las condiciones de explotación de la compañía. Las características de estas entradas permiten trabajar a la subestación con una única entrada de línea, o con las dos trabajando independientes.

Cada entrada de línea cuenta con los siguientes elementos:

- Seccionador tripolar de entrada de línea. Rotativo de tres columnas, con doble seccionamiento, mando motorizado.

- Tensión nominal	220 kV
- Tensión máxima del material	245 kV
- Tensión de prueba de maniobra	460 kV

- Tensión de prueba tipo rayo	1.050 kV
- Intensidad nominal	1.600 A
- Intensidad admisible de corta duración	50 kA
- Intensidad dinámica	100 kA
- Tensión de mando	125 Vcc

Este seccionador será maniobrado sin carga, para lo que estará enclavado con el disyuntor bipolar. Para trabajos de mantenimiento o reparación del seccionador, se debe proceder a la desenergización de la línea de compañía.

El seccionador se ajustará a lo especificado en las normas IEC-129 y UNE 20.100

#### 2.1.2.- GRUPO TRANSFORMADOR

El conjunto transformador se compone de los siguientes elementos:

- Transformadores de Tensión inductivos, para medida y protección (TT-PM1 y TT-PM2)

Se instalan dos transformadores monofásicos con cuatro secundarios en cada una de las entradas de línea, uno para la medida fiscal principal de la instalación, uno para medida UCS, uno de medida fiscal redundante y otro para protección.

Sus características son:

- Tensión nominal	220 kV
- Tensión máxima del material	245 k V
- Tensión de prueba de maniobra	460 kV
- Tensión de prueba tipo rayo	1.050 kV
- Relación de transformación	220:V3 kV / 110:V3 – 110:V3 – 110:V3 – 110:V3 V



- Clases y Potencias de Precisión	50 VA cl 02
	50 VA cl 05
	50 VA 3P
	50 VA cl 02

El transformador se ajustará a lo especificado en las normas IEC-44, 145, 146, 815, UNE 21 305, 21 088, Reglamento de Puntos de Medida de los consumos y tránsitos de Energía Eléctrica, Real Decreto 2018/1997 del 26-12-97 del Ministerio de Industria y Energía. Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento de Puntos de Medida de los consumos y tránsitos de Energía Eléctrica, Orden del 12.04.99 del Ministerio de Industria y Energía

- Interruptor Automático de Protección de Línea y del Transformador de Tracción (Q52 L1 y Q52 L2)

Este interruptor tendrá la misión de proteger la entrada de alimentación y por otro lado, proteger el transformador ante la actuación de cualquiera de los relés.

Será de corte bipolar en SF6, con dos columnas y con las siguientes características:

- Tensión nominal	220 kV
- Tensión máxima del material	245 kV
- Tensión de prueba de maniobra	460 kV
- Tensión de prueba tipo rayo	1.050 kV
- Intensidad nominal	1.250 A

- Intensidad admisible de corta duración	50 kA
- Intensidad dinámica	100 kA
- Tensión de mando	125 Vcc

El interruptor se ajustará a lo especificado en las normas IEC-56, 60265 2ª parte y UNE 21081.

- Transformadores de Intensidad de Medida y Protección (TI-PM1 y TI-PM2), en baño de aceite.

Se instalarán dos transformadores de intensidad, uno por fase de entrada, cada uno de ellos con cinco secundarios, dos de protección, uno para la medida fiscal principal, uno para medida de UCS y otro para medida fiscal redundante

Sus características son:

- Tensión nominal	220 kV
- Tensión máxima del material	245 k V
- Tensión de prueba de maniobra	460 kV
- Tensión de prueba tipo rayo	1.050 kV
- Relación de transformación 150-300 / 5-5-5-5-5	A
- Clases y Potencias de Precisión	15 VA cl 02S
	20 VA cl 05
	25 VA 5P20
	25 VA 5P20
	15 VA cl 02S

El transformador se ajustará a lo especificado en las normas IEC-44, 145, 146, 815, UNE 21 305, 21 088, Reglamento de Puntos de Medida de los consumos y tránsitos de Energía Eléctrica, Real Decreto 2018/1997 del 26-12-97 del

Ministerio de Industria y Energía. Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento de Puntos de Medida de los consumos y tránsitos de Energía Eléctrica, Orden del 12.04.99 del Ministerio de Industria y Energía

- Autoválvulas de protección lado alta tensión ( FT-T1 Y FT-T2), se instalarán dos autoválvulas por entrada, serán de óxido de Cinc, de resistencia variable, situado en la entrada de alta tensión de los transformadores de potencia. Para sistema trifásico 220 kV, con neutro rígido a tierra, tensión servicio continuo, 138 kV, tensión asignada, 172 kV. Dispondrá de contador de descarga, base aislante e indicador de tensión de paso y fuga.

La autoválvula se ajustará a lo especificado en las normas IEC-60099-4, 60099-3, UNE 21087-3, ANSI/IDEE C 62.22. recomendación de UNESA 6505<sup>a</sup>, norma ANSI C 62.1-1981

- Transformadores de potencia

Se instalarán dos transformadores de potencia en baño de aceite para tracción, Instalación Intemperie, Nº de fases 2, Potencia nominal 30 MVA, Relación 220.000 +- 8% / 27.500 V, Frecuencia nominal 50 Hz, Conexión I i 0, Servicio Continuo, Ucc 10%, Refrigeración ONAN, Tensión de prueba frecuencia ind. 460 kV, Tensión de prueba tipo rayo 1.050 kV, Regulación 4 + 1 + 4, Sobrecargas en ciclos repetitivos de ocho horas: 20% durante 2 horas, 50 % durante 15 minutos, 100 % durante 10 minutos.

Se situarán en cada una de las entradas de línea, y alimentarán, el tramo comprendido entre la zona neutra de la subestación hasta la zona neutra existente entre subestaciones colaterales, en cada uno de los alimentadores que tenga conectado. Nunca podrán trabajar en paralelo, los dos transformadores de la subestación, ni con los transformadores de otras subestaciones.

## **2.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE POTENCIA, 27,5 kV**

Una de las fases del secundario del trafo de potencia, se conectará mediante 3 conductores de cobre al armario de barras cero. A esta fase la denominaremos fase cero.

### - Armario de Barras 0

Se instalará un armario de barra cero formado por pletinas de cobre y se conectarán los cables de retorno de vía, la red de tierras y una de las fases (fase 0) del transformador de potencia. El armario será de ejecución metálica de exterior equipado con puerta delantera. Asimismo dispondrá de un zócalo de elevación sobre el suelo de 80 mm. Se instalarán dos transformadores de intensidad para medida y protección de faltas a tierra

### - La fase que no se conecta a tierra, la denominaremos fase activa.

Se instalará una autoválvula de protección, en la fase activa de cada secundario de los trafos de potencia. Serán de óxido de Cinc, de resistencia variable. Para sistema monofásico 27,5 kV, con neutro rígido a tierra, tensión servicio continuo, 27,5 kV, tensión asignada, 34 kV. Corriente nominal de descarga 20 kA.

Desde la fase activa de cada uno de los trafos de potencia, saldrá una línea subterránea compuesta por tres conductores hasta las cabinas de entrada del transformador, situadas en la sala de celdas del edificio.

### 2.2.1. CELDAS DE 52 kV.

Las características principales de estas celdas son:

- Tensión de aislamiento	52 kV
- Tensión nominal	27,5 kV
- Tensión máxima del material	52 kV
- Intensidad nominal	2.000 A
- Intensidad subtransitoria de cortocircuito	25 kA

- Intensidad de choque a 52 kV	63 kA
- Tensión de prueba a 50 Hz	95 kV
- Tensión de choque adoptada	250 kV
- Tensión de prueba entre fases	150 kV (75 kV fase-tierra)

La distribución de estas cabinas se puede apreciar en el esquema unifilar. Estarán compuestas por:

Entradas del transformador de tracción. Se dispondrán una celda por cada uno de los trafos, estas serán tipo blindada, aisladas en SF<sub>6</sub>, conteniendo los siguientes elementos:

- DosTrafos de tensión con doble secundario, para medida y protección, de relación 27,5:V<sub>3</sub> kV / 110:V<sub>3</sub> – 110:V<sub>3</sub> V, 30 VA 3P y 25 VA cl 0.5
- DosTrafos de intensidad con doble secundario para medida y protección, de relación 750-1500 / 5-5 A, 30 VA 10P10 y 15 VA cl 0.5
- Interruptor bifásico de vacío motorizado de 2000 A y 52 kV, 25 kA de intensidad subtransitoria de cortocircuito y 63 kA de intensidad de choque.
- Seccionador bifásico motorizado de 2000 A. y 52 kV, 25 kA de intensidad subtransitoria de cortocircuito y 63 kA de intensidad de choque.

La cabina se ajustará a lo especificado por las normas UNE 21339/1C, 60517, 21088-2/1M, 60298, 60694,60129/A, 21637, 21081/3M y CEI 60044-1-2.

Alimentadores de Catenaria-Feeder. Se tendrán 2 alimentadores de catenaria-feeder, en celdas tipo blindadas, aisladas en SF<sub>6</sub>, conteniendo cada una de ellas los siguientes elementos:

- Dos Trafos de tensión con doble secundario, para medida y protección, de relación 27,5:V3 kV / 110:V3 – 110:V3 V, 30 VA 3P y 25 VA cl 0.5
- Dos Trafos de intensidad con doble secundario para medida y protección, de relación 750-1500 / 5-5 A, 30 VA 10P10 y 15 VA cl 0.5
- Interruptor bifásico de vacío motorizado de 2000 A y 52 kV, 25 kA de intensidad subtransitoria de cortocircuito y 63 kA de intensidad de choque
- Seccionador bifásico motorizado de 2000 A. y 52 kV, 25 kA de intensidad subtransitoria de cortocircuito y 63 kA de intensidad de choque

La cabina se ajustará a lo especificado por las normas UNE 21339/1C, 60517, 21088-2/1M, 60298, 60694,60129/A, 21637, 21081/3M y CEI 60044-1-2.

Seccionamiento remonte y medida. Dos celdas de seccionamiento, remonte y medida tipo blindada, aislada en SF6, conteniendo los siguientes elementos:

- Dos Trafos de tensión con doble secundario, para medida y protección, de relación 27,5:V3 kV / 110:V3 – 110:V3 V, 30 VA 3P y 25 VA cl 0.5
- Seccionador bifásico motorizado de 2000 A. y 52 kV, 25 kA de intensidad subtransitoria de cortocircuito y 63 kA de intensidad de choque

Además, en una de ellas se incluirá:

- Interruptor bifásico de vacío motorizado de 2000 A y 52 kV, 25 kA de intensidad subtransitoria de cortocircuito y 63 kA de intensidad de choque.

La cabina se ajustará a lo especificado por las normas UNE 21339/1C, 60517, 21088-2/1M, 60298, 60694,60129/A, 21637, 21081/3M y CEI 60044-1-2.

### 2.2.2. PORTICO DE SALIDA A CATENARIA.

Se montará un pórtico de salida a catenaria-feeder, donde se instalarán los seccionadores de salida, seccionadores de puesta a tierra y las autoválvulas de protección. Los seccionadores de salida de catenaria-feeder, estarán conectados con las cabinas de salida de alimentador de catenaria-feeder, mediante un cable subterráneo, a través de una canalización que unirá el foso de las cabinas con el pórtico de salida a catenaria-feeder.

El pórtico estará constituido por dos cuerpos soportados por tres postes. Cada uno de los cuerpos estará dimensionado para instalar dos salidas.

Los seccionadores serán de apertura vertical, 2500 A, aislamiento 36 kV, y estarán motorizados.

Autoválvulas de protección en salidas de catenaria-feeder. Se instalará una autoválvula en cada una de las salidas a catenaria-feeder, en el pórtico de salida, conectada al alimentador antes del seccionador de salida. Serán de óxido de Cinc, de resistencia variable. Para sistema monofásico 27,5 kV, con neutro rígido a tierra, tensión servicio continuo, 27,5 kV, tensión asignada, 34 kV. Corriente nominal de descarga 20 kA.

La autoválvula se ajustará a lo especificado en las normas IEC-60099-4, 60099-3, UNE 21087-3, ANSI/IDEE C 62.22. recomendación de UNESA 6505A, norma ANSI C 62.1-1981

### 2.3. PROTECCIONES.

#### Protecciones de entrada de línea

Las protecciones de las entradas de líneas engloban las funciones que se enumeran a continuación, conectándose a los transformadores de tensión e intensidad de protección mencionados anteriormente.

Las funciones que se contemplan son:

- Relés de vigilancia del circuito de disparo del interruptor, que actuarán ante la falta de continuidad de estos, independientemente de la posición de los interruptores.
- Sobreintensidad de fases (50-51)
- Fallo del interruptor, que provocará el segundo disparo de este o de otros alternativos, bloqueando el funcionamiento de la entrada de línea.
- Disparo y bloqueo del interruptor (86)
- Discordancia de polos temporizado
- Comprobación de circuitos (95)
- Relé auxiliar de vigilancia de circuitos (27C)
- Relés auxiliares de mando (52)

#### Protecciones del transformador de potencia

La protección de los transformadores de potencia, además de las ya existentes en las entradas de líneas, está compuesta por los siguientes elementos:

- Relé de protección diferencial.
- Relé de sobreintensidad de cuba
- Relé accionamiento del regulador en carga
- Relé de disparo y bloqueo del transformador
- Protección de celda 52 kV, de entrada a trafos
- .Sobreintensidad (50-51)
- .Diferencial de trafo (87)
- .Regulador en carga, lado primario (90)

#### Protección de cabinas salida a catenaria-feeder



- Sobreintensidad (50-51)
- Reenganchador (79)
- Protección de distancia (21)

Por otro lado, la instalación dispone de un sistema de reenganche automático de las protecciones de distancia, en cabinas de salida a catenaria-feeder en la Subestación, necesario para la correcta operabilidad y respuesta de las protecciones de distancia en la subestación y de apoyo al Operador de Telemando en las labores de reposición de servicio ante disparos de las cabinas de Catenaria-feeder en la subestación.

#### 2.4. SERVICIOS AUXILIARES

Se instalará un sistema redundante de servicios auxiliares que asegure la disponibilidad de tensión auxiliar en la instalación. Para ello se montarán dos transformadores de Servicios Auxiliares, uno principal y otro de reserva, que se conectará automáticamente en caso de fallo del principal. Si los dos transformadores quedan fuera de servicio, entrará en funcionamiento un grupo electrógeno que asegurará el suministro eléctrico a los servicios esenciales de la subestación.

Estos trafos se instalarán en el interior del edificio, en dos celdas, con accesos independientes desde el exterior.

#### 2.5. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Desde el cuadro de Servicios Auxiliares, se alimentarán los circuitos necesarios para el funcionamiento óptimo de la subestación.

#### 2.6. ENCLAVAMIENTOS MECÁNICOS

La instalación estará manipulada únicamente por personal especializado, que solo realizará las maniobras permitidas. No obstante se crearán unas zonas de trabajo que obligarán a realizar las maniobras para acceder a ellas que aseguren de forma mecánica ( con el uso de cerraduras STI) la ausencia de tensión en las mismas con el fin de dar una seguridad total al personal de

mantenimiento. Por otro lado existirán también enclavamientos mecánicos en determinados equipos, que por tener accionamiento manual podrían dar lugar a maniobras no autorizadas.

Maniobras de seccionadores manuales: Seccionadores de entrada de línea y seccionadores manuales de salidas a catenaria-feeder en cabinas de 52 kV, dispondrán de un enclavamiento mecánico, que impida su maniobra hasta que esté abierto su disyuntor.

## 2.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Se realizará una malla reticulada de puesta a tierra enterrada, con el fin de asegurar la equipotencialidad de la subestación, formada por 8 cables longitudinales y 12 transversales de cobre desnudo, de 150 mm<sup>2</sup>. Esta malla será registrable en una serie de arquetas, donde se colocarán picas de acero cobreado de 1.5 m de longitud y ánodos de zn. Las uniones entre la malla, se realizarán mediante soldadura aluminotérmica, las uniones a las picas y ánodos serán mediante grapas con tornillería.

Esta malla está dimensionada para conseguir que las tensiones de paso y contacto que se puedan dar en la instalación, en caso de descargas a tierra, no sobrepasen valores que pongan en peligro las personas.

Como apoyo a la red de tierras, se tiene otra malla inferior, situada en el terreno natural, compuesta por 3 cables longitudinales y 3 transversales, de cable de cobre desnudo de 150 mm<sup>2</sup>, uniendo entre sí a nueve electrodos semiprofundos. La unión entre ambas se realizará mediante 6 cables de 150 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo, en arquetas registrables que permitan comprobar el estado de las uniones y los valores ohmicos.

Estas mallas se pueden apreciar en los planos de red de tierras.

La malla de tierras se conectará a los elementos metálicos de la instalación, mediante conductores que aseguren una correcta puesta a tierra en todo momento. Toda la aparamenta del parque de 220 kV, se conectará a la malla, en al menos dos puntos. También se colocarán a tierra todas las estructuras

metálicas, soportes metálicos de aparamenta, estructuras portantes, armarios con envoltura metálica, cabinas de 52 kV y elementos metálicos existentes en la instalación, incluida la valla perimetral de la subestación.

La red de tierras se conectará en un único punto a la fase 0, de los trafos de potencia y a carril, esto se realizará en el armario de barras cero, y a través de unos transformadores de medida que nos informarán de las corrientes que circulan.

La subestación tendrá también una red de tierras aérea, realizada con cable de acero galvanizado de 72,2 mm<sup>2</sup> de sección y 11 mm de diámetro, montado sobre columnas metálicas de acero galvanizado de 14 m de altura. Que protegerá a la subestación de descargas atmosféricas.

### **CAPITULO III DISPOSICIONES GENERALES**

#### **3. 1. DISPOSICIONES QUE ADEMAS DE LA LEGISLACION GENERAL REGIRAN DURANTE LA VIGENCIA DEL CONTRATO**

El Contratista queda obligado a cumplimentar cuantas disposiciones oficiales sean de aplicación a las obras de este Proyecto, aunque no hayan sido mencionadas en los artículos de este Pliego y a aceptar cualquier instrucción, Reglamento o Normas que en general pueda dictarse por el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Comunidades Autónomas o por el ADIF durante la ejecución de los trabajos.

#### **3.2. REPRESENTANTES DE LA ADMINISTRACION Y EL CONTRATISTA. DIRECCION DE LAS OBRAS**

La dirección, control y vigilancia de las obras estarán encomendadas al Administrador de infraestructuras Ferroviarias.

Ingeniero Director de la Obra

La Dirección, citada en el apartado anterior, designará al Ingeniero Director de la Obra que será responsable de la inspección y vigilancia de la ejecución del contrato y asumirá la representación de la Administración frente al contratista.

Representante del Contratista

Una vez adjudicadas definitivamente las obras e instalaciones, el Contratista designará una persona que asuma la dirección de los trabajos que se ejecutan y que actúe como representante suyo ante la Administración, a todos los efectos que se requieran durante la ejecución de las obras e instalaciones.

Dicho representante deberá residir en un punto próximo a los trabajos y no podrá ausentarse sin ponerlo en conocimiento del Ingeniero Director de la Obra. La Administración exigirá que el contratista designe, para estar al frente de las obras e instalaciones, un Ingeniero Superior, asistido de un Ingeniero Técnico, con autoridad

suficiente para ejecutar las órdenes del Director de la Obra relativas al cumplimiento del contrato.

En todo caso, previamente al nombramiento de su representante, el Contratista deberá someterlo a la aprobación de la Administración.

### 3.3. AUTORIDAD DEL DIRECTOR DE LA OBRA

El Director de la Obra resolverá en general todos los problemas que se planteen durante la ejecución de los trabajos del presente Proyecto, de acuerdo con las atribuciones que le concede la Legislación vigente. De forma especial, el Contratista deberá seguir sus instrucciones en cuanto se refiere a la calidad y acopio de materiales, ejecución de las obras, interpretación de planos y especificaciones, modificaciones del Proyecto, programa de ejecución de los trabajos y precauciones a adoptar en el desarrollo de los mismos, así como en lo relacionado con la conservación de la estética del paisaje que pueda ser afectado por las instalaciones o por la ejecución de los vertederos, acopios o cualquier otro tipo de trabajo.

### 3.4. OBLIGACIONES GENERALES DEL CONTRATISTA

El Contratista queda obligado a cumplir el presente Pliego de Prescripciones técnicas, el texto articulado de la Ley de Contratos del Estado, y su reglamento, el Pliego de Cláusulas Generales para Contratación de obras públicas, salvo en aquellas de sus prescripciones que resulten modificadas por el de Condiciones Particulares y Económicas que se redacte para la licitación y cuantas disposiciones vigentes o que en lo sucesivo lo sean afecten a obligaciones económicas y fiscales de todo orden, o tengan relación con el contrato y accidentes de trabajo, seguro obrero y demás atenciones de carácter social, y con la protección a la Industria Nacional.

Observará además, cuantas indicaciones le sean dictadas por el personal facultativo de la Administración; encaminadas a garantizar la seguridad de los obreros, sin que por ello se le considere relevado de la responsabilidad que, como patrono, puede contraer, y en general, acatará todas las disposiciones que dicte dicho personal con el objeto de asegurar la buen marcha de los trabajos.

### 3.5. CONTRADICCIONES, OMISIONES Y MODIFICACIONES DEL PROYECTO

El Contratista estará obligado a poner cuanto antes en conocimiento del Ingeniero Director de la Obra cualquier discrepancia que observe entre los distintos planos del Proyecto cualquier otra circunstancia surgida durante la ejecución de los trabajos, que diese lugar a posibles modificaciones del Proyecto.

Como consecuencia de la información recibida del Contratista, o por propia iniciativa a la vista de las necesidades de la obra, el Director de la Obra de la misma podrá ordenar y proponer las modificaciones que considere necesarias de acuerdo con el presente Pliego y la Legislación vigente sobre la materia.

### 3.6. ORDEN DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS

El Contratista estará obligado a presentar un Programa de Trabajos en el plazo de un mes desde la notificación de la autorización para iniciar las obras (el día siguiente de la firma del Acta de la comprobación del replanteo).

Este programa de trabajos se ajustará en sus líneas generales al presentado como documento del Concurso de Adjudicación y en él se justificará detalladamente la elección de métodos y plazos parciales en que se desee dividir los diversos trabajos, así como de la maquinaria, medios auxiliares y equipos de personal que juzgue necesaria para cada uno.

Estará constituido por un programa PERT o diagrama de barra o GANT y un diagrama de espacios-tiempo, así como las correspondientes relaciones de maquinaria y medios auxiliares adscritos a la obra y su tiempo de permanencia en ella, descripción de los equipos de personal, relación de personal técnico y cuantos todos permitan un conocimiento más perfecto de la ejecución prevista.

Especificará los períodos de ejecución de las distintas unidades de obra compatibles con los plazos parciales relacionando el importe de la obra prevista a ejecutar mensualmente en euros.

El incumplimiento de los plazos parciales, si razonablemente se juzga la posibilidad de cumplimiento del plazo final, producirá retenciones en la certificación de hasta el

veinte por ciento (20%) retenciones que serán reintegradas al final de la obra si, no obstante, se cumpliera el plazo final.

Será motivo suficiente de retención la falta de la maquinaria prometida, a juicio del Director de la Obra.

El Contratista deberá aumentar el personal, los medios auxiliares, la maquinaria y la mano de obra, siempre que el Director de la Obra se le ordene tras comprobar que ello es necesario para su ejecución en los plazos previstos en el contrato.

No obstante, cuando el Ingeniero Director de la Obra lo estime necesario podrán tomar a su cargo la organización directa de los trabajos siendo todas las órdenes obligatorias para el Contratista y sin que pueda admitirse reclamación alguna fundada en este particular.

Asimismo, el Contratista contrae la obligación de ejecutar las obras en aquellos trozos señalados que designe el Ingeniero Director de la Obra, aún cuando esto suponga una alteración del programa general de realización de los trabajos.

Esta decisión del Ingeniero, podrá hacerse con cualquier motivo que la Administración estime suficiente y, de un modo especial, el que no se produzca paralización de las obras o disminución importante en un ritmo de ejecución, cuando la realización del programa general exija determinados acondicionamientos de frentes de trabajo o la modificación previa de algunos públicos o la autorización de entidades o particulares y en cambio sea posible proceder a la ejecución inmediata de los trozos aislados mencionados.

### 3.7. ALTERACION Y/O LIMITACIONES DEL PROGRAMA DE TRABAJO

Cuando el programa de trabajo se deduzca la necesidad de modificar cualquier condición contractual, dicho programa deberá ser redactado contradictoriamente por el Contratista y el Ingeniero Director de la Obra, acompañándose la correspondiente propuesta de modificación para su tramitación reglamentaria.

### 3.8. COORDINACION CON LOS TRABAJOS DE INFRAESTRUCTURA, VIA E INSTALACIONES

La instalación de electrificación queda subordinada en todo momento a las obras de infraestructura, vía e instalaciones que estuviesen previstas realizar de forma simultánea. En consecuencia el Contratista no podrá solicitar modificaciones en los precios por las incidencias de la marcha de la Obra Civil y otras instalaciones sobre la instalación de electrificación. El Director de la Obra será el único árbitro, en los conflictos que puedan plantearse.

### 3.9. CONTROL DE CALIDAD

El Contratista estará obligado a presentar el Plan de Control de Calidad a que se someterán las obras e instalaciones objeto del presente Proyecto. Dicho Plan de Control de Calidad se ajustará a las normas de obligado cumplimiento que estableciese el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.

### 3.10. TRABAJOS VARIOS

En la ejecución de obras de fábricas y trabajos comprendidos en el Proyecto y para los cuales no existan prescripciones consignadas, explícitamente en este Pliego, el Contratista se atenderá a las reglas seguidas para cada caso por los mejores constructores, a juicio del Director de la Obra, y a las instrucciones de éste.

Además de las obras detalladas en el Proyecto, el Contratista viene obligado a realizar todos los trabajos complementarios o auxiliares precisos para la buena terminación de la Obra, no pudiendo servir de excusa que no aparezca explícitamente reseñados en este Pliego.

### 3.11. OBRAS CUYA EJECUCION NO ESTA TOTALMENTE DEFINIDA EN ESTE PROYECTO

Las obras cuya ejecución no esté totalmente definida en el presente Proyecto, se abonarán a los precios de la Contrata con arreglo a las condiciones de la misma y a los proyectos particulares que para ellas se redacten.



De la misma manera se abonarán la extracción de-escombros y desprendimientos que ocurran durante el plazo de garantía siempre que sean debido a movimiento evidente de los terrenos y no a faltas cometidas por el Contratista en cuanto al cumplimiento de las condiciones que fijan el modo de ejecución de las obras.

### 3.12. OBRAS QUE QUEDAN OCULTAS

Sin autorización del Director de la Obra o subalterno en quien delegue, no podrá el Contratista proceder al relleno de los hoyos abiertos para cimentación de las obras, y, en general, a todas las obras que queden ocultas. Cuando el Contratista haya procedido a dicho relleno sin la debida autorización, podrá el Director de la Obra ordenar la demolición de los ejecutados y, en todo caso, el Contratista será el responsable de las equivocaciones que hubiese cometido.

### 3.13. CONDICIONES PARA FIJAR PRECIOS CONTRADICTORIOS EN OBRAS NO PREVISTAS

La fijación del precio deberá hacerse precisamente antes de que se ejecute la obra a que debe aplicarse. Si por cualquier causa la obra hubiera sido ejecutada antes de llenar este requisito, el Contratista quedará obligado a conformarse con el precio que para la misma señale la Administración.

### 3.14. CONSTRUCCIONES AUXILIARES Y PROVISIONALES

El Contratista queda obligado a construir por su cuenta, y retirar al final de las obras, todas las edificaciones provisionales y auxiliares para oficinas, almacenes, cobertizos, caminos de servicio provisionales, etc.

Todas estas obras estarán supeditadas a la aprobación previa del Director de la Obra , en lo referente a ubicación, cotas, etc.

### 3.15. PLANOS DE INSTALACIONES AFECTADAS

Como durante la construcción de este tipo de obras es corriente que se encuentren servicios o instalaciones cuya existencia en el subsuelo no se conocía de antemano, es conveniente, que quede constancia de las mismas. Por ello, se obliga al Contratista a presentar al finalizar cada tramo de obra, planos en los que se detallen

todas las instalaciones y servicios encontrados, tanto en uso como sin utilización y conocidos o no previamente, con la situación primitiva y aquella en que queden después de la modificación si ha habido necesidad de ello, indicando todas las características posibles, sin olvidar la Entidad propietaria de la instalación.

### 3.16. REPOSICIONES

Se entiende por reposiciones a las reconstrucciones de aquellas fábricas e instalaciones que haya sido necesario demoler para la ejecución de las obras, y deben de quedar en iguales condiciones que antes de la obra. Las características de estas obras serán iguales a las demolidas debiendo quedar con el mismo grado de calidad y funcionalidad.

El Contratista estará obligado a ejecutar la reposición de todos los servicios y demás obras necesarias, siéndole únicamente de abono y a los precios que figuran en el Cuadro del presupuesto de obras que, a juicio del Director de la Obra, sean consecuencia obligada de la ejecución del proyecto contratado.

Todas las reparaciones de roturas o averías en los diversos servicios públicos o particulares, las tendrá asimismo, que realizar el Contratista por su cuenta exclusiva, sin derecho a abono de cantidad alguna.

### 3.17. PLAZO DE EJECUCION

El plazo de ejecución de la totalidad de las obras objeto de este proyecto será el que se fije en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, a contar del día siguiente al levantamiento del Acta de Comprobación del Replanteo. Dicho plazo de ejecución incluye el montaje de las instalaciones precisas para la realización de todos los trabajos.

### 3.18. PRECAUCIONES A ADOPTAR DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS

Todas las obras proyectadas deben ejecutarse sin interrumpir el tráfico ferroviario. El Contratista queda obligado a no alterar con sus trabajos el servicio y seguridad de viajeros de trenes y demás servicios públicos de transportes en explotación.

Deberá para ello, dar previo aviso y ponerse de acuerdo con el ADIF para fijar el orden y detalle de ejecución de cuantos trabajos se efectuen en las actuales líneas en explotación.

El Contratista adoptará, asimismo, bajo su entera responsabilidad, todas las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones vigentes referentes al empleo de explosivos y a la prevención de accidentes, incendios y daños a terceros y seguirá las instrucciones complementarias que dicte a este respecto, así como para el acopio de materiales, el Director de la Obra.

El Contratista tomará las medidas necesarias para evitar la contaminación de ríos, lagos y depósitos de agua, por efecto de los combustibles, aceite, ligante o cualquier otro material que pueda ser perjudicial.

No obstante y reiterado lo ya expuesto, cuando el Director de la Obra lo estime necesario, bien por razones de seguridad, tanto del personal de la circulación o de las obras, como por otros motivos, podrá tomar a su cargo directamente la organización de los trabajos, sin que pueda admitirse reclamación alguna fundada en este particular.

### 3.19. INSPECCION DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

El Contratista proporcionará al Ingeniero Director de la Obra, o a sus subalternos, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas o ensayos de materiales de todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego de Prescripciones Técnicas, permitiendo y facilitando el acceso a todas las partes de las obras e instalaciones, incluso a las fábricas o talleres en que se produzcan materiales o se realicen trabajos para las obras.

La inspección de las obras se podrá realizar por el personal técnico correspondiente de RENFE mediante la delegación o autorización del Director de la Obra, siendo por tanto obligación del Contratista el facilitar a dicho personal o a sus subalternos, todas las facilidades necesarias para efectuar las operaciones citadas anteriormente

### 3.20. ENSAYOS Y RECONOCIMIENTOS DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS

Los ensayos y reconocimientos más o menos minuciosos verificados durante la ejecución de la obra, no tiene otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción. Por consiguientes, la admisión de materiales, fábricas o instalaciones en cualquier forma que se realice, antes de la recepción, no atenúe las obligaciones a subsanar o reponer que el Contratista contrae si las obras resultasen inacceptables, parcial o totalmente, en el momento de la recepción definitiva.

### 3.21. CUIDADOS A TENER EN CUENTA AL REALIZAR LOS TRABAJOS

Con el fin de no ensuciar los diferentes elementos de otras instalaciones, se pondrán especial interés en que los residuos procedentes de los trabajos realizados no caigan directamente sobre los mencionados elementos.

Se procurarán recoger todos los residuos, de forma que puedan extraerse para su posterior vertido al exterior.

### 3.22. MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y MEDIOS AUXILIARES

La maquinaria, herramineta y medios auxiliares que emplee el Contratista para la ejecución de los trabajos no será, nunca abonables, pues ya se ha tenido en cuenta al hacer la composición de los precios entendiéndose que aunque en los Cuadros no figuren indicados de una manera explícita alguna de ellos, todos ellos se considerarán incluidos en el precio correspondiente.

Los medios auxiliares que garanticen la seguridad del personal operativo son de exclusiva responsabilidad y cargo de Contratista.

### 3.23. SUBCONTRATOS

Ninguna parte de la obra podrá ser subcontratada sin consentimiento previo, solicitando por escrito, del Director de la Obra. Dicha solicitud incluirá los datos precisos para garantizar que el subcontratista posea las capacidades suficientes para hacerse cargo de los trabajos en cuestión. La aceptación del subcontrato no relevará al Contratista de su responsabilidad contractual. El Director de la Obra

estará facultado para decidir la exclusión de aquellos subcontratistas que, previamente aceptados, no demuestren, durante los trabajos, poseer las condiciones requeridas para la ejecución de los mismos. El Contratista deberá adoptar las medidas precisas e inmediatas para la rescisión de dichos subcontratos.

### 3.24. RECEPCION PROVISIONAL

En la recepción provisional se efectuará conjuntamente con el Contratista, una revisión detallada de todos los elementos constituyentes de las obras e instalaciones realizadas.

### 3.25. INFORMACION TECNICA

Una vez ejecutadas, aprobadas y puesta en servicio las instalaciones, el Contratista facilitará a su cargo al Director de la Obra y antes de la recepción provisional, cinco (5) ejemplares redactados en lengua española y en léxico apropiado, conteniendo la siguiente información:

- a) Descripción eléctrica y mecánica del funcionamiento de la instalación
- b) Relación de piezas con sus planos y circuitos.
- c) Normas de mantenimiento preventivo.
- d) Normas de mantenimiento correctivo y localización de averías.
- e) Fichas de mantenimiento.

### 3.26. CONSERVACION DE LAS OBRAS Y PLAZO DE GARANTIA

El Contratista queda comprometido a conservar por su cuenta hasta que sean recibidas provisionalmente, todas las obras que integran el Proyecto.

Asímismo, queda obligado a la conservación de las obras e Instalaciones durante el plazo de garantía de un año (1). Durante éste, deberá realizar cuantos trabajos sean precisos para mantener las obras e instalaciones ejecutadas en perfecto estado.

Una vez terminadas las obras, se procederá a realizar su limpieza final. Asímismo, todas las instalaciones, caminos provisionales, depósitos y edificios construídos con

carácter temporal, deberán ser removidos y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original.

Todo ello se efectuará de forma que las zonas afectadas queden completamente acordes con el paisaje circundante. La limpieza final y retirada de instalaciones se considerarán incluidas en el contrato y por lo tanto, su realización no será objeto de abono directo.

### 3.27. RECEPCION DEFINITIVA

Transcurrido un año de la recepción provisional, se efectuará la recepción definitiva.

### 3.28. PLAZO PARA LA LIQUIDACION

La liquidación general deberá quedar terminada en el plazo de un año a contar desde la recepción provisional siendo de cuenta del Contratista todos los gastos que se originen.

### 3.29. GASTOS DE CARACTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA

Serán por cuenta del Contratista los gastos de anuncios, escrituras y otros que origine la subasta o concurso y la formalización del contrato, los Impuestos Fiscales vigentes, así como los gastos de replanteo, inspección, dirección, vigilancia y liquidación hasta el importe máximo que fija la normativa vigente.



**Universidad**  
Zaragoza



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
**Universidad** Zaragoza

Proyecto Fin de Carrera

**ELECCIÓN DE LA APARAMENTA Y  
SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE UNA  
SUBESTACIÓN DE TRACCIÓN DE LA LÍNEA  
DE ALTA VELOCIDAD**

**PRESUPUESTO**

Autor

Oscar Agustín Morillas

Director

Antonio Montañés

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2015

## INDICE

1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS 220 KV .....	3
2. INSTALACIONES ELÉCTRICAS 27,5 KV .....	5
3. PROTECCIONES .....	7
4. INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS .....	8
5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	8
6. RESUMEN DE PRESUPUESTO .....	9



## 1,-INSTALACIONES ELECTRICAS 220 KV

CONCEPTO	Nº UNIDADES	EUR/UNIDAD	TOTAL
SUMINISTRO DE SECCIONADOR TRIFASICO, ROTATIVO, TIPO EXTERIOR, TRES COLUMNAS, DOBLE APERTURA LATERAL, TENSIÓN 245 KV, IN 1600 A, INTENSIDAD DE CORTA DURACIÓN ADMISIBLE 50 KA, CON MANDO MOTORIZADO Y TRANSMISIÓN	2	18.150,00	36.300,00
TRANSFORMADOR DE TENSIÓN INDUCTIVO PARA CONEXIÓN FASE TIERRA CON CIRCUITO INDUCTIVO ANTIRRESONANTE, CON CUATRO DEVANADOS SECUNDARIOS.-TENSIÓN MÁXIMA DEL MATERIAL 245 KV-RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN 220.000: V3 / 110: V3 - 110: V3 - 110: V3 V - 110:V3 V. DEVANADOS SECUNDARIOS: 1) MEDIDA FISCAL :50 VA, CL 0,2. 2) MEDIDA CONTROL INTERNO DE LA S/E: 50 VA, CL 0,5. 3) PROTECCIÓN:50 VA, 3P.4) MEDIDA FISCAL REDUNDANTE :50 VA, CL 0,2 - TENSIÓN DE PRUEBA A FRECUENCIA INDUSTRIAL 460 KV -TENSIÓN DE PRUEBA TIPO RAYO 1,2/50US 1050 KV -INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO 50 KA.	4	12.100,00	48.400,00
SUMINISTRO DE INTERRUPTOR AUTOMÁTICO BIPOLAR, TENSIÓN NOMINAL 220 KV, TENSIÓN MÁXIMA DEL MATERIAL 245 KV, TENSIÓN DE PRUEBA DE MANIOBRA 460 KV. TENSIÓN DE PRUEBA TIPO RAYO 1,2/50 US 1050 A, INTENSIDAD NOMINAL 1250 A. INTENSIDAD SUBTRANSITORIA DE CORTOCIRCUITO 50 KA. INTENSIDAD DINÁMICA 100 KA. AISLAMIENTO SF6, CON BOBINAS DE CIERRE Y DOBLE BOBINA DE APERTURA. TENSIÓN DE CONTROL 125 VCC .	2	38.350,00	76.700,00

<p>SUMINISTRO DE TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD PARA MEDIDA Y PROTECCIÓN CON 5 DEVANADOS SECUNDARIOS, EN BAÑO DE ACEITE. - TENSIÓN MÁXIMA DEL MATERIAL: 245 KV-RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN: 150-300/5-5-5-5 A DEVANADOS SECUNDARIOS: 1) MEDIDA FISCAL:15 VA, CL 0,2S. 2) MEDIDA CONTROL INTERNO DE LA S/E: 20 VA, CL 0,5. 3) PROTECCION 25 VA, 5P20. 4) PROTECCION 25 VA, 5P20 5) MEDIDA FISCALREDUNDANTE 15 VA, CL 0,2S -TENSIÓN DE PRUEBA A FRECUENCIA INDUSTRIAL 460 KV-TENSIÓN DE PRUEBA TIPO RAYO 1,2/50US 1050 KV-INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO 50 KA.</p>	4	12.500,00	50.000,00
<p>SUMINISTRO DE AUTOVALVULA DE OXIDO DE ZN PARA 245 KV, TENSIÓN DE SERVICIO CONTINUO 138 KV, TENSIÓN ASIGNADA 172 KV. CON BASE AISLANTE Y CONTADOR DE DESCARGAS.</p>	4	3.630,00	14.150,00
<p><b>TOTAL INSTALACIONES ELECTRICAS 220 KV</b></p>			<p><b>225.550,00</b></p>

## 2.-INSTALACIONES ELECTRICAS 27,5 KV

CONCEPTO	Nº UNIDADES	EUR/UNIDAD	TOTAL
<p>SUMINISTRO DE CELDA DE ENTRADA DE TRAFOS, CON DISYUNTOR BIFASICO DE VACÍO DE 2000 A, 52 KV, 25 KA INTENSIDAD SUBTRANSITORIA DE CORTOCIRCUITO Y 63 KA INTENSIDAD DE CHOQUE. MOTORIZADO, CON BOBINA DE CIERRE Y APERTURA Y CONTACTOS AUXILIARES.</p> <p>SECCIONADOR BIFASICO DE 2000 A, 52 KV, 25 KA INTENSIDAD SUBTRANSITORIA DE CORTOCIRCUITO Y 63 KA INTENSIDAD DE CHOQUE. MOTORIZADO, CONTACTOS AUXILIARES. CON SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA EN EL LADO DE ENTRADA DE CABLE, CON ENCLAVAMIENTO ELÉCTRICO Y MECÁNICO QUE IMPIDA SU CIERRE CON TENSIÓN Y APERTURA SIN LLAVE. DOS TRAFOS DE TENSIÓN CON DOBLE SECUNDARIO, PARA MEDIDA Y PROTECCIÓN 27,5: V3 / 0,110:V3-0,110;V3 KV, 30 VA 3P-25VA CL 0,5.Y DOS TRAFOS DE INTENSIDAD CON DOBLE SECUNDARIO, 750-1500/5-5 A, 30 VA 10P10-15 VA CL 0,5 PARA MEDIDA Y PROTECCIÓN.</p>	2	34.500,00	69.000,00
<p>SUMINISTRO DE CELDA DE REMONTE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA, CON DISYUNTOR BIFASICO DE VACIO DE 2000 A, 52 KV, 25 KA INTENSIDAD SUBTRANSITORIA DE CORTOCIRCUITO Y 63 KA INTENSIDAD DE CHOQUE. MOTORIZADO, CON BOBINA DE CIERRE Y APERTURA Y CONTACTOS AUXILIARES. SECCIONADOR BIFASICO DE 2000 A, 52 KV, 25 KA INTENSIDAD SUBTRANSITORIA DE CORTOCIRCUITO Y 63 KA INTENSIDAD DE CHOQUE. MOTORIZADO, CONTACTOS AUXILIARES. CON SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA EN EL LADO DE ENTRADA DE CABLE, CON ENCLAVAMIENTO ELECTRICO Y MECÁNICO QUE IMPIDA SU CIERRE CON TENSIÓN Y APERTURA SIN LLAVE. DOS TRAFOS DE TENSIÓN CON DOBLE SECUNDARIO, PARA MEDIDA Y PROTECCIÓN 27,5: V3 / 0,110:V3-0,110;V3 KV, 30 VA 3P-25VA CL 0,5</p>	2	31.850,00	63.700,00

<p>SUMINISTRO DE CELDA DE REMONTE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA, CON DISYUNTOR BIFASICO DE VACIO DE 2000 A, 52 KV, 25 KA INTENSIDAD SUBTRANSITORIA DE CORTOCIRCUITO Y 63 KA INTENSIDAD DE CHOQUE. MOTORIZADO, CON BOBINA DE CIERRE Y APERTURA Y CONTACTOS AUXILIARES. SECCIONADOR BIFASICO DE 2000 A, 52 KV, 25 KA INTENSIDAD SUBTRANSITORIA DE CORTOCIRCUITO Y 63 KA INTENSIDAD DE CHOQUE. MOTORIZADO, CONTACTOS AUXILIARES. CON SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA EN EL LADO DE ENTRADA DE CABLE, CON ENCLAVAMIENTO ELECTRICO Y MECÁNICO QUE IMPIDA SU CIERRE CON TENSIÓN Y APERTURA SIN LLAVE. DOS TRAFOS DE TENSIÓN CON DOBLE SECUNDARIO, PARA MEDIDA Y PROTECCIÓN 27,5: V3 / 0,110:V3-0,110;V3 KV, 30 VA 3P-25VA CL 0,5</p>	1	24.650,00	24.650,00
<p>SUMINISTRO DE CELDA DE REMONTE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA CON SECCIONADOR BIFASICO DE 2000 A, 52 KV, 25 KA INTENSIDAD SUBTRANSITORIA DE CORTOCIRCUITO Y 63 KA INTENSIDAD DE CHOQUE. MOTORIZADO, CONTACTOS AUXILIARES. CON SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA EN EL LADO DE ENTRADA DE CABLE, CON ENCLAVAMIENTO ELECTRICO Y MECÁNICO QUE IMPIDA SU CIERRE CON TENSIÓN Y APERTURA SIN LLAVE. DOS TRAFOS DE TENSIÓN CON DOBLE SECUNDARIO, PARA MEDIDA Y PROTECCIÓN 27,5: V3 / 0,110:V3-0,110;V3 KV, 30 VA 3P-25VA CL 0,5</p>	1	21.800,00	21.800,00
<p>SUMINISTRO DE PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS DE PROTECCIÓN, DE ÓXIDO DE CINCO, DE RESISTENCIA VARIABLE. PARA SISTEMA MONOFÁSICO 27,5 KV, CON NEUTRO RÍGIDO A TIERRA, TENSIÓN SERVICIO CONTINUO, 27,5 KV, TENSIÓN ASIGNADA, 34 KV. CORRIENTE NOMINAL DE DESCARGA 20 KA</p>	8	1.100,00	8.800,00
<p>SUMINISTRO DE SECCIONADOR UNIPOLAR, INSTALACION EXTERIOR, APERTURA VERTICAL, 36 KV, 2500 A, CON MANDO MOTORIZADO AE- 35 A 125 VCC, INCLUSO TRANSMISIÓN.</p>	8	4.500,00	36.000,00

SUMINISTRO DE ARMARIO BARRA CERO PARA SUBESTACIÓN, INCLUYENDO DOBLE PLETINA DE COBRE, CABLES DE COBRE CONEXIONADOS A CARRIL TIERRA, LADO REMONTE DE CADA VIA, INCLUIDO MATERIALES DE FIJACIÓN.	1	5.500,00	5.500,00
<b>TOTAL INSTALACIONES ELECTRICAS 27,5 KV</b>			<b>229.450,00</b>

### **3.-PROTECCIONES**

CONCEPTO	Nº UNIDADES	EUR/UNIDAD	TOTAL
SUMINISTRO, DE EQUIPO PARA CONTROL Y PROTECCIÓN DE LÍNEA DE LLEGADA, RELÉS DE PROTECCIÓN Y RELÉS AUXILIARES.	2	2.178,00	4.356,00
SUMINISTRO DE EQUIPO PARA CONTROL Y PROTECCIÓN DEL TRANSFORMADOR DE TRACCIÓN, RELÉS DE PROTECCIÓN Y RELÉS AUXILIARES.	2	7.865,00	15.730,00
SUMINISTRO DE EQUIPO PARA CONTROL Y PROTECCIÓN DE CELDA DE 27,5 KV DE SALIDA DE A CATENARIA O SECCIONAMIENTO, INSTALADO EN LA PROPIA CELDA, INCLUYENDO RELÉS DE PROTECCIÓN Y RELÉS AUXILIARES.	4	7.250,00	14.500,00
<b>TOTAL PROTECCIONES</b>			<b>34.586,00</b>

#### **4.- INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS**

CONCEPTO	Nº UNIDADES	EUR/UNIDAD	TOTAL
RED DE TIERRAS AEREA, REALIZADA CON CABLE DE ACERO GALVANIZADO DE 72,2 MM2 Y 11 MM DE DIAMETRO, MONTADO SOBRE COLUMNAS METÁLICAS DE ACERO GALVANIZADO DE 14 M DE ALTURA. TOTALMENTE MONTADO Y CONEXIONADO.	1	2.800,00	2.800,00
RED DE TIERRAS SUBTERRANEA, COMPUESTA POR CABLE DE COBRE DE 150 MM2 CU DESNUDO, FORMANDO UNA RED INFERIOR, CON NUEVE ELECTRODOS SEMIPROFUNDOS, UNIDOS ENTRE SI, Y RED DE TIERRAS SUPERIOR FORMADA POR UNA MALLA RETICULADA DE CABLE DE 150 MM2, CON PICAS DE 1.5 M DE LONGITUD Y ANODOS DE ZN.	1	15.000,00	15.000,00
<b>TOTAL INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS</b>			<b>17.800,00</b>

#### **5.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

CONCEPTO	Nº UNIDADES	EUR/UNIDAD	TOTAL
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	1	24.000,00	24.000,00
<b>TOTAL ESTUDIO</b>			<b>24.000,00</b>

## **6.- RESUMEN DE PRESUPUESTO**

CONCEPTO	TOTAL
INSTALACIONES ELÉCTRICAS 220 KV	225.550,00
INSTALACIONES ELÉCTRICAS 27,5 KV	229.450,00
PROTECCIONES	34.586,00
INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS	17.800,00
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	24.000,00
<b>TOTAL PROYECTO</b>	<b>531.386,00</b>



**Universidad**  
Zaragoza



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
**Universidad** Zaragoza

Proyecto Fin de Carrera

**ELECCIÓN DE LA APARAMENTA Y  
SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE UNA  
SUBESTACIÓN DE TRACCIÓN DE LA LÍNEA  
DE ALTA VELOCIDAD**

**PLANOS**

Autor

Oscar Agustín Morillas

Director

Antonio Montañés

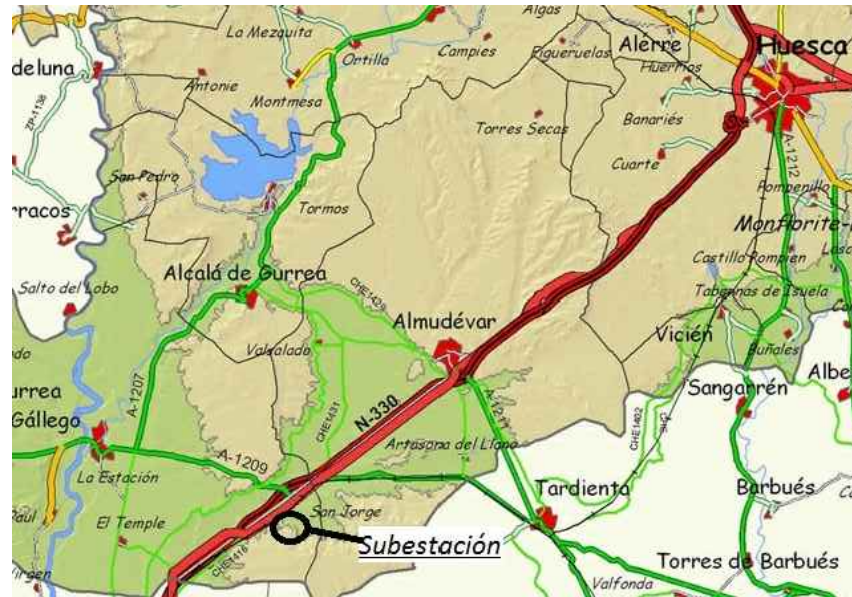
Escuela de Ingeniería y Arquitectura


2015




## INDICE DE PLANOS

- 0.1. SITUACIÓN
- 0.2. EMPLAZAMIENTO
- 1.1. PLANTA SUBESTACIÓN
- 1.2. ESQUEMA UNIFILAR
- 2.1 ALZADO A.T.
- 3.1 SALIDA M.T. TRAFIO
- 3.2 PÓRTICO CATENARIA-FEEDER
- 4.1 RED DE TIERRA INFERIOR
- 4.2 RED DE TIERRA SUPERIOR
- 4.3 RED DE TIERRA AEREA

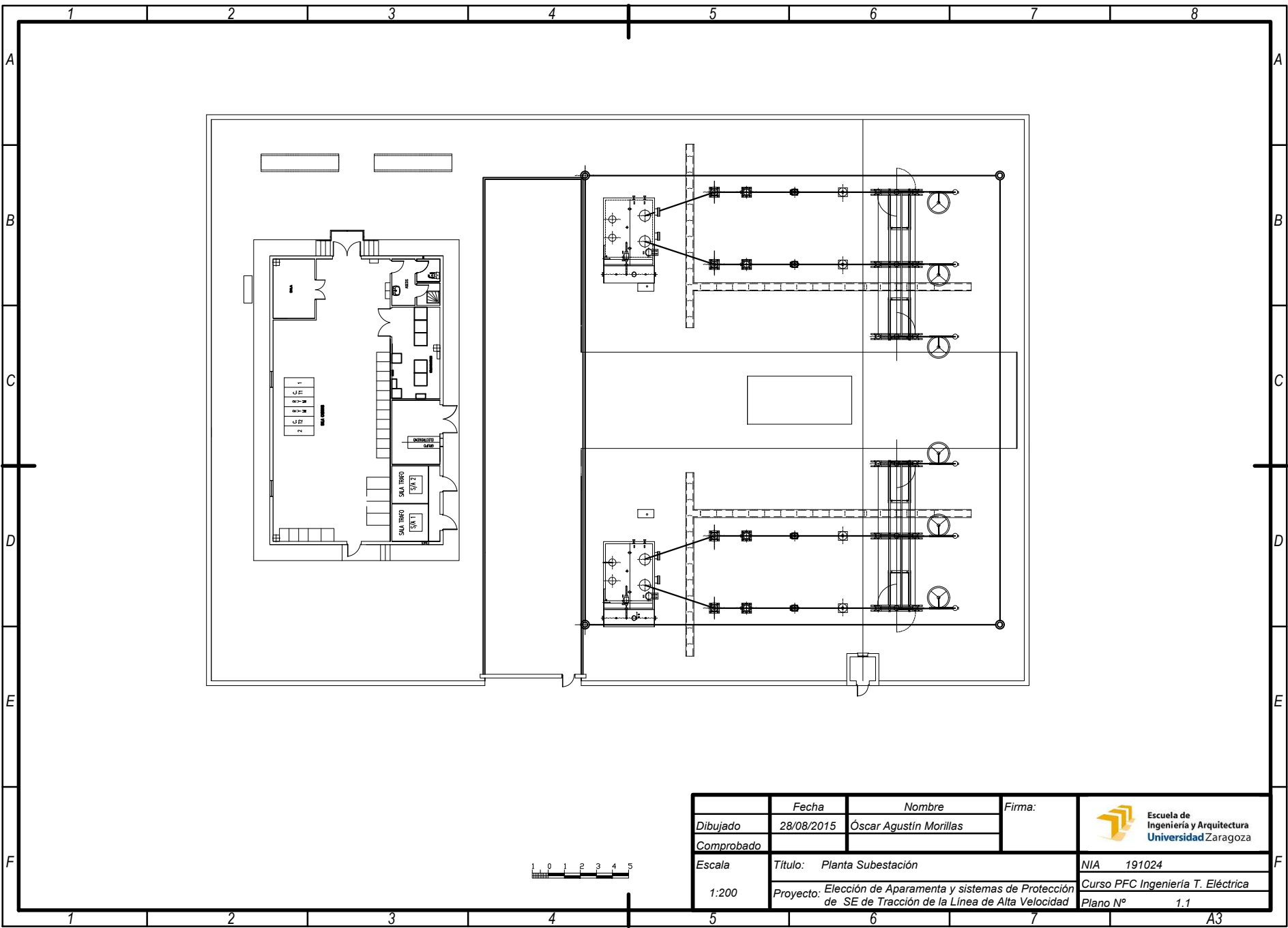



	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	28/08/2015	Óscar Agustín Morillas		
Comprobado				
Escala	Título: PLANO DE SITUACIÓN			NIA 191024
	Proyecto: Elección de Aparataje y sistemas de Protección de SE de Tracción de la Línea de Alta Velocidad			Curso PFC Ingeniería T. Eléctrica Plano Nº 0.1

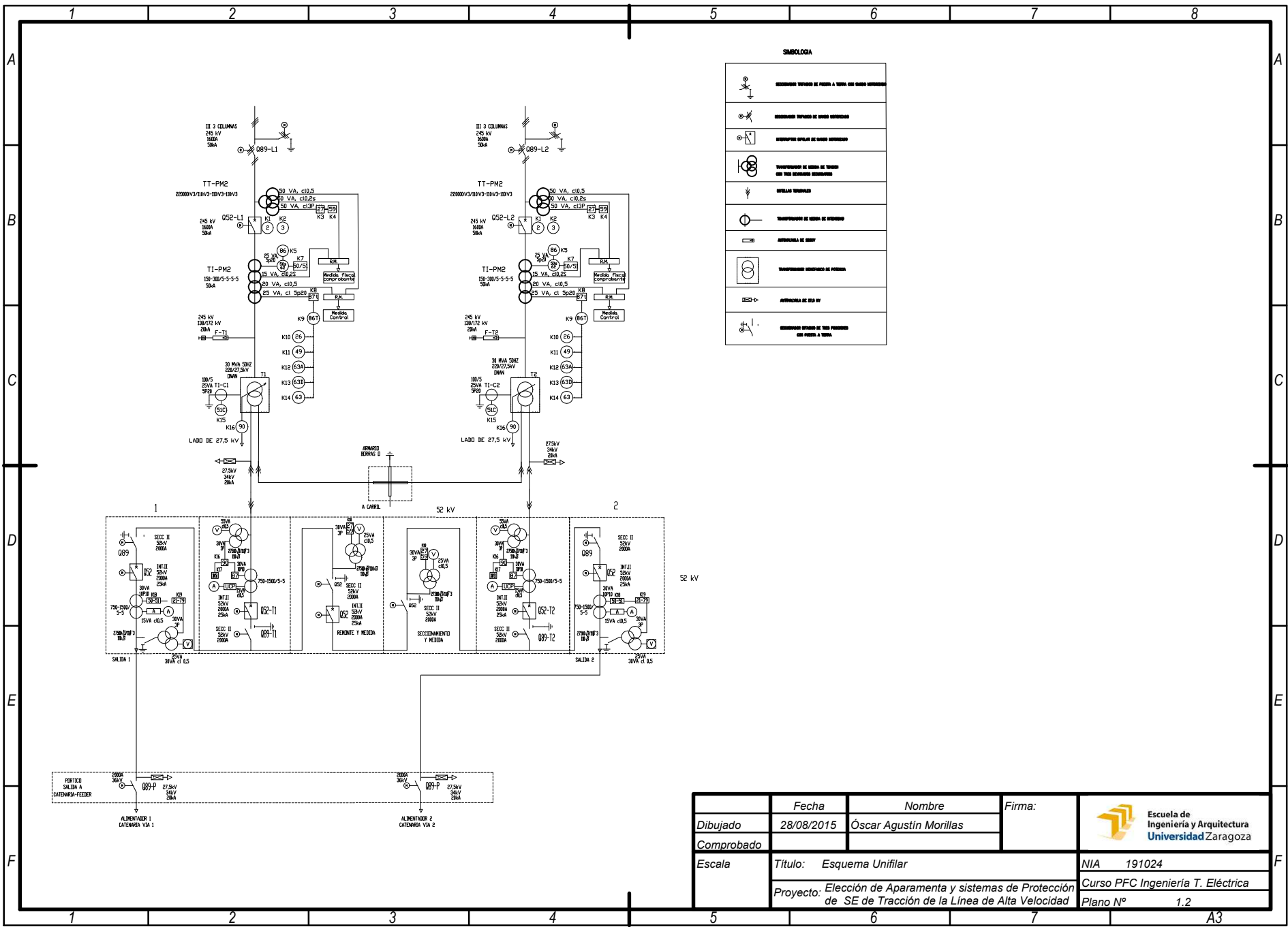


	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	28/08/2015	Óscar Agustín Morillas		
Comprobado				
Escala	Título: EMPLAZAMIENTO			NIA 191024
	Proyecto: Elección de Aparatación y sistemas de Protección de SE de Tracción de la Línea de Alta Velocidad			Curso PFC Ingeniería T. Eléctrica
				Plano N° 0.2

A3



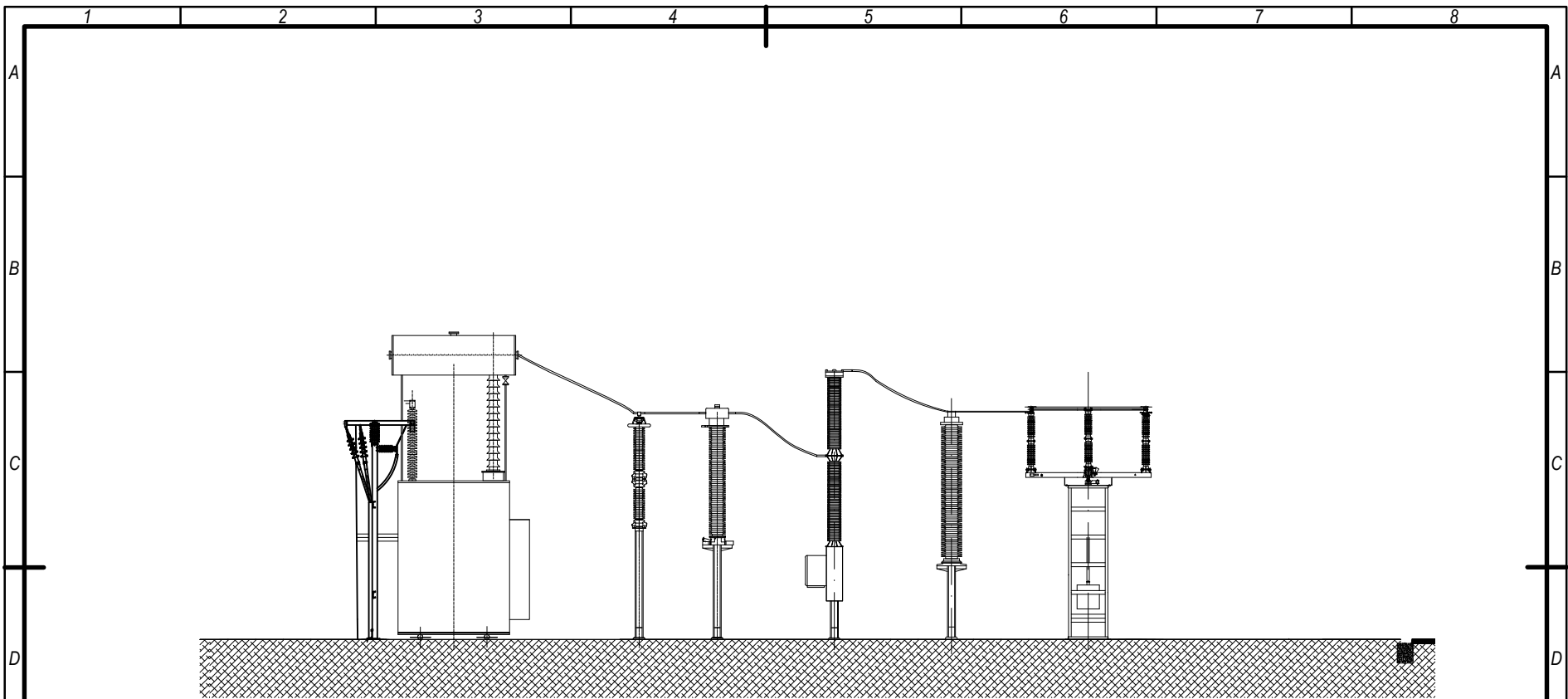
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
<i>Dibujado</i>	28/08/2015	Óscar Agustín Morillas		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título:</i> Planta Subestación			NIA 191024
1:200	<i>Proyecto:</i> Elección de Aparatación y sistemas de Protección de SE de Tracción de la Línea de Alta Velocidad			Curso PFC Ingeniería T. Eléctrica Plano N° 1.1




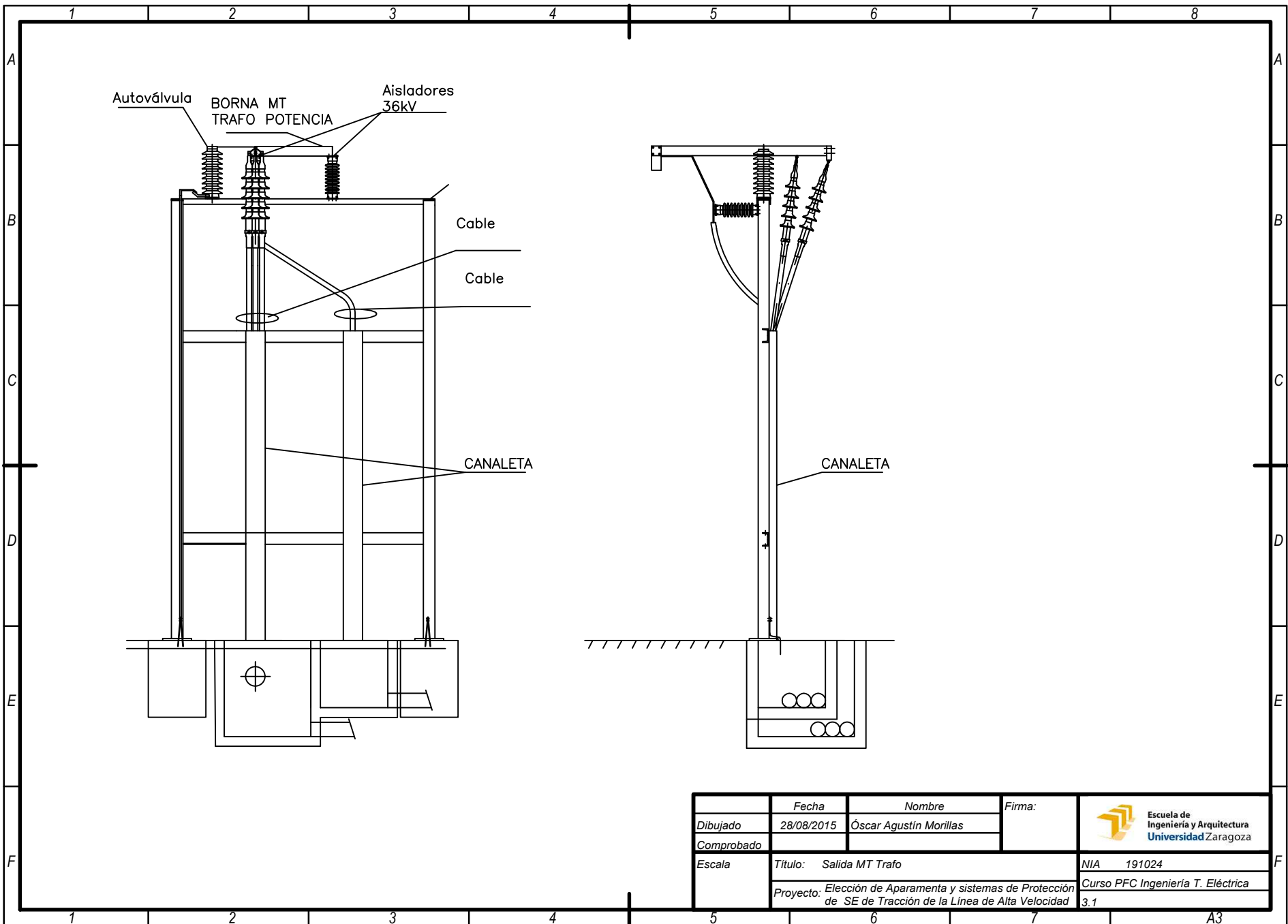
**SIMBOLOGIA**


	DESCRIPCION: SUPLENTE DE FUENTE A TERCERA, CON NEUTRO TIERRADO
	DESCRIPCION: SUPLENTE DE FUENTE SIN NEUTRO
	DESCRIPCION: SUPLENTE DE FUENTE SIN NEUTRO
	DESCRIPCION: TRANSFORMADOR DE FUENTE DE TERCERA CON NEUTRO TIERRADO
	ESTRELLA TIERRADA
	TRANSFORMADOR DE FUENTE DE TERCERA
	TRANSFORMADOR TIERRADO DE FUENTE
	TRANSFORMADOR DE FUENTE DE TERCERA
	DESCRIPCION: SUPLENTE DE FUENTE SIN NEUTRO CON FUENTE A TERCERA

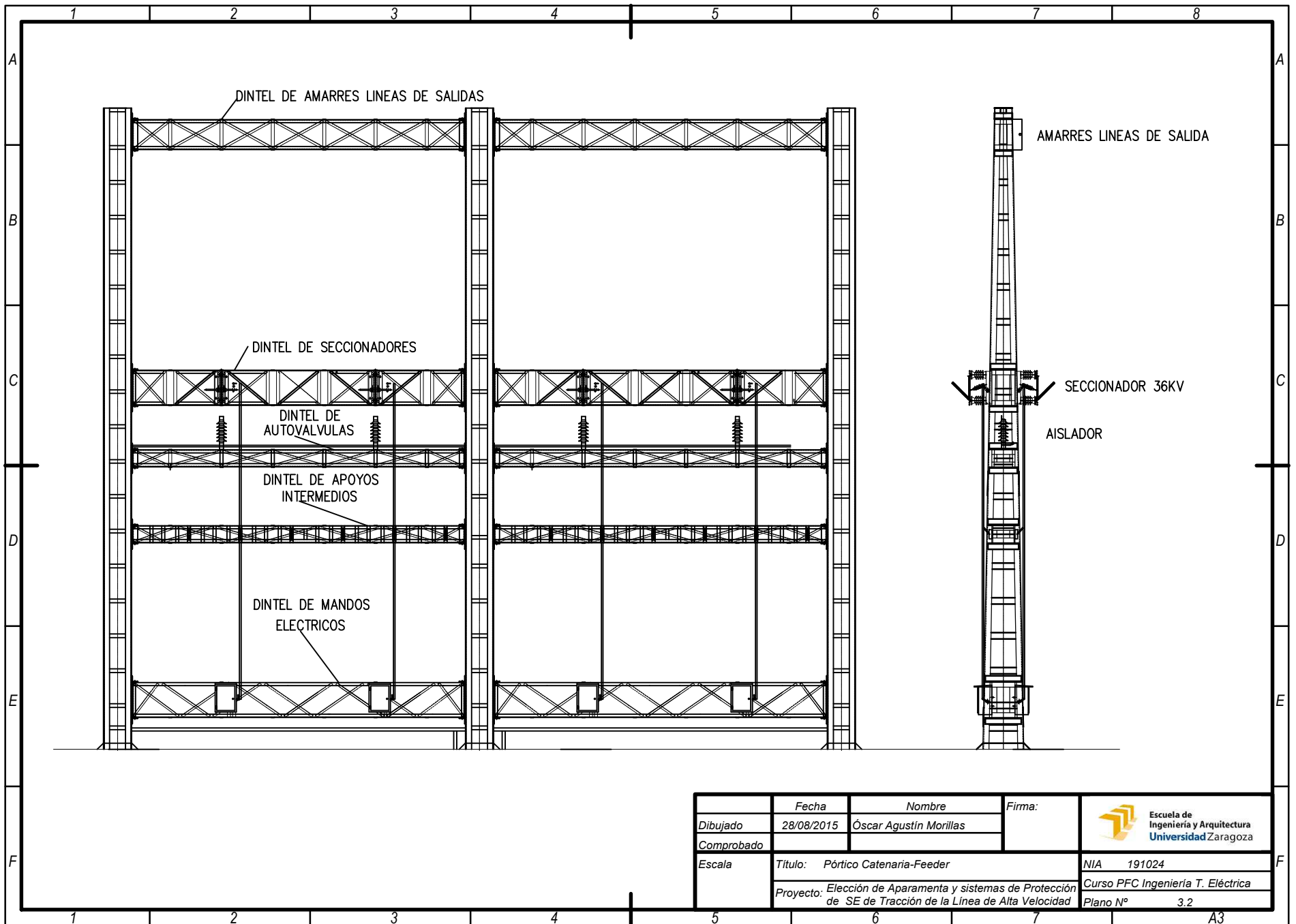
	Fecha	Nombre	Firma:		Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	28/08/2015	Óscar Agustín Morillas			
Comprobado					
Escala	Título: Esquema Unifilar			NIA	191024
	Proyecto: Elección de Aparatación y sistemas de Protección de SE de Tracción de la Línea de Alta Velocidad			Curso PFC Ingeniería T. Eléctrica	
				Plano N°	1.2




	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
<i>Dibujado</i>	28/08/2015	Óscar Agustín Morillas		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título:</i> Alzado AT			NIA 191024
	<i>Proyecto:</i> Elección de Aparatación y sistemas de Protección de SE de Tracción de la Línea de Alta Velocidad			Curso PFC Ingeniería T. Eléctrica
				Plano N° 2.1

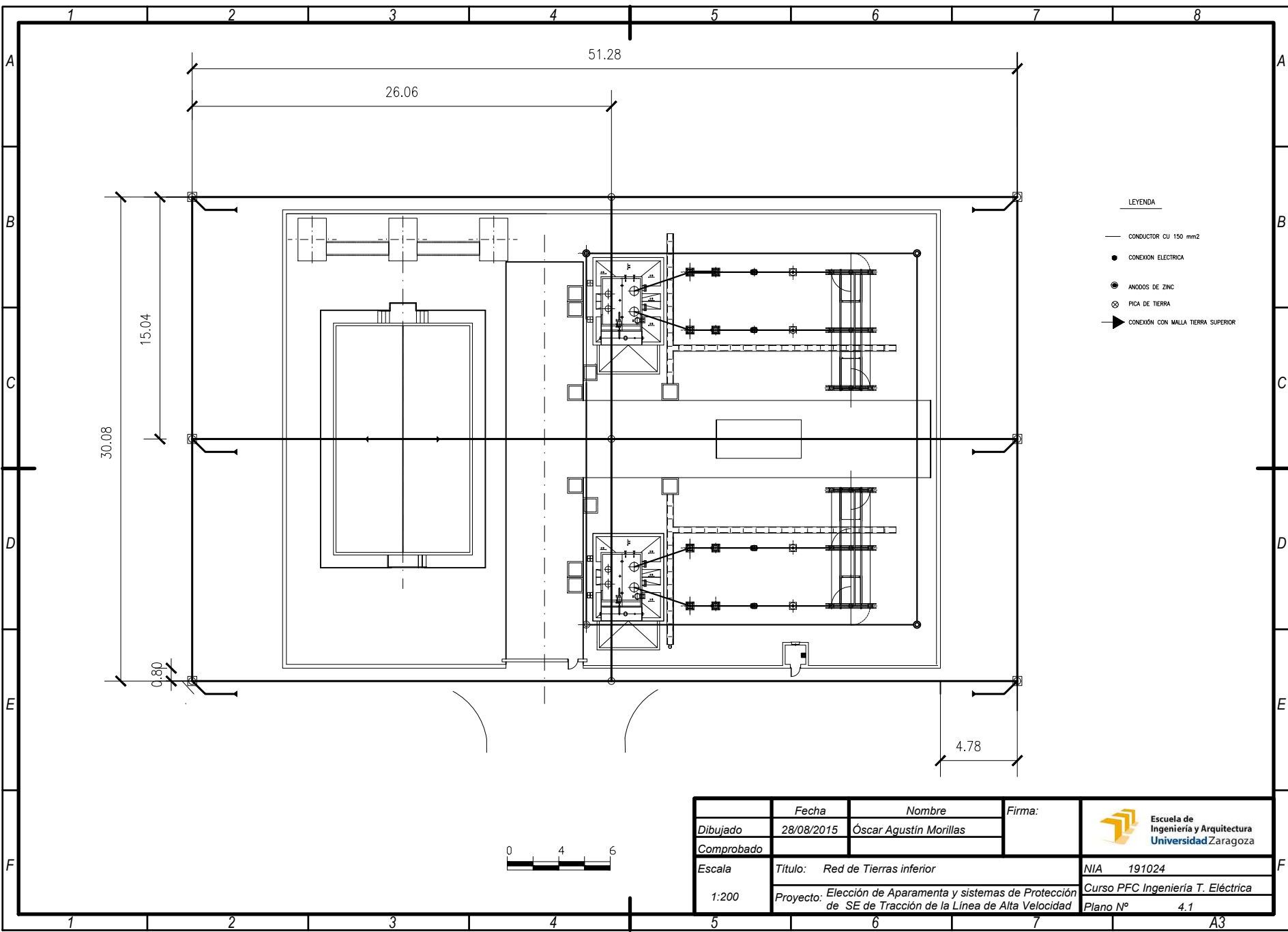


	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	28/08/2015	Óscar Agustín Morillas		
Comprobado				
Escala	Título: Salida MT Trafo Proyecto: Elección de Aparatación y sistemas de Protección de SE de Tracción de la Línea de Alta Velocidad			NIA 191024 Curso PFC Ingeniería T. Eléctrica 3.1




	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	28/08/2015	Óscar Agustín Morillas		
Comprobado				
Escala	Título: Pórtico Catenaria-Feeder Proyecto: Elección de Aparatación y sistemas de Protección de SE de Tracción de la Línea de Alta Velocidad			NIA 191024 Curso PFC Ingeniería T. Eléctrica Plano N° 3.2



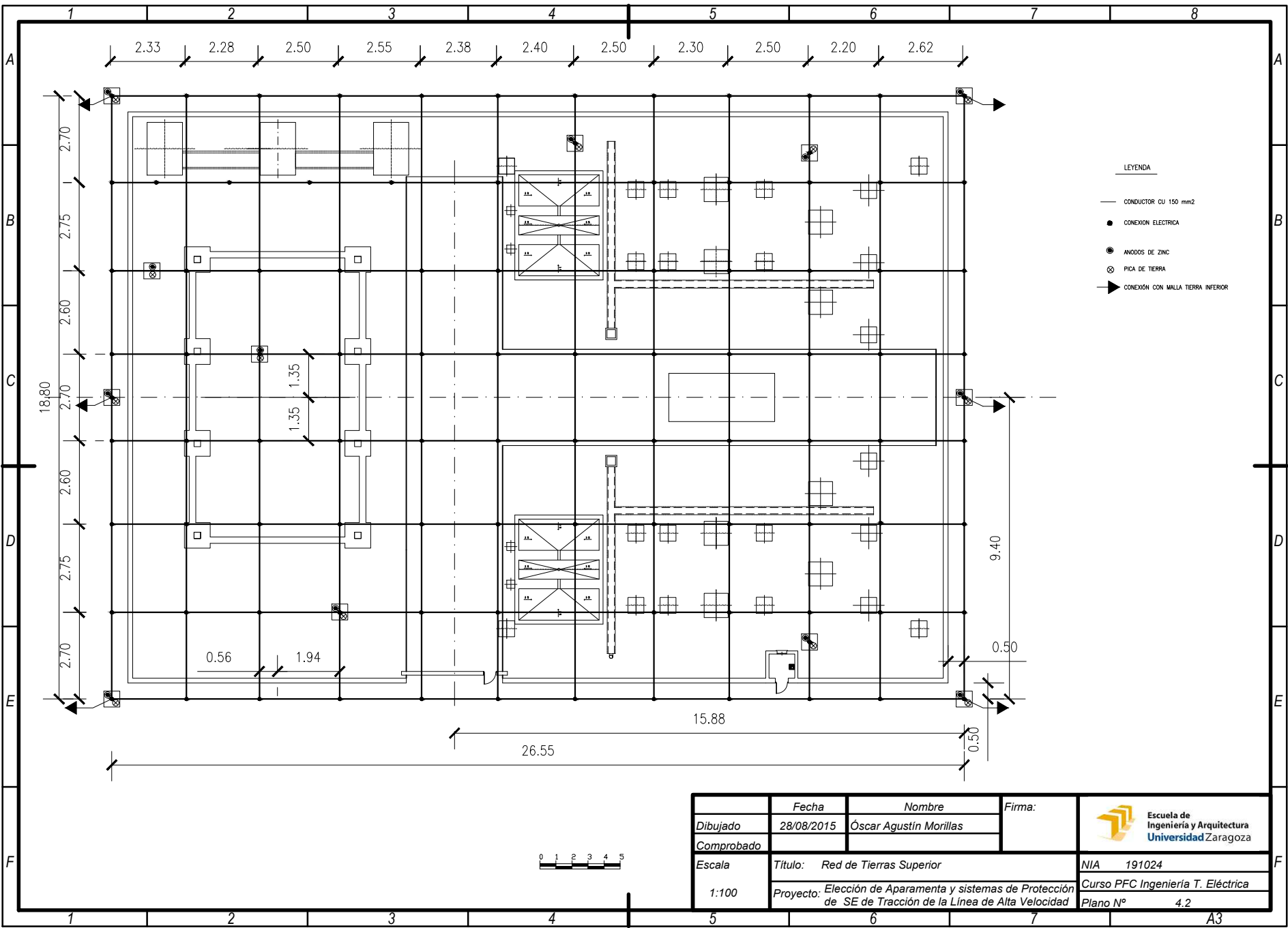


LEYENDA

- CONDUCTOR CU 150 mm<sup>2</sup>
- CONEXION ELECTRICA
- ⊙ ANODOS DE ZINC
- ⊗ PICA DE TIERRA
- ▶ CONEXIÓN CON MALLA TIERRA SUPERIOR


	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	28/08/2015	Óscar Agustín Morillas		
Comprobado				
Escala	Titulo: Red de Tierras inferior			NIA 191024
1:200	Proyecto: Elección de Aparatamento y sistemas de Protección de SE de Tracción de la Línea de Alta Velocidad			Curso PFC Ingeniería T. Eléctrica Plano Nº 4.1

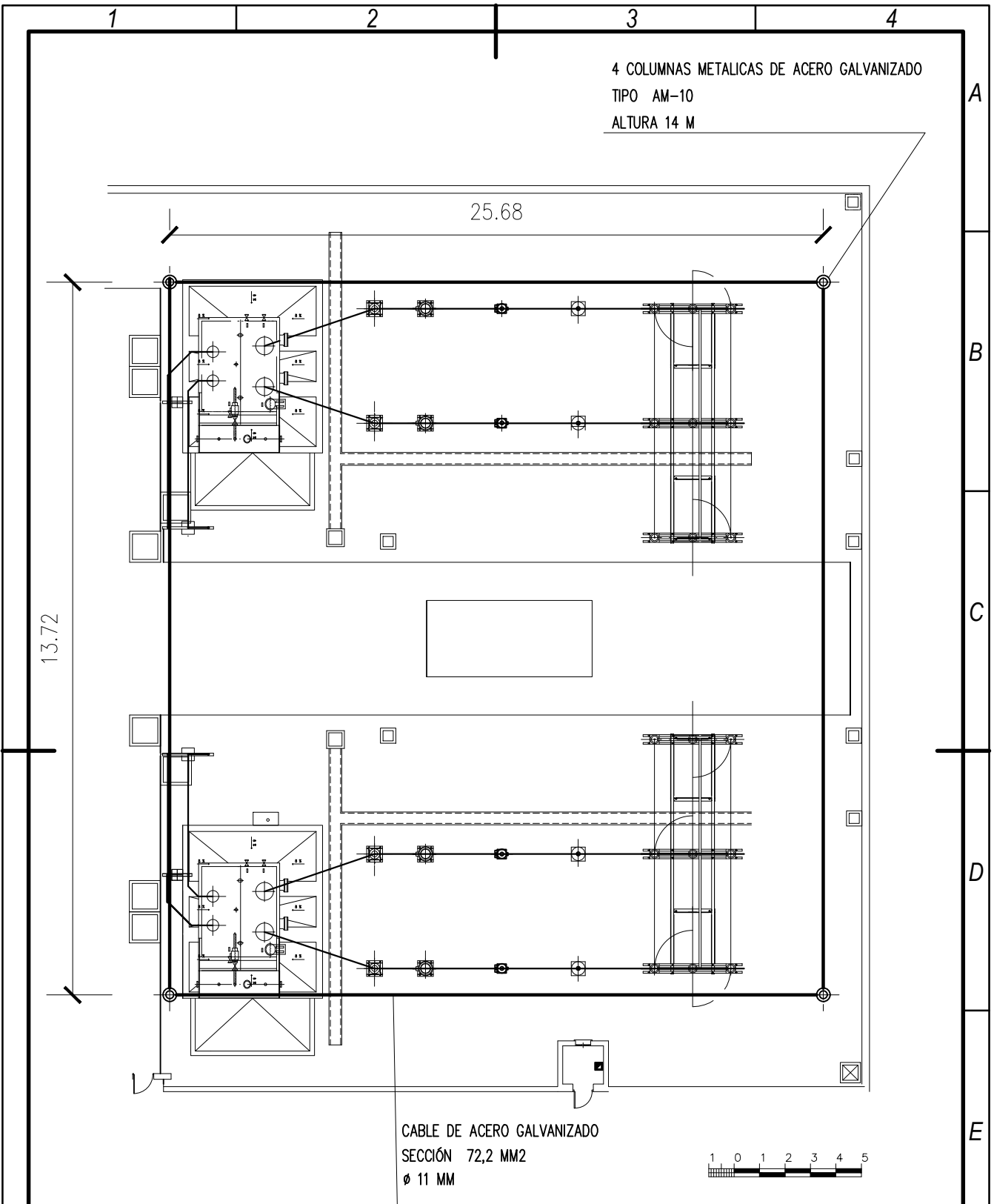





- LEYENDA
- CONDUCTOR CU 150 mm<sup>2</sup>
  - CONEXIÓN ELECTRICA
  - ⊙ ANODOS DE ZINC
  - ⊗ PICA DE TIERRA
  - ➔ CONEXIÓN CON MALLA TIERRA INFERIOR



	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	28/08/2015	Óscar Agustín Morillas		
Comprobado				
Escala	Título: Red de Tierras Superior			NIA 191024
1:100	Proyecto: Elección de Aparatación y sistemas de Protección de SE de Tracción de la Línea de Alta Velocidad			Curso PFC Ingeniería T. Eléctrica
				Plano N° 4.2



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
<i>Dibujado</i>	28/08/2015	Óscar Agustín Morillas		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título:</i> Red de Tierras Aérea		NIA 191024	F
1:100	<i>Proyecto:</i> Elección de Aparameta y sistemas de Protección de SE de Tracción de la Línea de Alta Velocidad		<i>Curso</i> PFC Ingeniería T. Eléctrica <i>Plano N°</i> 4.3	