



universidad  
de león



# Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial

## GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

Trabajo de Fin de Grado

PROYECTO DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA  
TRANSFORMADORA DE 220/132 KV EN LA LOCALIDAD DE  
LA MUDARRA (VALLADOLID)

PROJECT FOR A 220/132 KV TRANSFORMING ELECTRICAL  
SUBSTATION IN THE TOWN OF LA MUDARRA (VALLADOLID)

Autor: Víctor Alonso Fernández  
Tutor: Alberto González Martínez

(Julio, 2023)

**UNIVERSIDAD DE LEÓN**  
**Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y**  
**Aeroespacial**

**GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA**  
**Trabajo de Fin de Grado**

**ALUMNO:** Víctor Alonso Fernández

**TUTOR:** Alberto González Martínez

**TÍTULO:** Proyecto de una subestación eléctrica transformadora de 220/132kV en la localidad de la Mudarra (Valladolid)

**TITLE:** Project for a 220/132kV transforming electrical substation in the town of la Mudarra (Valladolid).

**CONVOCATORIA:** Julio, 2023

**RESUMEN:** El siguiente documento tiene el objetivo de agrupar todas las condiciones técnicas, económicas y materiales para la construcción de una subestación eléctrica de la red de distribución destinada a abastecer los municipios del alfoz de Valladolid en alta tensión (132 kV) y tres núcleos menores de población en media tensión (20 kV).

Por tanto, este documento simula el Proyecto Administrativo de Construcción que sería necesario presentar en el ayuntamiento y demás administraciones competentes para solicitar la Autorización Administrativa de Construcción en un caso real.

Dado que la misión de dicho proyecto es simular uno real, este contempla todos los documentos oficiales necesarios para describir al detalle los trabajos a realizar.

La razón por la que se plantea la construcción de esta subestación eléctrica es la de aumentar el número de líneas existentes en la red de distribución de esta zona para mejorar la calidad del servicio, aumentar la estabilidad del sistema y prevenir futuros aumentos de consumo en dichas localidades.

**ABSTRACT:** The following document has the objective of grouping all the technical, economic and material conditions for the construction of an electrical substation of the distribution network destined to supply the municipalities of the Alfoz de Valladolid in high voltage (132 kV) and three smaller population centers in medium voltage (20 kV).

Therefore, this document simulates the Administrative Construction Project that would be necessary to submit to the town hall and other competent administrations to request the Administrative Construction Authorization in a real

case.

Since the mission of this project is to simulate a real one, it includes all the official documents necessary to describe the work to be carried out in detail.

The reason for the construction of this electrical substation is to increase the number of existing lines in the distribution network of this area to improve the quality of the service, increase the stability of the system and prevent future increases in consumption in these areas. localities.

**Palabras clave:** Proyecto, Subestación, Transformador, Red de reparto, Alta tensión, Media tensión, Electricidad.

**Firma del alumno:**

**VºBº Tutor/es:**

# **DOCUMENTO 1**

## **ÍNDICE GENERAL**

## MEMORIA

1.	OBJETIVO DEL PROYECTO .....	1
2.	ALCANCE DEL PROYECTO.....	1
3.	ANTECEDENTES .....	1
4.	NORMAS Y REFERENCIAS .....	1
5.	PROMOTOR .....	4
6.	REQUISITOS DE DISEÑO .....	4
7.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	4
7.1.	SUBESTACIÓN .....	4
7.2.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA SUBESTACIÓN .....	5
7.2.1.	SUBESTACIÓN DE INTEMPERIE .....	5
7.2.2.	SUBESTACIÓN DE INTERIOR.....	5
8.	DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA UNIFILAR.....	5
8.1.	DIAGRAMA UNIFILAR.....	6
8.1.1.	LÍNEAS DE ENTRADA DE 220 KV .....	6
8.1.2.	LÍNEAS DE LOS TRANSFORMADORES T1 Y T2.....	6
8.1.3.	LÍNEAS DE LOS TRANSFORMADORES T3 Y T4.....	6
8.1.4.	LÍNEAS DE SALIDA DE 132 KV .....	7
8.1.5.	LÍNEAS DE SALIDA DE 20 KV.....	7
8.1.6.	EMBARRADOS .....	8
8.1.7.	LÍNEAS DE BATERÍAS DE CONDENSADORES.....	8
9.	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA CIVIL.....	9
9.1.	TERRENO .....	9
9.2.	VALLADO .....	9
9.3.	CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS .....	9
9.4.	ESTRUCTURAS .....	11
9.4.1.	APOYOS .....	11
9.4.2.	VIGAS.....	12
9.5.	AISLADORES.....	12
9.5.1.	NIVEL 220 KV .....	12
9.5.2.	NIVEL 132 KV .....	13
9.6.	SOPORTES.....	13
9.7.	CONDUCTORES .....	13

9.7.1. Conductores desnudos de Alta Tensión .....	14
9.7.2. Conductores de Tierra .....	14
9.7.3. Conductores aislados de Media Tensión .....	14
9.7.4. Conductores aislados de Baja Tensión .....	14
9.7.5. Conductores aislados de Baja Tensión para medida, protección y mando....	15
9.8. EDIFICIO .....	15
9.9. CIMENTACIONES .....	15
10. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA ELEGIDA .....	15
10.1. INTERRUPTORES .....	15
10.1.1. GENERALIDADES .....	16
10.1.2. INTERRUPTORES DEL NIVEL DE 220 KV .....	16
10.1.3. INTERRUPTORES DEL NIVEL DE 132 KV .....	17
10.2. SECCIONADORES .....	17
10.2.1. GENERALIDADES .....	17
10.2.2. SECCIONADORES DEL NIVEL DE 220 KV .....	18
10.2.3. SECCIONADORES DEL NIVEL DE 132 KV .....	18
10.3. PARARAYOS AUTOVÁLVULARES .....	19
10.3.1. GENERALIDADES .....	19
10.3.2. AUTOVÁLVULAS DEL NIVEL DE 220 KV .....	19
10.3.3. AUTOVÁLVULAS DEL NIVEL DE 132 KV .....	20
10.4. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD .....	20
10.4.1. GENERALIDADES .....	20
10.4.2. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD DEL NIVEL DE 220 KV .....	21
10.4.3. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD DEL NIVEL DE 132 KV .....	21
10.5. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN .....	21
10.5.1. GENERALIDADES .....	21
10.5.2. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN DEL NIVEL DE 220 KV .....	22
10.5.3. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN DEL NIVEL DE 132 KV .....	22
10.6. CELDAS DE MEDIDA DE TENSIÓN .....	22
10.6.1. GENERALIDADES .....	22
10.6.2. CELDAS DE MEDIDA DE TENSIÓN .....	22
10.7. TERMINAL DE EMPALME .....	23
10.8. TRANSFORMADORES T1 Y T2 .....	23

10.9.TRANSFORMADORES T3 Y T4 .....	24
11. RED DE TIERRAS .....	24
11.1.GENERALIDADES .....	24
11.2.FUNCIONES DE LA RED DE TIERRAS .....	24
11.3.INSTALACIÓN DE LA RED DE TIERRAS .....	25
11.3.1. PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN .....	25
11.3.2. PUESTA A TIERRA DE SERVICIO.....	25
11.3.3. INTERCONEXIONES DE INSTALACIONES DE TIERRA .....	26
11.3.4. PUESTA A TIERRA DEL TRANSFORMADOR DE SISTEMAS AUXILIARES.....	26
11.4.CONDUCTORES DE TIERRA .....	26
12. SERVICIOS AUXILIARES.....	26
12.1.TRANSFORMADORES DE SERVISIOS AUXILIARES.....	27
12.2.LUMINARIAS .....	27
13. BATERÍA DE CORRIENTE CONTÍNUA .....	27
13.1.GENERALIDADES .....	27
13.2.TENSIONES NOMINALES .....	28
13.3.ELECCIÓN DE LAS BARETÍAS DE ACUMULADORES.....	28
13.3.1. TIPOS DE BARETÍAS DE ACUMULADORES .....	28
13.3.2. DATOS BÁSICOS PARA SU ELECCIÓN .....	28
13.4.INSTALACIÓN.....	28
13.4.1. LOCALES .....	29
13.4.2. CONDICIONES DE INSTALACIÓN.....	29
13.5.PROTECCIONES ELÉCTRICAS DE LA BATERÍA DE ACUMULADORES	29
13.6.EQUIPO DE CARGA DE BATERÍAS DE ACUMULADORES .....	30
14. BATERÍA DE CONDENSADORES.....	30
15. HILOS DE GUARDA .....	30
16. PROTECCIONES DE LA SUBESTACIÓN .....	31
16.1.PROTECCIONES PARA 220KV .....	32
16.1.1. POSICIÓN DE LÍNEA .....	32
16.1.2. POSICIÓN DE TRANSFORMADOR.....	33
16.2.PROTECCIONES PARA 132 KV .....	33
16.2.1. POSICIÓN DE LÍNEA .....	33

16.2.2.	POSICIÓN DE TRANSFORMADOR.....	34
16.2.3.	PROTECCIONES PARA 20 KV .....	34
17.	APARATOS DE MEDIDA .....	35
17.1.	MEDIDA PARA 220 KV .....	35
17.1.1.	POSICIÓN DE LÍNEA .....	35
17.1.2.	POSICIÓN DE TRANSFORMADOR.....	36
17.2.	MEDIDA PARA 132 KV .....	36
17.2.1.	POSICIÓN DE LÍNEA .....	36
17.2.2.	POSICIÓN DE TRANSFORMADOR.....	37
17.3.	MEDIDA PARA 20 KV .....	37

## ANEXOS

## ANEXO I: UBICACIÓN

1. JUSTIFICACIÓN DE LA UBICACIÓN .....	1
--	---

## ANEXO II: CÁLCULOS

1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS .....	1
1.1. NIVELES DE AISLAMIENTO Y DISTANCIAS DE SEGURIDAD .....	1
1.1.1. NIVELES DE AISLAMIENTO .....	1
1.1.2. DISTANCIAS DE SEGURIDAD .....	1
1.2. CÁLCULO DE INTENSIDADES NOMINALES .....	2
1.2.1. GENERALIDADES .....	2
1.2.2. ESQUEMA UNIFILAR DEL CIRCUITO .....	2
1.2.3. INTENSIDADES NOMINALES LÍNEAS L1 Y L2.....	3
1.2.4. INTENSIDADES NOMINALES LÍNEAS DE TRANSFORMADORES T1 Y T2 4	
1.2.5. INTENSIDADES NOMINALES LÍNEAS L3 Y L4.....	5
1.2.6. INTENSIDADES NOMINALES LÍNEAS DE TRANSFORMADORES T3 Y T4 5	
1.2.7. INTENSIDADES NOMINALES LÍNEAS L5, L6 Y L7 .....	6
1.2.8. INTENSIDADES NOMINALES LÍNEA LC.....	7
1.2.9. INTENSIDADES NOMINALES TRANSFORMADOR SSAA.....	8
1.3. CÁLCULO DE INTENSIDADES DE CORCOCIRCUITO .....	8
1.3.1. GENERALIDADES .....	8
1.3.2. ESQUEMA UNIFILAR Y LOCALIZACIÓN DE FALTAS .....	9
1.3.3. CÁLCULO POR UNIDAD.....	10
1.3.4. SELECCIÓN DE VALORES BÁSICOS .....	10
1.3.4.1. CÁLCULO DE REACTANCIAS POR UNIDAD	11
1.3.5. ESQUEMA DE IMPEDANCIAS POR UNIDAD.....	12
1.3.6. CORTOCIRCUITOS EN LOS PUNTOS SELECCIONADOS .....	13
1.3.7. POTENCIAS DE CORTOCIRCUITO .....	15
1.3.8. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.....	17
1.3.8.1. CORRIENTE EFICAZ DE CORTOCIRCUITO DE CHOQUE	17

2.	<i>CÁLCULOS DE APARAMENTAS</i> .....	20
2.1.	CÁLCULO DE AISLADORES .....	20
2.1.1.	AISLADORES DEL NIVEL DE 220 KV .....	20
2.1.2.	CÁLCULO DE AISLADORES DEL NIVEL DE 220 KV .....	20
2.1.3.	AISLADORES DEL NIVEL DE 132 KV .....	22
2.1.4.	CÁLCULO DE AISLADORES DEL NIVEL DE 132 KV .....	22
2.2.	DIMENSIONADO Y ELECCIÓN DE INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS	22
2.2.1.	ELECCIÓN DE INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.....	22
2.2.2.	LOCALIZACIÓN DE INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.....	23
2.2.3.	DIMENSIONADO DE INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS .....	24
2.2.3.1.	CAPACIDAD DE CONEXIÓN	24
2.2.3.2.	CAPACIDAD DE DESCONEXIÓN	26
2.2.3.3.	CORRIENTES NOMINALES	27
2.2.3.4.	CORRIENTE DE DESCONEXIÓN	29
2.2.4.	RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.....	30
2.3.	DIMENSIONADO DE CONDUCTORES.....	31
2.3.1.	GENERALIDADES.....	31
2.3.2.	CÁLCULO DEL EMBARRADO DE 220 KV.....	32
2.3.2.1.	ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE	32
2.3.2.2.	COMPROBACIÓN POR INTENSIDAD DE CORRIENTE	32
2.3.2.3.	CÁLCULO DEL EFECTO CORONA	33
2.3.3.	DERIVACIONES DE BARRAS A TRANSFORMADORES DE POTENCIA T1 Y T2.....	36
2.3.3.1.	ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE	36
2.3.3.2.	COMPROBACIÓN POR INTENSIDAD DE CORRIENTE	37
2.3.3.3.	CÁLCULO DEL EFECTO CORONA	38
2.3.4.	SALIDAS EN ALTA TENSIÓN DE LOS TRANSFORMADORES T1 Y T2	40
2.3.4.1.	ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE	40
2.3.4.2.	COMPROBACIÓN POR INTENSIDAD DE CORRIENTE	40
2.3.4.3.	CÁLCULO DEL EFECTO CORONA	41
2.3.5.	CÁLCULO DEL EMBARRADO DE 132 KV.....	42

2.3.5.1.	ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE	43
2.3.5.2.	COMPROBACIÓN POR INTENSIDAD DE CORRIENTE	43
2.3.5.3.	CÁLCULO DEL EFECTO CORONA	44
2.3.6.	DERIVACIONES DE BARRAS A TRANSFORMADORES DE POTENCIA T3 Y T4.....	45
2.3.6.1.	ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE	45
2.3.6.2.	COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE	46
2.3.6.3.	CÁLCULO DEL EFECTO CORONA	47
2.3.7.	SALIDAS EN MEDIA TENSIÓN DE LOS TRANSFORMADORES T3 Y T4	49
2.3.7.1.	TRAMO EN INTEMPERIE	49
2.3.7.2.	TRAMO SUBTERRÁNEO	51
2.3.8.	CÁLCULO DEL EMBARRADO DE 20 KV.....	52
2.3.9.	SALIDAS EN BAJA TENSIÓN.....	52
2.3.9.1.	CÁLCULO POR DENSIDAD DE CORRIENTE	53
2.3.10.	CABLE DE GUARDA.....	53

### ANEXO III: EBSS

1.	ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	1
1.1.	MEMORIA INFORMATIVA.....	1
1.1.1.	Objeto.....	1
1.1.2.	Datos del proyecto y del estudio de Seguridad y Salud.....	1
1.1.3.	Datos de la obra.....	1
1.2.	MEMORIA DESCRIPTIVA.....	1
1.2.1.	Descripción técnica del proyecto.....	1
1.2.2.	Accesos y vallado.....	1
1.2.3.	Interferencias y servicios afectados.....	2
1.2.4.	Suministro de energía eléctrica.....	2
1.2.5.	Suministro de agua potable.....	2
1.2.6.	Vertido de aguas residuales.....	2
1.3.	ANÁLISIS DE RIESGOS Y SU PREVISIÓN.....	3
1.3.1.	Obra Civil.....	3
1.3.1.1.	Movimiento de tierras y cimentaciones	3

1.3.1.2.	Montaje	23
1.3.1.3.	Descripción de trabajos	24
1.4.	MAQUINARIA A EMPLEAR	52
1.4.1.	Retroexcavadora	52
1.4.2.	Grúa	54
1.4.3.	Maquinillo	57
1.4.4.	Cortadora de ladrillo y material cerámico	59
1.4.5.	Máquinas herramientas y herramientas manuales	61
1.5.	MEDIOS AUXILIARES	66
1.5.1.	Andamios tubulares	66
1.5.2.	Escaleras	70
1.6.	INSTALACIONES PROVISIONALES	73
1.6.1.	Instalación provisional eléctrica	73
1.6.2.	Instalación de prevención de incendios	77
1.7.	INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	78
1.7.1.	Dotación de aseos	78
1.7.2.	Dotación de vestuarios	78
1.8.	MEDICINA PREVENTIVA Y ASISTENCIAL	79
1.8.1.	Reconocimientos médicos	79
1.8.2.	Asistencia accidentados	79
1.9.	PLIEGO DE CONDICIONES	80
1.9.1.	Legislación aplicable a la obra	80
1.9.2.	Consideraciones de los equipos de protección colectiva	82
1.9.3.	Consideraciones de los equipos de protección individual	82
1.9.4.	Señalización de la obra	83
1.9.5.	Condiciones de seguridad de los medios auxiliares, máquinas y equipos	83
1.9.6.	Formación e información a los trabajadores	84
1.9.7.	Acciones a seguir en caso de accidente laboral	85
1.9.8.	Comunicaciones inmediatas en caso de accidente	86
1.9.9.	Seguridad en la obra	86
1.9.10.	Plan de seguridad y salud	86
1.9.11.	Obligaciones de cada contratista adjudicatario en materia de seguridad y salud	87

1.9.1. Coordinador de Seguridad y Salud.....	88
1.9.2. Libro de incidencias .....	89
1.9.3. Seguro de responsabilidad civil y patronal.....	90
1.9.4. Subcontratación .....	90
1.10.PLANOS DE SEGURIDAD.....	91
1.11.MEDICIONES Y PRESUPUESTO .....	106
1.11.1. Mediciones .....	106
1.11.2. Presupuesto.....	107
1.11.2.1.        Prevención y formación	107
1.11.2.2.        Servicio médico	107
1.11.2.3.        Protecciones colectivas	107
1.11.2.4.        Protecciones individuales	108
1.11.2.5.        Instalaciones de Higiene y Primeros Auxilios	110
1.11.2.6.        Resumen del estudio de seguridad y salud	110

#### ANEXO IV: CATÁLOGOS

1. CATÁLOGOS .....	1
1.1. CATÁLOGO AISLADORES.....	1
1.2. CATÁLOGO CONDUCTORES .....	1

**PLANOS**

1. SITUACIÓN
2. EMPLAZAMIENTO
3. EMPLAZAMIENTO II
4. ESQUEMA UNIFILAR
5. PLANTA SET
6. PERFIL SET
7. MOVIMIENTO DE TIERRAS

## PLIEGO DE CONDICIONES

1. OBJETO .....	1
2. ABREVIATURAS .....	1
3. DISPOSICIONES GENERALES .....	1
3.1. Seguridad en el trabajo.....	2
3.1.1. Gestión ambiental.....	2
3.1.2. Códigos y normas .....	2
3.2. Condiciones para la ejecución por contrata .....	3
4. CONDICIONES DE LOS MATERIALES DE LA OBRA .....	3
4.1. Rellenos.....	3
4.2. Hormigones.....	4
4.3. Áridos para morteros y hormigones.....	5
4.4. Morteros .....	5
4.5. Cementos.....	6
4.6. Agua.....	6
4.6.1. Armaduras .....	7
4.6.2. Piezas de hormigón armado o pretensado .....	7
4.6.3. Materiales siderúrgicos, características y ensayos .....	7
4.6.4. Laminados de acero para estructuras.....	8
5. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	8
5.1. Movimiento de tierras .....	8
5.1.1. Desbroce y limpieza del terreno .....	8
5.1.2. Demoliciones .....	8
5.1.3. Comprende el derribo o demolición, total o parcialmente, de todas las construcciones que obstaculicen la obra a realizar y la retirada de la obra del material que no se tenga que reutilizar. Escarificación y compactación.....	8
5.1.4. Excavaciones, rellenos, terraplenes, pedraplenes, sub-bases granulares, redes de drenaje... ..	8
5.2. Hormigones.....	9
5.3. Pavimentos de hormigón.....	9
5.4. Armaduras .....	9
5.5. Laminados.....	10
5.6. Encofrados .....	10

5.7. Piezas prefabricadas de hormigón armado o pretensado .....	10
5.8. Estructura metálica.....	10
5.9. Embarrados y conexiones .....	10
5.10. Aparellaje .....	11
5.10.1. Interruptores.....	11
5.10.2. Seccionadores.....	11
5.10.3. Resto de aparellaje.....	11
5.11. Transformadores .....	11
5.12. Batería de condensadores (opcional) .....	12
5.13. Cables de potencia .....	12
5.14. Cables de fuerza y control.....	12
5.14.1. Puesta a tierra.....	13
6. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD .....	13
6.1. Replanteos.....	13
6.2. Movimientos de tierras .....	14
6.3. Hormigón .....	14
6.4. Piezas prefabricadas de hormigón armado o pretensado .....	14
6.4.1. Armaduras .....	14
6.5. Montaje de Estructuras Metálicas y Soportes.....	14
7. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS .....	15
7.1. Medición y comprobaciones .....	16
7.2. Pruebas locales y P.E.S. de equipos de baja tensión.....	16
7.3. Pruebas de control, telecontrol y P.E.S. del aparellaje de AT .....	16

**MEDICIONES**

1. OBRA CIVIL
2. CONDUCTORES
3. ESTRUCTURAS, SOPORTES Y ACCESORIOS
4. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS
5. TRANSFORMADORES DE POTENCIA
6. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN
7. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD
8. SECCIONADORES
9. AUTOVÁLVULAS
10. EQUIPOS AUXILIARES
11. RELÉS DE PROTECCIÓN
12. EQUIPOS DE MEDIDA
13. ALUMBRADO
14. VARIOS

## **PRESUPUESTO**

1. CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS
  - 1.1. OBRA CIVIL
  - 1.2. CONDUCTORES
  - 1.3. ESTRUCTURAS, SOPORTES Y ACCESORIOS
  - 1.4. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS
  - 1.5. TRANSFORMADORES DE POTENCIA
  - 1.6. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN
  - 1.7. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD
  - 1.8. SECCIONADORES
  - 1.9. AUTOVÁLVULAS
  - 1.10. EQUIPOS AUXILIARES
  - 1.11. RELÉS DE PROTECCIÓN
  - 1.12. EQUIPOS DE MEDIDA
  - 1.13. ALUMBRADO
  - 1.14. VARIOS
  
2. PRESUPUESTO
  - 2.1. OBRA CIVIL
  - 2.2. CONDUCTORES
  - 2.3. ESTRUCTURAS, SOPORTES Y ACCESORIOS
  - 2.4. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS
  - 2.5. TRANSFORMADORES DE POTENCIA
  - 2.6. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN
  - 2.7. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD
  - 2.8. SECCIONADORES
  - 2.9. AUTOVÁLVULAS
  - 2.10. EQUIPOS AUXILIARES
  - 2.11. RELÉS DE PROTECCIÓN
  - 2.12. EQUIPOS DE MEDIDA
  - 2.13. ALUMBRADO
  - 2.14. VARIOS
  
3. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

# **DOCUMENTO 2**

## **MEMORIA**

## ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
1. OBJETIVO DEL PROYECTO .....	1
2. ALCANCE DEL PROYECTO.....	1
3. ANTECEDENTES .....	1
4. NORMAS Y REFERENCIAS .....	1
5. PROMOTOR .....	4
6. REQUISITOS DE DISEÑO .....	4
7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	4
7.1. SUBESTACIÓN.....	4
7.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA SUBESTACIÓN .....	5
7.2.1. SUBESTACIÓN DE INTEMPERIE .....	5
7.2.2. SUBESTACIÓN DE INTERIOR.....	5
8. DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA UNIFILAR.....	5
8.1. DIAGRAMA UNIFILAR.....	6
8.1.1. LÍNEAS DE ENTRADA DE 220 KV .....	6
8.1.2. LÍNEAS DE LOS TRANSFORMADORES T1 Y T2.....	6
8.1.3. LÍNEAS DE LOS TRANSFORMADORES T3 Y T4.....	6
8.1.4. LÍNEAS DE SALIDA DE 132 KV.....	7
8.1.5. LÍNEAS DE SALIDA DE 20 KV .....	7
8.1.6. EMBARRADOS .....	8
8.1.7. LÍNEAS DE BATERÍAS DE CONDENSADORES.....	8
9. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA CIVIL.....	9
9.1. TERRENO .....	9
9.2. VALLADO .....	9
9.3. CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS .....	9
9.4. ESTRUCTURAS .....	11
9.4.1. APOYOS .....	11
9.4.2. VIGAS .....	12
9.5. AISLADORES.....	12
9.5.1. NIVEL 220 KV .....	12
9.5.2. NIVEL 132 KV .....	13
9.6. SOPORTES.....	13

9.7. CONDUCTORES .....	13
9.7.1. Conductores desnudos de Alta Tensión .....	14
9.7.2. Conductores de Tierra .....	14
9.7.3. Conductores aislados de Media Tensión .....	14
9.7.4. Conductores aislados de Baja Tensión .....	14
9.7.5. Conductores aislados de Baja Tensión para medida, protección y mando....	15
9.8. EDIFICIO .....	15
9.9. CIMENTACIONES .....	15
10. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA ELEGIDA .....	15
10.1. INTERRUPTORES .....	15
10.1.1. GENERALIDADES .....	16
10.1.2. INTERRUPTORES DEL NIVEL DE 220 KV .....	16
10.1.3. INTERRUPTORES DEL NIVEL DE 132 KV .....	17
10.2. SECCIONADORES .....	17
10.2.1. GENERALIDADES .....	17
10.2.2. SECCIONADORES DEL NIVEL DE 220 KV .....	18
10.2.3. SECCIONADORES DEL NIVEL DE 132 KV .....	18
10.3. PARARAYOS AUTOVÁLVULARES .....	19
10.3.1. GENERALIDADES .....	19
10.3.2. AUTOVÁLVULAS DEL NIVEL DE 220 KV .....	19
10.3.3. AUTOVÁLVULAS DEL NIVEL DE 132 KV .....	20
10.4. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD .....	20
10.4.1. GENERALIDADES .....	20
10.4.2. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD DEL NIVEL DE 220 KV .....	21
10.4.3. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD DEL NIVEL DE 132 KV .....	21
10.5. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN .....	21
10.5.1. GENERALIDADES .....	21
10.5.2. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN DEL NIVEL DE 220 KV .....	22
10.5.3. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN DEL NIVEL DE 132 KV .....	22
10.6. CELDAS DE MEDIDA DE TENSIÓN .....	22
10.6.1. GENERALIDADES .....	22
10.6.2. CELDAS DE MEDIDA DE TENSIÓN .....	23
10.7. TERMINAL DE EMPALME .....	23

---

10.8.TRANSFORMADORES T1 Y T2 .....	23
10.9.TRANSFORMADORES T3 Y T4 .....	24
11. RED DE TIERRAS .....	24
11.1.GENERALIDADES .....	24
11.2.FUNCIONES DE LA RED DE TIERRAS .....	24
11.3.INSTALACIÓN DE LA RED DE TIERRAS .....	25
11.3.1. PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN .....	25
11.3.2. PUESTA A TIERRA DE SERVICIO .....	25
11.3.3. INTERCONEXIONES DE INSTALACIONES DE TIERRA .....	26
11.3.4. PUESTA A TIERRA DEL TRANSFORMADOR DE SISTEMAS AUXILIARES .....	26
11.4.CONDUCTORES DE TIERRA .....	26
12. SERVICIOS AUXILIARES .....	26
12.1.TRANSFORMADORES DE SERVICIOS AUXILIARES .....	27
12.2.LUMINARIAS .....	27
13. BATERÍA DE CORRIENTE CONTÍNUA .....	27
13.1.GENERALIDADES .....	27
13.2.TENSIONES NOMINALES .....	28
13.3.ELECCIÓN DE LAS BATERÍAS DE ACUMULADORES .....	28
13.3.1. TIPOS DE BATERÍAS DE ACUMULADORES .....	28
13.3.2. DATOS BÁSICOS PARA SU ELECCIÓN .....	28
13.4.INSTALACIÓN .....	28
13.4.1. LOCALES .....	29
13.4.2. CONDICIONES DE INSTALACIÓN .....	29
13.5.PROTECCIONES ELÉCTRICAS DE LA BATERÍA DE ACUMULADORES	29
13.6.EQUIPO DE CARGA DE BATERÍAS DE ACUMULADORES .....	30
14. BATERÍA DE CONDENSADORES .....	30
15. HILOS DE GUARDA .....	30
16. PROTECCIONES DE LA SUBESTACIÓN .....	31
16.1.PROTECCIONES PARA 220KV .....	32
16.1.1. POSICIÓN DE LÍNEA .....	32
16.1.2. POSICIÓN DE TRANSFORMADOR .....	33
16.2.PROTECCIONES PARA 132 KV .....	33

---

16.2.1. POSICIÓN DE LÍNEA .....	33
16.2.2. POSICIÓN DE TRANSFORMADOR.....	34
16.2.3. PROTECCIONES PARA 20 KV .....	34
17. APARATOS DE MEDIDA .....	35
17.1.MEDIDA PARA 220 KV .....	35
17.1.1. POSICIÓN DE LÍNEA .....	35
17.1.2. POSICIÓN DE TRANSFORMADOR.....	36
17.2.MEDIDA PARA 132 KV .....	36
17.2.1. POSICIÓN DE LÍNEA .....	36
17.2.2. POSICIÓN DE TRANSFORMADOR.....	37
17.3.MEDIDA PARA 20 KV .....	37

## **1. OBJETIVO DEL PROYECTO**

El presente proyecto tiene como objetivo recoger toda la información necesaria para la construcción de una nueva subestación en la localidad de La Mudarra (Valladolid), con la cual se pretende aumentar la potencia del anillo de distribución de 132 kV que alimenta el alfoz de Valladolid, así como mejorar la calidad del suministro. Todo ello mediante la construcción de una subestación transformadora de 220 kV a 132 kV que se conecta a la red de transporte de REE y alimenta a dicho anillo.

## **2. ALCANCE DEL PROYECTO**

Dado que la subestación que se proyecta es de nueva construcción, el presente documento tiene por alcance la descripción, cálculo y diseño de los equipos e infraestructuras presentes en dicho parque situado en la localidad de La Mudarra.

## **3. ANTECEDENTES**

Dado que actualmente se están construyendo gran cantidad de parques de generación eléctrica renovable, tanto eólica como fotovoltaica, lo cual trae consigo un aumento de potencia en la red, y el aumento de la población de la ciudad de Valladolid, han hecho necesario reforzar las infraestructuras de transporte y distribución de energía. Por tanto, se ha optado por reforzar la red mallada de abastecimiento de la localidad de Valladolid con la construcción de esta nueva subestación.

## **4. NORMAS Y REFERENCIAS**

Este Proyecto ha sido redactado de acuerdo con lo preceptuado en la siguiente Normativa y Reglamentación de Instalaciones de Alta Tensión:

- Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico (B.O.E. 27 de diciembre de 2013).

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51. Aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología (B.O.E. de 18-09-2002).
- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 1544/2011 sobre tarifas de acceso a productores, en régimen ordinario y especial.
- Ley 21/2013 de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Orden PRA/1080/2017, de 2 de noviembre, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades

potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.

- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI-2017), aprobado por Real Decreto 513/2017.
- Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI), aprobado por Real Decreto 2267/2004.
- Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de pre-asignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Orden IET/221/2013, de 14 de febrero, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2013 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial
- Orden HAP/703/2013, de 29 de abril, por la que se aprueba el modelo 583 «Impuesto sobre el valor de la producción de la energía eléctrica. Autoliquidación y Pagos Fraccionados», y se establece la forma y procedimiento para su presentación.
- Normas UNE de obligado cumplimiento.
- Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado por Real Decreto 314/2006.
- Condicionados que puedan ser emitidos por Organismos afectados por las instalaciones.

La normativa descrita se enmarca en la legislación básica del Estado, correspondiendo a las comunidades autónomas en el ejercicio de sus competencias el desarrollo del marco normativo aplicable a las instalaciones eléctricas que les corresponda autorizar.

## **5. PROMOTOR**

El promotor de la presente subestación será la empresa de distribución de energía eléctrica ENDESA DISTRIBUCIÓN.

## **6. REQUISITOS DE DISEÑO**

El promotor mencionado anteriormente establece los requisitos de diseño de la subestación, siendo estos los siguientes.

La subestación está formada por dos líneas de entrada de 220 kV conectadas a la Red de Transporte de Energía Eléctrica de REE, las cuales por medio de dos transformadores de 220 / 132 kV y 100 MVA cada uno abastecen al embarrado de 132 kV perteneciente al anillo de Distribución de la zona. Y dicho embarrado por medio de otros dos transformadores de 132 / 20 kV de 50 MVA abastece a la red de distribución secundaria de la zona rural de La Mudarra, Castromonte y La Santa Espina.

## **7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN**

Una vez establecidos los requisitos de diseño de esta subestación se procede a describir los elementos de la propia SET.

### **7.1.SUBESTACIÓN**

La subestación de tipo transformación consiste en el conjunto de aparataje (transformación, protección, medida y mando) necesario para transformar la tensión de línea de 220 kV de la Red de Transporte a la tensión de 132 kV de la red de Distribución en alta tensión, y la aparataje para esta tensión de 132 kV a la tensión de 20 kV de la red de

Distribución en media tensión, así como la aparamenta necesaria para la alimentación de los propios equipos de la subestación.

## **7.2.DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA SUBESTACIÓN**

La subestación está situada en una parcela de suelo rústico, ocupando un área rectangular de 100 metros de largo y 50 metros de ancho, en el que se distinguen dos zonas. La primera correspondiente a la aparamenta de alta tensión (220 y 132 kV) denominada subestación de intemperie, y la segunda correspondiente a la aparamenta de 20 kV denominada subestación de interior dado que se encuentra ubicada dentro de la edificación conveniente.

### **7.2.1.SUBESTACIÓN DE INTEMPERIE**

Esta zona está compuesta por toda la aparamenta correspondiente al nivel de alta tensión (220 y 132 kV), así como algunos dispositivos del nivel de media tensión (20 kV) como los pararrayos autovalvulares y los empalmes pasamuros para los pasos aéreo-subterráneo.

En esta zona de la subestación se encuentra la alimentación de la misma por medio de dos líneas de 220 kV que provienen de la subestación de REE de La Mudarra, y que alimentan al embarrado de 220 kV.

En ella también está el embarrado de salida de 132 kV que alimenta la red de distribución primaria del anillo de Valladolid.

### **7.2.2.SUBESTACIÓN DE INTERIOR**

Esta zona de la subestación está protegida dentro de una edificación dado que son equipos de la misma son más delicados. Dentro de ella se encuentra la aparamenta de 20 kV así como la de medida, protección, mando y la red de servicios auxiliares.

La edificación utilizada para tal fin consiste en un edificio de obra civil rectangular de 30 metros de largo y 20 de ancho.

## **8. DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA UNIFILAR**

## **8.1. DIAGRAMA UNIFILAR**

El diagrama unifilar para la subestación se muestra en el plano “04-ESQUEMA UNIFILAR”, en el que se pueden observar los siguientes elementos:

### **8.1.1. LÍNEAS DE ENTRADA DE 220 KV**

El lado de entrada a la SET de alta tensión consiste en dos líneas trifásicas aéreas con una tensión de línea de 220 kV, compuestas por conductores de aluminio-acero desnudos, de similares características tanto eléctricas como mecánicas. Cada una de estas contiene los siguientes elementos:

- Tres transformadores de tensión capacitivos monopoles de 220 kV.
- Un seccionador tripolar de columna giratoria con Puesta a Tierra para el lado de las líneas.
- Tres transformadores de intensidad de 220 kV.
- Un interruptor automático tripolar de 220 kV.
- Un seccionador tripolar de columna giratoria de 220 kV.

### **8.1.2. LÍNEAS DE LOS TRANSFORMADORES T1 Y T2**

El embarrado de alta tensión de 220 kV está conectado con el embarrado de 132 kV por medio de estas dos líneas, las cuales son similares y contienen los transformadores de 100 MVA. Cada una de estas líneas cuenta con la siguiente aparamenta:

- Para el lado de alta tensión de los transformadores.
  - o Un seccionador tripolar de apertura lateral de 220 kV.
  - o Un interruptor automático tripolar de 220 kV.
  - o Tres transformadores de intensidad de 220 kV.
  - o Tres pararrayos autovalvulares de 220 kV.
  - o Un transformador tripolar de 220/132 kV y 100 MVA.
- Para el lado de baja tensión de los transformadores.
  - o Tres pararrayos autovalvulares de 132 kV.
  - o Tres transformadores de intensidad de 132 kV.
  - o Un interruptor automático tripolar de 132 kV.
  - o Dos seccionadores tripolares de apertura lateral de 132 kV.

### **8.1.3. LÍNEAS DE LOS TRANSFORMADORES T3 Y T4**

El embarrado de alta tensión de 132 kV está conectado con el embarrado media tensión de 20 kV por medio de estas dos líneas, las cuales son similares y contienen los transformadores de 50 MVA. Cada una de estas líneas cuenta con la siguiente aparamenta:

- Para el lado de alta tensión de los transformadores.
  - o Dos seccionadores tripolares de apertura lateral de 132 kV.
  - o Un interruptor automático tripolar de 132 kV.
  - o Tres transformadores de intensidad de 132 kV.
  - o Tres pararrayos autovalvulares de 132 kV.
  - o Un transformador tripolar de 132/20 kV y 500 MVA.
- Para el lado de baja tensión de los transformadores.
  - o Tres pararrayos autovalvulares de 20 kV.
  - o Tres transformadores de intensidad de 20 kV.
  - o Un interruptor automático tripolar de 20 kV.
  - o Dos seccionadores tripolares de apertura lateral de 20 kV.

#### **8.1.4. LÍNEAS DE SALIDA DE 132 KV**

El embarrado de 132 kV de esta subestación se conecta con el anillo de distribución primaria del alfoz de Valladolid por medio de dos líneas. Ambas son similares con conductores de tipo aluminio-acero desnudos, en aéreo, y están constituidas cada una por la siguiente aparamenta:

- Dos seccionadores tripolares de columna central giratoria de 132 kV.
- Un interruptor automático tripolar 132 kV.
- Tres pararrayos autovalvulares de 132 kV.
- Tres transformadores de tensión de 132 kV.
- Tres transformadores de intensidad de 132 kV.

#### **8.1.5. LÍNEAS DE SALIDA DE 20 KV**

El embarrado de 20 kV de esta subestación se conecta con la red de distribución secundaria de la zona rural de La Mudarra, Castromonte y La Santa Espina por medio de estas líneas. Dos ellas (las de Castromonte y La Santa Espina) son aéreas con conductores de tipo aluminio-acero desnudos, y la de La Mudarra es subterránea con conductores de aluminio aislado con XLPE. Están constituidas cada una por la siguiente aparamenta:

- Líneas en aéreo:
  - o Dos seccionadores tripolares de columna central giratoria de 20 kV.

- Un interruptor automático tripolar 20 kV.
- Tres pararrayos autovalvulares de 20 kV.
- Tres transformadores de tensión de 20 kV.
- Tres transformadores de intensidad de 20 kV.
- Línea en subterráneo:
  - Dos seccionadores tripolares de columna central giratoria de 20 kV.
  - Un interruptor automático tripolar 20 kV.
  - Tres transformadores de tensión de 20 kV.
  - Tres transformadores de intensidad de 20 kV.

#### **8.1.6.EMBARRADOS**

En la presente subestación existen tres embarrados, uno para cada nivel de tensión con el que opera la misma. Los cuales se describen a continuación:

- Embarrado de 220 kV: Está compuesto por un conjunto de barra simple de acero al que llegan las líneas de entrada, y del que parten las líneas de los transformadores T1 y T2. Este embarrado posee un seccionador de dos polos para dar o quitar servicio a cierto transformador desde una u otra línea de entrada.
- Embarrado de 132 kV: Está compuesto por un conjunto de barra doble de acero al que llegan las líneas de los transformadores T1 y T2, y del que parten las líneas de los transformadores T3 y T4. Este embarrado posee un módulo de transferencia entre barras con el que se consigue dar o quitar servicio a cierto transformador desde una u otra línea de entrada. Este módulo contiene la siguiente aparatamenta:
  - Un interruptor automático tripolar de 132 kV.
  - Dos seccionadores tripolares de 132 kV.
- Embarrado de 20 kV: Este embarrado se encuentra contenido en unas celdas prefabricadas. Este embarrado es de doble barra, y está constituido por pletina de cobre. A él llegan las líneas del secundario de los transformadores T3 y T4, y de él parten las líneas de salida que alimentan a la zona rural de La Mudarra, Castromonte y La Santa Espina.

#### **8.1.7.LÍNEAS DE BATERÍAS DE CONDENSADORES**

Esta línea se conecta al embarrado de 20 kV y alimenta a las baterías de condensadores.

Esta conexión se realiza por medio de una celda de entrada en la que está contenida la siguiente aparamenta:

- Dos seccionadores tripolares de 20 kV.
- Un interruptor automático tripolar de 20 kV.
- Tres transformadores de tensión de 20 kV.
- Tres transformadores de intensidad de 20 kV.
- Dos módulos de baterías de condensadores en paralelo.

## **9. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA CIVIL**

### **9.1. TERRENO**

Para la construcción de la Subestación será necesario realizar los pertinentes movimientos de tierras y excavaciones con el fin de conseguir una superficie llana y compacta formada por tierra en la parte inferior, y una capa de unos 15 centímetros de grava para toda la superficie ocupada. Esta capa tiene el objetivo de poder filtrar de forma rápida el agua de lluvia, así como el polvo y la suciedad que pudiera existir, proporcionando un mayor aislamiento eléctrico entre la superficie y el terreno.

Además, será necesario realizar la excavación de tantos fosos como transformadores tenga la subestación. Estos fosos tienen el objetivo de recoger el aceite derramado por el propio transformador en caso de fuga, por lo tanto, deberá tener capacidad suficiente para ello.

### **9.2. VALLADO**

Para dividir el recinto ocupado por la subestación del exterior se colocará un vallado perimetral formado por un murete hormigón armado de 30 centímetros de altura, al cual estará amarrado una valla metálica de obra civil de 2 metros de altura con un cable de alambre de espino en la parte superior. Alrededor de toda ella se colocarán señales de advertencia de riesgo eléctrico por alta tensión, y cámaras de videovigilancia.

### **9.3. CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS**

En el interior de la SET se encuentran contenidos todos los circuitos y líneas que comunican la entrada y salida de la misma, y esta de los transformadores de tensión. Estos circuitos discurren en su mayoría subterráneamente por medio de canalizaciones las cuales deben

cumplir unos requisitos mínimos. Estos circuitos así como sus canalizaciones se clasifican en torno a su nivel de tensión (alta tensión y baja tensión).

Las canalizaciones de baja tensión deben cumplir unas determinadas normas mínimas de protección, las cuales están fijadas por el Reglamento Eléctrico de Baja Tensión.

Para las canalizaciones de alta tensión también deben cumplirse ciertos requisitos mínimos con el objetivo de evitar accidentes o incendios. Estos requisitos atienden básicamente a las siguientes cuestiones:

- Tensiones y aislamientos entre circuitos.
- Intensidades nominales y de cortocircuito.
- Protección contra golpes y vibraciones.
- Disipación del calor generado.
- Protección contra el fuego.

Los conductores y canalizaciones para esta subestación se dividen en 4 grupos:

- Conductores y canalizaciones para media tensión: Para este tipo de canalizaciones se realizará una zanja directamente en el terreno, en la cual se introducirán los conductores a una profundidad de 0,5 metros sobre la base del suelo, la cual no deberá de contener ninguna piedra u otro objeto que pueda dañar el conductor. Por encima del mismo se colocará una superficie de ladrillo la cual debe ser capaz de resistir un golpe que pudiera generarse. Por encima de esta se colocará una capa de 10 centímetros de arena y sobre ella se situará la cinta de advertencia de conductores eléctricos enterrados. Finalmente se rellenará el hueco restante con grava lavada, la cual evita que aflore la vegetación sobre estas canalizaciones.
- Conductores y canalizaciones para equipos de alumbrado de baja tensión: Para el soterrado de estos conductores se utilizarán los mismos métodos que en el caso de los de Media Tensión. Dado que en este caso existe una tensión menor entre conductores y conductor y tierra, y por ello los niveles de aislamiento son también menores, estos irán enterrados en canalizaciones menos profundas, pero manteniendo el resto de elementos similares al caso anterior.
- Conductores y canalizaciones para circuitos de mando, medida y protección en baja tensión: Las canalizaciones para estos circuitos deben cumplir ciertos criterios

específicos recogidos en el apartado 2.1.4. de la ITC07 del Reglamento electrotécnico para baja tensión.

- Conductores y canalizaciones para el circuito de tierra: En este caso el conductor irá desnudo sobre el terreno, con lo que será necesario mantener un mayor cuidado con los elementos que queden en la zanja y que pudieran dañar al mismo. El conductor estará colocado a una profundidad de 70 centímetros y recubierto al igual que los demás con arena, siendo la última capa de grava para evitar la vegetación.

## **9.4. ESTRUCTURAS**

La estructura para realizar la sujeción de las líneas de entrada y salida en aéreo, y los embarrados se compone de pórticos formados por apoyos de celosía y vigas de metal unidos mediante tornillería.

Los pórticos empleados variarán dependiendo del nivel de tensión que se trate, siendo estos los siguientes:

- Pórticos de 220 kV:
  - o El embarrado se encuentra a 10 metros de altura de la cota del suelo.
  - o La unión con los terminales del transformador se encuentra a 15 metros.
  - o La unión con la línea de entrada se encuentra a 18 metros.
  - o La malla de protección se encuentra a 20 metros.
- Pórticos de 132 kV:
  - o El embarrado se encuentra a 8 metros de altura de la cota del suelo.
  - o La unión con los terminales del transformador se encuentra a 10 metros.
  - o La unión con la línea de entrada se encuentra a 15 metros.
  - o La malla de protección se encuentra a 18 metros.

### **9.4.1. APOYOS**

Los apoyos empleados serán de celosía, metálicos y tienen el objetivo de sujetar las vigas y transmitir los esfuerzos de estas al terreno.

Su tamaño dependerá del pórtico del que forman parte, y por tanto del nivel de tensión de este, siendo estos los siguientes:

- Apoyo A: Será el utilizado para los pórticos del nivel de 220 kV, tiene una longitud total de 24 metros, de los cuales 4 están enterrados. Tiene en su parte superior el anclaje para la sujeción del cable de guarda, y por debajo los de sujeción de las vigas.
- Apoyo B: Será el utilizado para los pórticos del nivel de 132 kV, tiene una longitud total de 21 metros, de los cuales 3 están enterrados. Tiene en su parte superior el anclaje para la sujeción del cable de guarda, y por debajo los de sujeción de las vigas.

#### 9.4.2. VIGAS

Las vigas serán metálicas, con un perfil IPE, y tienen el objetivo de transmitir a los apoyos los esfuerzos provenientes de las líneas de entrada y salida. Para esta subestación se emplearán dos tipos de viga dependiendo el pórtico que se trate como ocurría con los apoyos.

- Viga A: Esta viga se empleará para el nivel de tensión de 220 kV, y tendrá una longitud de 16 metros. Sobre ellas se colocarán los amarres de las líneas, las cuales tendrán una distancia entre fases de 3,5 metros.
- Viga B: Esta viga se empleará para el nivel de tensión de 132 kV, y tendrá una longitud de 12 metros. Sobre ellas se colocarán los amarres de las líneas, las cuales tendrán una distancia entre fases de 2,8 metros.

### 9.5. AISLADORES

Los aisladores son los elementos encargados de unir mecánicamente los conductores con los pórticos de sujeción, garantizando en todo momento el aislamiento eléctrico entre ambos, tanto en condiciones nominales como en cortocircuitos y sobretensiones.

Los aisladores empleados en cada nivel de tensión serán los siguientes.

#### 9.5.1. NIVEL 220 KV

Los aisladores escogidos para este nivel son el modelo E-160-146 que cuenta con las siguientes características:

- Dieléctrico de vidrio templado.
- Línea de fuga de 380 mm.
- Fuerza de rotura de 160 kN.
- Tensión soportada por aislador en seco 75 kV
- Tensión soportada por aislador en húmedo 45 kV
- Tensión soportada por aislador bajo descarga 110 kV

- Tensión mínima de rotura por aislador 130 kV

### 9.5.2. NIVEL 132 KV

Los aisladores escogidos para este nivel son el modelo E-160-BS que cuenta con las siguientes características:

- Dieléctrico de vidrio templado.
- Línea de fuga de 370 mm.
- Fuerza de rotura de 160 kN.
- Tensión soportada por aislador en seco 85 kV
- Tensión soportada por aislador en húmedo 50 kV
- Tensión soportada por aislador bajo descarga 115 kV
- Tensión mínima de rotura por aislador 130 kV

## 9.6. SOPORTES

Dado que los dispositivos utilizados para la aparamenta corresponden a distintos niveles de tensión, y por lo tanto estos se colocarán a distintas alturas, los soportes de los pórticos de estos tendrán distintas longitudes de manera que todos ellos cumplan con la altura mínima recogida en el reglamento “Criterios de diseño para la realización de estructuras y soportes en subestaciones”.

Por tanto, la longitud de dichos soportes debe ser superior a dicha altura mínima dado que tiene que contrarrestar la cota que descienden los elementos en tensión al estar sometidos a la fuerza de la gravedad.

## 9.7. CONDUCTORES

Se emplearán los siguientes tipos de conductores para la subestación:

- Conductores desnudos de Alta Tensión
- Conductores de tierra
  - o Malla enterrada
  - o Hilo de guarda
  - o Neutro SS.AA.

- Conductores aislados de Media Tensión
- Conductores aislados de Baja Tensión
- Conductores aislados de Baja Tensión para medida, protección y mando

#### **9.7.1. Conductores desnudos de Alta Tensión**

El conductor desnudo de Alta Tensión utilizado en los embarrados y líneas aéreas, está compuesto por aluminio-acero. Los alambres que lo forman están dispuestos en capas concéntricas, siendo las centrales las de acero y las capas exteriores las de aluminio.

Dicho conductor está normalizado.

#### **9.7.2. Conductores de Tierra**

Para el conductor de tierra de la Subestación se utilizan distintos tipos de elementos, según su requerimiento.

- Para las uniones entre elementos se utilizan cables de cobre con secciones de entre 50 y 65 mm<sup>2</sup> de sección.
- Para la malla de metal que cubre la superficie de la Subestación se utilizarán cables de cobre trenzado de entre 120 y 150 mm<sup>2</sup> de sección.
- Para la protección frente al rayo se utilizarán cables de guarda de 60 mm<sup>2</sup> de sección de acero.
- Para la unión de la tierra al conductor de neutro se utilizarán cables de cobre desnudo de 100 mm<sup>2</sup> de sección.

#### **9.7.3. Conductores aislados de Media Tensión**

En el nivel de 20 kV se colocará el cable aislado de Media Tensión, el cual utilizará un conductor de aluminio, aislado eléctricamente y protegido contra acciones mecánicas.

#### **9.7.4. Conductores aislados de Baja Tensión**

Para la distribución en Baja Tensión, se utilizará cable aislado de iguales características, salvo la sección, la cual será la necesaria para cada circuito según cálculos.

### 9.7.5. Conductores aislados de Baja Tensión para medida, protección y mando

Para estos elementos se colocará el mismo cable que para distribución en Baja Tensión, con la salvedad que este será siempre de 1,5 mm<sup>2</sup> de sección, debido a la baja intensidad que han de soportar los cables de comunicación.

## 9.8. EDIFICIO

En este edificio se encuentran albergados tanto el nivel de tensión de 20 kV, el transformador de SS.AA. con toda su aparamenta, las baterías de condensadores y las baterías de corriente continua, como la aparamenta de mando y protección, se encontrarán albergadas en un edificio de obra civil construido a tal fin.

Por tanto se construye un edificio de obra civil de 30 x 20 metros cuadrados de superficie. Dicho edificio tendrá una altura de 3,5 metros, una puerta de acceso tipo corredera de 2,5 metros de altura por 3 de ancho, en la cual dentro de esta se colocará una puerta de acceso individual de 2 metros de altura por 1,20 metros de ancho.

La ventilación será natural, colocándose rejillas metálicas a tal fin en las paredes del edificio.

Todos los recintos del edificio estarán dotados de luminarias de emergencia las cuales deben estar conectadas a un equipo auxiliar de baterías que deben ser capaces de proporcionar energía suficiente para mantenerlas encendidas durante un periodo de 2 horas.

## 9.9. CIMENTACIONES

Las cimentaciones serán los elementos estructurales que se encarguen de transmitir al suelo los esfuerzos provenientes de los pórticos. Dichos esfuerzos pueden ser el propio peso de los elementos, sobrecargas externas o esfuerzos electrodinámicos entre los conductores.

Para estos elementos se utilizarán los catálogos de fabricantes homologados indicando el tamaño de la cimentación y los cálculos justificativos.

De esta manera se garantiza el cumplimiento del Reglamento de Alta Tensión.

# 10. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA ELEGIDA

## 10.1. INTERRUPTORES

### 10.1.1. GENERALIDADES

Los interruptores automáticos disyuntores o son los elementos de la aparamenta que tienen la misión de interrumpir o abrir el circuito eléctrico en carga.

Esta maniobra se realiza cuando la intensidad de la corriente eléctrica circulante excede un determinado valor calculado y calibrado, con el objetivo de proteger a los demás equipos de la instalación, sobre daños eléctricos.

Para realizar dicha extinción de corriente estos equipos utilizan diferentes tecnologías, pudiendo clasificarse estos en cuanto a su forma de extinción del arco, siendo estas las siguientes:

- Interruptores de gran volumen de aceite
- Interruptores de pequeño volumen de aceite
- Interruptores de aire comprimido
- Interruptores de Hexafloruro de azufre
- Interruptores de vacío
- Interruptores de soplado magnético

Estos interruptores deben estar diseñados para realizar el reenganche automático una vez se ha extinguido la sobre corriente.

### 10.1.2. INTERRUPTORES DEL NIVEL DE 220 KV

Para el nivel de tensión de 220 kV se utilizarán interruptores de Hexafloruro de Azufre ( $\text{SF}_6$ ) tripolares dotados con un mecanismo de apertura compuesto por un resorte mecánico conectado a una barra de impulsión, y la propia unidad de Hexafloruro de Azufre.

**Las características de estos elementos son las siguientes:**

Marca:	ABB
Modelo:	LTB 245
Tensión nominal:	245 kV
Frecuencia nominal:	50 Hz
Corriente nominal:	4000 A
Corriente de cortocircuito:	40 kA
Duración de cortocircuito:	3 s
Tiempo de cierre:	50 ms
Tiempo de apertura:	17 ms

Tiempo de corte:	40 ms
Tiempo muerto:	300 ms

### 10.1.3. INTERRUPTORES DEL NIVEL DE 132 KV

Para el nivel de tensión de 132 kV se utilizarán igualmente interruptores de Hexafloruro de Azufre (SF<sub>6</sub>) tripolares similares a los del nivel de 220 kV.

**Las características de estos elementos son las siguientes:**

Marca:	ABB
Modelo:	LTB 145
Tensión nominal:	145 kV
Frecuencia nominal:	50 Hz
Corriente nominal:	3150 A
Corriente de cortocircuito:	40 kA
Duración de cortocircuito:	3 s
Tiempo de cierre:	40 ms
Tiempo de apertura:	22 ms
Tiempo de corte:	40 ms
Tiempo muerto:	300 ms

## 10.2. SECCIONADORES

### 10.2.1. GENERALIDADES

Los seccionadores son dispositivos que tienen el objetivo de abrir permanentemente el circuito, y además permiten a los operarios saber de forma visual si el circuito está abierto. Esto se debe a que su apertura se realiza físicamente con la separación de sus contactos. Sin embargo no pueden abrir o cerrar el circuito en tensión.

La actuación de estos equipos por tanto se ve relacionada con la de los interruptores automáticos, dado que si el circuito se encuentra en tensión y queremos cortar el paso de corriente, primero debe actuar el interruptor automático para cortar esta corriente, y a continuación abre el seccionador para garantizar dicho corte de forma visual. Para el caso de retornar la corriente el orden de maniobras que se tiene que realizar sería el inverso.

Dichos dispositivos presentan una gran separación entre contactos cuando se encuentran en posición de apertura, por tanto suelen ser elementos de grandes dimensiones, proporcionales a su nivel de tensión.

Por tanto cuando se encuentran en posición de cierre deben garantizar el continuo cierre de sus contactos frente a acciones meteorológicas como el viento o a esfuerzos electromagnéticos.

Los seccionadores son elementos muy importantes en el circuito de una subestación, pero sin embargo tienen un funcionamiento muy simple pudiendo clasificarse en cuanto a su método de apertura de contactos de la siguiente manera:

- Seccionadores de cuchillas giratorias
- Seccionadores de cuchillas deslizantes
- Seccionadores de columna central giratoria

#### 10.2.2. SECCIONADORES DEL NIVEL DE 220 KV

Para el nivel de 220 kV de la subestación se ha elegido el seccionador de columna central giratoria. Este seccionador en particular posee tres columnas para cada fase, encontrándose los terminales del circuito que se pretende cortar conectados a cada una de las columnas laterales, y siendo realizada la apertura o cierre entre ellas por medio de una cuchilla central que se encuentra acoplada a la columna central, de manera que al girar esta separa o junta dicha cuchilla a los contactos de los extremos.

Se ha elegido este elemento por ser el que menos averías tiene, y el que más ciclos de apertura-cierre de vida tiene.

Sus características son las siguientes:

Marca:	MESA
Modelo:	SG3CT-245/800
Tensión nominal:	245 kV
Intensidad nominal:	800 A
Intensidad de corta duración:	31,5 kA
Valor de pico de intensidad:	80 kA

#### 10.2.3. SECCIONADORES DEL NIVEL DE 132 KV

Para el nivel de 132 kV se ha elegido el seccionador de columna central giratoria similar al anterior.

Sus características son las siguientes:

Marca:	MESA
Modelo:	SG3CT-145/800
Tensión nominal:	145 kV
Intensidad nominal:	800 A
Intensidad de corta duración:	31,5 kA
Valor de pico de intensidad:	80 kA

### **10.3. PARARAYOS AUTOVÁLVULARES**

#### **10.3.1. GENERALIDADES**

Estos dispositivos son los encargados de proteger a la instalación frente a sobretensiones. Dichas sobretensiones pueden proceder de efectos meteorológicos como rayos o de la propia instalación.

El funcionamiento de dichos dispositivos se realiza mediante unas resistencias variables que se conectan entre cada fase de la línea y tierra.

En funcionamiento normal estas resistencias tienen un valor muy grande, por tanto la corriente de fuga a tierra a través de ellas es despreciable. Cuando se detecta una sobretensión en el circuito, estos dispositivos actúan haciendo prácticamente nula su resistencia, y evacuando toda esa corriente hacia tierra. De esta manera se protege el resto de la instalación aguas debajo de los picos de tensión.

Estos dispositivos se clasifican en cuanto a la tecnología utilizada para variar su resistencia de la siguiente manera:

- Resistencias de óxidos metálicos
- Resistencias de carburo de silicio

#### **10.3.2. AUTOVÁLVULAS DEL NIVEL DE 220 KV**

Para el nivel de 220 kV se utilizarán autoválvulas de óxidos metálicos con las siguientes características:

Tensión de servicio:	160 kV
----------------------	--------

- Tensión asignada: 190 kV
- Corriente nominal de descarga: 10 kA
- Clase de descarga de larga duración: 3

### 10.3.3. AUTOVÁLVULAS DEL NIVEL DE 132 KV

Para el nivel de 132 kV se utilizarán autoválvulas de óxidos metálicos con las siguientes características:

- Tensión de servicio: 90 kV
- Tensión asignada: 125 kV
- Corriente nominal de descarga: 10 kA
- Clase de descarga de larga duración: 3

## 10.4. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD

### 10.4.1. GENERALIDADES

Los transformadores de intensidad son los elementos encargados de medir en todo momento la corriente que circula por un determinado punto de la instalación.

Estos equipos son necesarios tanto para detectar anomalías en el funcionamiento de la subestación (sobrecorrientes o cortocircuitos) como para medir la potencia entregada en cada instante, y así calcular la energía entregada a la hora de hacer la facturación.

Estos dispositivos son muy sensibles dado que tienen que obtener una medida muy exacta de la corriente.

El funcionamiento de los mismos básicamente consiste en obtener un campo magnético en el circuito magnético del mismo proporcional a la corriente circulante por el primario, que es el propio circuito de la instalación, y alimentar con este campo a un circuito secundario, el cual obtenga una corriente proporcional a la del primario pero escalada ciertos ordenes de magnitud. A este secundario se conecta un aparato de medida de intensidad (amperímetro) ya en niveles de baja tensión.

Dado que estos transformadores se van a conectar a circuitos por los que están pasando grandes niveles de corrientes, estos dispositivos deben ser capaz de resistir los altos campos magnéticos y esfuerzos electrodinámicos sin alterar su medida.

Dado que estos equipos realizan la labor de medida y protección, suelen tener dos secundarios, uno para cada fin.

#### 10.4.2. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD DEL NIVEL DE 220 KV

Para el nivel de 220 kV se ha elegido un transformador de intensidad de las siguientes características:

Marca:	ARTECHE
Modelo:	CA-245
Tensión nominal de aislamiento:	245 kV
Tensiones de ensayo:	460 kV/1050 kV
Corriente nominal del primario:	250/450
Corriente nominal de los secundarios:	5 A

#### 10.4.3. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD DEL NIVEL DE 132 KV

Para el nivel de 132 kV se ha elegido un transformador de intensidad de las siguientes características:

Marca:	ARTECHE
Modelo:	CA-145
Tensión nominal de aislamiento:	145 kV
Tensiones de ensayo:	275 kV/650 kV
Corriente nominal del primario:	400/800/900 A
Corriente nominal de los secundarios:	5 A

### 10.5. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN

#### 10.5.1. GENERALIDADES

Los transformadores de tensión son los elementos encargados de medir en todo momento la tensión existente entre determinados puntos de la instalación.

Estos equipos son necesarios tanto para detectar anomalías en el funcionamiento de la subestación (sobretensiones) como para medir la potencia entregada en cada instante, y así calcular la energía entregada a la hora de hacer la facturación.

Estos dispositivos son muy sensibles dado que tienen que obtener una medida muy exacta de la tensión.

El funcionamiento de los mismos es similar al de un transformador de potencia, conectándose el circuito primario entre los terminales que se quiere conocer la tensión, de

esta forma se obtiene un campo magnético en el circuito magnético del mismo proporcional a la tensión del primario, y alimentar con este campo a un circuito secundario, el cual obtenga una tensión proporcional a la del primario pero escalada ciertos ordenes de magnitud. A este secundario se conecta un aparato de medida de tensión (voltímetro) ya en niveles de baja tensión.

Dado que estos transformadores se van a conectar a circuitos por los que están pasando grandes niveles de corrientes, estos dispositivos deben ser capaz de resistir los altos campos magnéticos y esfuerzos electrodinámicos sin alterar su medida.

### 10.5.2. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN DEL NIVEL DE 220 KV

Para el nivel de 220 kV se ha elegido un transformador de intensidad de las siguientes características:

Marca:	ARTECHE
Modelo:	UTF-245
Tensión nominal de aislamiento:	245 kV
Tensiones de ensayo:	460 kV/1050 kV
Tensión de secundario:	110
Número de secundarios:	4

### 10.5.3. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN DEL NIVEL DE 132 KV

Para el nivel de 132 kV se ha elegido un transformador de intensidad de las siguientes características:

Marca:	ARTECHE
Modelo:	UTF-145
Tensión nominal de aislamiento:	145 kV
Tensiones de ensayo:	275 kV/650 kV
Tensión de secundario:	110
Número de secundarios:	4

## 10.6. CELDA DE MEDIDA DE TENSIÓN

### 10.6.1. GENERALIDADES

Son los conjuntos prefabricados de apartamento, bajo envolvente metálica, montados por el fabricante, y que antes de salir de fábrica han sido sometidos a los ensayos pertinentes.

#### 10.6.2. CELDAS DE MEDIDA DE TENSIÓN

La celda de media tensión para la subestación interior que se han elegidos son celdas integradas de distribución Primaria de doble barra, con aislamiento SF6. Esta serie está especialmente diseñada para la seguridad de las personas y la fiabilidad del servicio, contribuyendo a mejorar la distribución eléctrica en redes de media tensión.

### 10.7. TERMINAL DE EMPALME

El terminal de empalme es el dispositivo encargado de conectar el cable aéreo desnudo de la subestación exterior con el cable aislado que entra en la subestación de interior.

Este dispositivo se encuentra después del pararrayos autovalvular del nivel de tensión de 20 kV.

### 10.8. TRANSFORMADORES T1 Y T2

Estos transformadores de potencia son los encargados de transformar la tensión del primer nivel (220 kV) de llegada a la Subestación, a la tensión del segundo nivel (132 kV).

Ambos transformadores son similares, y sus características son las siguientes:

Fabricante:	ABB
Potencia nominal:	100 MVA
Nivel de aislamiento primario:	1.050 kV
Nivel de aislamiento secundario:	650 kV
Tensión del primario:	220 kV
Tensión del secundario:	132 kV
Frecuencia:	50 Hz
Regulación en tensión primaria:	± 20%
Regulación en tensión secundaria:	± 20%
Impedancia de cortocircuito:	10%
Conexión:	Yd11

## 10.9. TRANSFORMADORES T3 Y T4

Estos transformadores de potencia son los encargados de transformar la tensión del segundo nivel (132 kV) a la tensión del tercer nivel (20 kV).

Ambos transformadores son similares, y sus características son las siguientes:

Fabricante:	ABB
Potencia nominal:	50 MVA
Nivel de aislamiento primario:	650 kV
Nivel de aislamiento secundario:	125 kV
Tensión del primario:	132 kV
Tensión del secundario:	20 kV
Frecuencia:	50 Hz
Regulación en tensión primaria:	$\pm 10\%$
Regulación en tensión secundaria:	$\pm 10\%$
Impedancia de cortocircuito:	10%
Conexión:	Yd11

## 11. RED DE TIERRAS

### 11.1. GENERALIDADES

La subestación entera, entendiéndose por esta todas las instalaciones presentes en deberán disponer de una protección o instalación de tierra diseñada para que en cualquier punto de posible acceso del interior o exterior de la misma donde puedan circular o permanecer personas, queden sometidas como máximo a las tensiones de paso y contacto durante cualquier defecto en la instalación eléctrica.

### 11.2. FUNCIONES DE LA RED DE TIERRAS

La Red de Tierras cumple las siguientes funciones:

- Proporcionar un circuito de muy baja impedancia para la circulación de las corrientes de tierra.
- Evitar que durante la circulación de estas corrientes de tierra puedan producirse diferencias de potencial entre distintos puntos de la Subestación, significando un peligro para el personal.

- Facilitar, mediante sistemas relevadores, la eliminación de las faltas a tierra en los sistemas eléctricos.
- Dar mayor fiabilidad y continuidad al servicio eléctrico.

### **11.3. INSTALACIÓN DE LA RED DE TIERRAS**

La superficie ocupada por la Subestación es de 15.000 m<sup>2</sup>. Por lo tanto, con el objetivo de aumentar la protección en el perímetro de la misma, se ha instalado una red de tierra de conductor desnudo de 120 mm<sup>2</sup> de Cu, formando una malla con una retícula de 4 x 4 m a una profundidad de 80 cm, cubriendo esta toda la superficie de la Subestación más dos metros alrededor de toda ella.

Se ha instalado en toda la superficie interior una capa de 10 cm de grava, aumentando así notablemente la resistividad superficial del terreno.

#### **11.3.1. PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN**

Por motivos de seguridad se deberán poner a tierra las partes metálicas de una instalación que normalmente no estén en tensión, pero que puedan estarlo a consecuencias de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones.

- Los chasis de los conjuntos de armarios metálicos.
- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Las puertas metálicas de los locales
- Las columnas, soportes, pórticos.
- Las estructuras y armaduras metálicas de los edificios que contengan instalaciones de alta tensión.
- Las vallas y cercas metálicas.
- Los blindajes metálicos de los cables.
- Las tuberías y conductos metálicos.
- Hilos de guarda o cables de tierra de las líneas aéreas.
- Las carcasas de transformadores, generadores, motores y otras máquinas.

#### **11.3.2. PUESTA A TIERRA DE SERVICIO**

También deberán ir conectados a la red de tierras los elementos de la instalación:

- El neutro de los alternadores y otros aparatos o equipos que lo precisen.

- Los neutros de los transformadores, que lo precisan en instalaciones o redes con neutro a tierra directa o a través de resistencias o bobinas.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.
- Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.

### 11.3.3. INTERCONEXIONES DE INSTALACIONES DE TIERRA

Las dos puestas a tierra mencionadas anteriormente, de protección y de servicio, deberán estar interconectadas, constituyendo una instalación de tierra general.

Como excepción de esto deben excluirse aquellas puestas a tierra que puedan presentar en algún punto tensiones peligrosas para las personas, bienes o instalaciones eléctricas.

### 11.3.4. PUESTA A TIERRA DEL TRANSFORMADOR DE SISTEMAS AUXILIARES

Para el transformador de servicios auxiliares será necesario una tierra independiente de la malla de tierra general de la Subestación. Para ello, debe conectarse el neutro del transformador de servicios auxiliares a una tierra independiente de la malla. Dicha tierra estará compuesta por 6 picas de cobre de 4 metros de longitud y 20 mm<sup>2</sup> de sección, enterradas a una distancia de 0,8 metros de la superficie, y alejadas de la malla de tierra de la subestación una distancia de 20 metros. Estas picas, estarán separadas entre ellas una distancia de 5 metros, y unidas entre sí por un conductor desnudo de cobre de 95 mm<sup>2</sup>.

## 11.4. CONDUCTORES DE TIERRA

Los conductores de tierras están compuestos por los siguientes grupos de conductores:

- Malla general: conductor de cobre desnudo de 120 mm<sup>2</sup>.
- Unión transformador-tierra: conductor aislado de cobre de 95 mm<sup>2</sup>.
- Unión carcasas de vallado-red de tierra: conductor aislado de cobre de 50 mm<sup>2</sup>.
- Hilo de guarda: Conductor de acero de 50 mm<sup>2</sup>.

## 12. SERVICIOS AUXILIARES

La red de servicios auxiliares estará alimentada por un transformador de 60 KVA que dará servicio a los elementos de pequeña fuerza del edificio de obra civil y sus luminarias, así como las protecciones de la aparamenta.

## **12.1. TRANSFORMADORES DE SERVICIOS AUXILIARES**

El transformador encargado de dar servicio a todos los receptores que componen los Servicios Auxiliares será un transformador de tipo seco, el cual estará ubicado en el interior del edificio.

## **12.2. LUMINARIAS**

Las luminarias son los equipos encargados de proporcionar luz en el interior y exterior de la subestación.

Dentro de este grupo también se engloban los circuitos de alimentación de las mismas. Estos estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque.

Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas.

En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

Dentro de este grupo se encuentran los siguientes accesorios:

- Lámparas de emergencia: Constan de una lámpara fluorescente que se ilumina si falla el suministro de red.
- Lámparas fluorescentes: Son un tipo de lámparas similares a las anteriores, pero que su encendido es voluntario.
- Lámparas exteriores: Se trata de focos halógenos de 300 W de potencia que se instalarán en el exterior del edificio de obra civil.

# **13. BATERÍA DE CORRIENTE CONTÍNUA**

## **13.1. GENERALIDADES**

Las baterías de corriente continua son los equipos encargados de alimentar en corriente continua y baja tensión a todos los sistemas de protección y de control de la Subestación.

Estas baterías se alimentan mediante una estación rectificadora conectada en cascada al transformador reductor de tensión de la red alterna.

Estos equipos de carga de baterías deben mantener las mismas a plena carga a pesar de que estén estas entregando energía.

Si se produce una avería en el equipo de carga, estas baterías deben poder suministrar energía a los dispositivos de protección y control durante un mínimo de 4 horas.

## **13.2. TENSIONES NOMINALES**

A la hora de diseñar el circuito de control se utilizarán las siguientes tensiones nominales normalizadas para corriente continua.

Tensiones nominales normalizadas: 12 V, 24 V, 45 V, 125 V, 220 V.

## **13.3. ELECCIÓN DE LAS BARETÍAS DE ACUMULADORES**

### **13.3.1. TIPOS DE BARETÍAS DE ACUMULADORES**

Para la elección del tipo de batería se utilizarán una de las siguientes clases:

- Baterías ácidas, también denominadas de plomo, en las versiones de vaso abierto o cerrado.
- Baterías alcalinas en las versiones de vaso semiestanco o hermético.

### **13.3.2. DATOS BÁSICOS PARA SU ELECCIÓN**

Para la elección del tipo de baterías, se tendrá en cuenta el valor de las puntas de descarga, el consumo permanente y la capacidad de las baterías.

Se emplearán baterías de tipo lento cuando las puntas sean pequeñas en relación con el consumo permanente y baterías de descarga rápida cuando las puntas sean importantes en relación con el citado consumo permanente.

## **13.4. INSTALACIÓN**

En los proyectos y posteriores realizaciones de instalaciones de baterías de acumuladores, han de tenerse en cuenta dos aspectos fundamentales:

- Requisitos mínimos que han de reunir los locales destinados a su emplazamiento.
- Condiciones mínimas que han de cumplirse en las instalaciones propiamente dichas de las mismas.

#### 13.4.1. LOCALES

Para la elección y adecuación del local en el que se instalen se deben tener en cuenta los siguientes aspectos del mismo:

- El local de su instalación estará destinado exclusivamente a este fin, siendo un lugar bien ventilado y seco.
- El local estará bien aislado térmicamente, en especial de aquellos lugares o instalaciones donde se puedan producir vapores, gases y otros agentes nocivos.
- Los materiales empleados en la construcción del local serán resistentes a la acción de los gases que puedan desprender los acumuladores.

#### 13.4.2. CONDICIONES DE INSTALACIÓN

Para la instalación de los acumuladores se debe tener en cuenta que el relleno de electrolito, la limpieza y sustitución de elementos, a lo largo de la vida de los mismos, sin riesgo de accidentes para el personal de trabajo.

### 13.5. PROTECCIONES ELÉCTRICAS DE LA BATERÍA DE ACUMULADORES

Las protecciones eléctricas mínimas que deben poseer las baterías de acumulación son las siguientes:

- Instalar interruptor automático a la salida de la batería de acumuladores, antes de las barras de distribución.
- Instalar un detector de tierras sobre las barras de distribución, que facilite una alarma preventiva en caso de una puesta a tierra de cualquier polo.
- Todos los circuitos a los distintos servicios deben ir equipados con cartuchos fusibles calibrados o con interruptor automático.
- Se instalará un dispositivo detector que indique la falta de alimentación a la batería.

- Se instalarán sistemas de alarma de falta de corriente continua en los circuitos esenciales, tales como protección y maniobra.

### **13.6. EQUIPO DE CARGA DE BATERÍAS DE ACUMULADORES**

El equipo de carga para las baterías de acumuladores debe cumplir las siguientes condiciones como mínimo:

- Cuando las baterías se encuentran en régimen de flotación, debe ser capaz de mantener la tensión de flotación en bornas de batería dentro de un margen de variación del  $\pm 2\%$ , para una variación del  $\pm 15\%$  de la tensión de alimentación.
- Habrá de mantener el factor de rizado máximo, en cualquier condición de carga, que exijan los equipos alimentados por el conjunto batería-equipo de carga.
- Debe estar dotado de un mínimo de alarmas que permitan detectar un mal funcionamiento del equipo.
- El régimen normal de funcionamiento será el de flotación.
- En el caso de que se empleen otros sistemas habrá que justificar la razón.

## **14. BATERÍA DE CONDENSADORES**

Será necesario instalar baterías de condensadores en paralelo a las líneas de salida de la Subestación con el objetivo de compensar el factor de potencia en la misma. Esto se debe al alto valor inductivo de los equipos de la subestación (bobinas, conductores, transformadores...).

Estas baterías de condensadores tendrán una potencia de 10 MVar, y se acoplarán mediante la aparatada de línea pertinente (protección, control, mando y puesta a tierra) al juego de barras de 20 kV de la subestación.

## **15. HILOS DE GUARDA**

Se deberán utilizar hilos de guarda para proteger la subestación contra descargas directas de rayos. Estos hilos tendrán la misma sección que los que se usan en las líneas de transmisión cuando la probabilidad de rayo sea elevada, y un 75 % de la sección cuando la probabilidad de rayo es reducida.

Estos hilos de guarda estarán formados por conductores de acero desnudos con una sección de  $50 \text{ mm}^2$  a una altura adecuada para que el cono de protección que estos generan cubra la totalidad de los conductores y equipos.

## **16. PROTECCIONES DE LA SUBESTACIÓN**

Como se ha visto, todos estos equipos de los que se ha hablado garantizan la protección de la subestación ante una falta o defecto. Pero sin embargo es necesario además unos equipos que aseguren la continuidad del servicio ante estas faltas. Es decir, que cuando estas faltas o defectos ocurran, las consecuencias de ellas como son cortes de suministro, sean lo más pequeñas posibles.

Para ello es necesario coordinar los distintos dispositivos de protección y maniobra para conseguir que todo el conjunto de protecciones sea selectivo, y pueda diferenciar entre defectos para decidir que zonas de la red cortar.

Para ello hay que analizar los defectos que pueden ocurrir en las redes. Las más importantes son las siguientes:

- Cortocircuitos
- Sobrecargas
- Retornos de corriente
- Subtensiones
- Sobretensiones

Todos estos defectos deberían ser detectados por los equipos de protección, los cuales deben dar una respuesta rápida ante las mismas eliminándolas actuando en el punto en el que perjudique lo menos posible al suministro.

Los dispositivos encargados de detectar estas anomalías son los relés de protección. Existen diversidad de relés, los más comunes son los siguientes:

- Relés electromagnéticos: se basan en el principio de la fuerza de atracción ejercida entre piezas de material magnético.
- Relés de inducción: se basan en el principio de la rueda de Barlow, es decir, el mismo principio que usan los contadores.

- Relés electrodinámicos: están basados en un principio similar al de los aparatos de medida tipo galvanómetro.
- Relés electrónicos: son los más utilizados en la actualidad debido a su gran rapidez y capacidad de regulación.

Estos relés pueden estar diseñados para controlar distintas magnitudes eléctricas de la línea. Las funciones más importantes de estos en cuanto a esas magnitudes son las siguientes:

- Protección contra sobreintensidad: su misión es proteger los equipos (máquinas, transformadores y líneas) contra cualquier elevación anormal de la temperatura como consecuencia de una sobreintensidad. Este tipo de actuación irá temporizado.
- Protección contra cortocircuito: misión es proteger los equipos (máquinas, transformadores y líneas) contra los esfuerzos electrodinámicos que se generan en un cortocircuito, y las consecuencias de los mismos.
- Protección diferencial: su misión es proteger a las personas y los equipos de descargas del circuito a tierra sobre los mismos, es decir, de corrientes que se salgan de propio lazo del circuito. Se trata de un tipo de protección selectivo, ya que si la falta se produce fuera de la zona protegida la protección no actuará.
- Protección direccional a tierra: tiene como misión señalar y en ocasiones desconectar selectivamente el circuito puesto a tierra. Esta corriente suele ser de un valor elevado.
- Protección de sobretensión y subtensión: su misión es proteger a los equipos de la res de sobretensiones y subtensiones dado que en ciertas ocasiones se pueden presentar sobretensiones y subtensiones elevadas que pueden producir daños en la aparamenta.
- Protección Bucholz: protección exclusiva para los transformadores de potencia que se encarga de controlar el estado del aceite del depósito y en caso de presentarse alguna anomalía que pudiese dar riesgo de explosión, se encarga de avisar y si la anomalía persiste o incrementa desconecta.

## **16.1. PROTECCIONES PARA 220KV**

### **16.1.1. POSICIÓN DE LÍNEA**

Los relés encargados de proteger las líneas a 220 kV, serán de tipo electrónico.

Este relé controlará las siguientes protecciones para la línea de 220 kV:

- Protección de mínima tensión. - 59: Protección de máxima tensión. - 64: Protección a tierra.
- Protección de sobreintensidad.
- Reenganchador trifásico.
- Sincronismo.
- Protección de línea.
- Homopolar.

Los cuales actuarán sobre la bobina de disparo de sus respectivos interruptores y se conectarán según se indica en el plano de protecciones de entrada 220 kV.

### 16.1.2. POSICIÓN DE TRANSFORMADOR

Los dos transformadores de 220 kV estarán protegidos por un relé electrónico que estará situado en la subestación interior, dentro de una celda de protección.

Este relé electrónico garantiza las siguientes protecciones de transformador:

- Protección de máxima tensión.
- Protección de mínima tensión.
- Protección a tierra.
- Protección de sobre-intensidad.
- Relé Buchholz.
- Protección Diferencial.
- Relé de temperatura.

## 16.2. PROTECCIONES PARA 132 KV

### 16.2.1. POSICIÓN DE LÍNEA

El dispositivo encargado de proteger las líneas de 132 kV será también un relé electrónico que al igual que en el caso anterior estará situado en la subestación interior, dentro de una celda de protección.

Este relé electrónico garantiza las siguientes protecciones de transformador:

- Protección de máxima tensión.
- Protección de mínima tensión.
- Protección a tierra.
- Protección de sobre-intensidad.

- Sincronismo.
- Protección de línea.
- Reenganchador trifásico.
- Homopolar.

### 16.2.2. POSICIÓN DE TRANSFORMADOR

Para la protección de la posición del transformador a 132 kV, se ha optado por la elección de un relé electrónico, el cual irá alojado en el interior de una cabina destinada a la situación de todos los relés de protección, ubicada en el interior del edificio de obra civil dispuesto en la subestación. Las características del conexionado aparecen en el plano 6. PROTECCIONES TRANSFORMADOR 220/132 KV y 7. PROTECCIONES TRANSFORMADOR 132/20KV.

De dicho relé electrónico, atendiendo a las protecciones antes expuestas y a las recomendaciones ENDESA, se activarán las siguientes protecciones para las posiciones del transformador a 132 kV:

- Protección de máxima tensión.
- Protección de mínima tensión.
- Protección a tierra.
- Protección de sobre-intensidad.
- Relé Buchholz.
- Protección Diferencial.
- Relé de temperatura.

### 16.2.3. PROTECCIONES PARA 20 KV

Los dispositivos encargados de proteger las líneas de 20 kV serán los propios relés electrónicos que vienen incrustados de fábrica en las celdas de protección.

Estos relés garantizan las siguientes protecciones de transformador:

- Protección de máxima tensión.
- Protección de mínima tensión.
- Protección de sobre-intensidad.
- Protección homopolar.

## **17. APARATOS DE MEDIDA**

Es necesario disponer de elementos de medida para comprobar de forma visual las magnitudes eléctricas que entran en juego en la subestación y la energía transmitida de la subestación hacia las cargas conectadas a ella.

Esto es vital para realizar un seguimiento continuo del funcionamiento de la subestación y de las distintas protecciones conectadas a los secundarios de los transformadores de medida.

Dichos dispositivos de medida controlarán continuamente las siguientes magnitudes:

- Tensión: Para ello se instalarán voltímetros cuya misión es la de reflejar en todo momento la tensión a la que se encuentran las distintas posiciones.
- Corriente: Para ello se instalarán amperímetros cuya misión es la de reflejar en todo momento la intensidad que circula por cada una de las distintas posiciones.
- Frecuencia: Para ello se instalarán frecuencímetros cuya misión es la de reflejar en todo momento la frecuencia de la red.
- Potencia activa: Para ello se instalarán vatímetros cuya misión es la de reflejar en todo momento la potencia activa que están consumiendo las cargas conectadas a cada una de las posiciones de la subestación.
- Potencia reactiva: Para ello se instalarán contadores de reactiva cuya misión es la de reflejar en todo momento la potencia reactiva que están consumiendo las cargas conectadas a cada una de las posiciones de la subestación.
- Factor de potencia: Esta magnitud se determinará a partir de la potencia activa y reactiva determinadas anteriormente, para reflejar en todo momento el factor de potencia de cada una de las posiciones de la subestación debido a las cargas a ella conectadas.

### **17.1. MEDIDA PARA 220 KV**

#### **17.1.1. POSICIÓN DE LÍNEA**

En las líneas de 220 kV, se instalarán equipos electrónicos encargados de medir las distintas magnitudes eléctricas citadas anteriormente, así como el control de la subestación, incorporando en ellos las protecciones pertinentes.

Las magnitudes a medir y controlar por estos equipos serán las siguientes:

- Voltímetro: Tensión, medida en [V].
- Amperímetro: Corriente, medida en [A].

- Vatímetro: medida en [kW].
- Contador de potencia reactiva: medida en [kVAr].
- Contador de energía activa: medida en [kW h].
- Contador de energía reactiva: medida en [kVAr h].
- Control del factor de potencia: medido en  $\cos(\phi)$ .
- Control de la frecuencia: medida en Hz.

### 17.1.2. POSICIÓN DE TRANSFORMADOR

En los transformadores de 220 kV, se instalarán equipos electrónicos para medida y control de las distintas magnitudes eléctricas, incorporando en ellos las protecciones pertinentes.

Las magnitudes a medir y controlar por estos equipos serán las siguientes:

- Voltímetro: Tensión, medida en [V].
- Amperímetro: Corriente, medida en [A].
- Vatímetro: medida en [kW].
- Contador de potencia reactiva: medida en [kVAr].
- Contador de energía activa: medida en [kW h].
- Contador de energía reactiva: medida en [kVAr h].
- Control del factor de potencia: medido en  $\cos(\phi)$ .
- Control de la frecuencia: medida en Hz.

## 17.2. MEDIDA PARA 132 KV

### 17.2.1. POSICIÓN DE LÍNEA

En las líneas de 132 kV, se instalarán equipos electrónicos DMS multifuncionales encargados de medir las distintas magnitudes eléctricas citadas anteriormente, así como el control de la subestación, incorporando en ellos las protecciones pertinentes.

Las magnitudes a medir y controlar por estos equipos serán las siguientes:

- Voltímetro: Tensión, medida en [V].
- Amperímetro: Corriente, medida en [A].
- Vatímetro: medida en [kW].
- Contador de potencia reactiva: medida en [kVAr].
- Contador de energía activa: medida en [kW h].
- Contador de energía reactiva: medida en [kVAr h].

- Control del factor de potencia: medido en  $\cos(\phi)$ .
- Control de la frecuencia: medida en Hz.

### 17.2.2. POSICIÓN DE TRANSFORMADOR

En los transformadores de 132 kV, se instalarán equipos electrónicos para medida y control de las distintas magnitudes eléctricas, incorporando en ellos las protecciones pertinentes.

Las magnitudes a medir y controlar por estos equipos serán las siguientes:

- Voltímetro: Tensión, medida en [V].
- Amperímetro: Corriente, medida en [A].
- Watímetro: medida en [kW].
- Contador de potencia reactiva: medida en [kVAr].
- Contador de energía activa: medida en [kW h].
- Contador de energía reactiva: medida en [kVAr h].
- Control del factor de potencia: medido en  $\cos(\phi)$ .
- Control de la frecuencia: medida en Hz.

## 17.3. MEDIDA PARA 20 KV

La aramanta de 20 kV de la subestación está situada en el edificio de la subestación interior, dentro de las celdas pertinentes.

Por tanto, para la medida de todas las magnitudes eléctricas se utilizará la aramanta previamente instalada de fábrica en dichas celdas.

Las magnitudes a medir en este nivel de tensión son las siguientes:

- Voltímetro: Tensión, medida en [V].
- Amperímetro: Corriente, medida en [A].
- Watímetro: medida en [kW].
- Contador de potencia reactiva: medida en [kVAr].
- Contador de energía activa: medida en [kW h].
- Contador de energía reactiva: medida en [kVAr h].
- Control del factor de potencia: medido en  $\cos(\phi)$ .
- Control de la frecuencia: medida en Hz.

# **DOCUMENTO 3**

# **ANEXOS**

# **ANEXO I**

# **UBICACIÓN**

## **ÍNDICE**

ÍNDICE.....	3
1. JUSTIFICACIÓN DE LA UBICACIÓN .....	1

## **1. JUSTIFICACIÓN DE LA UBICACIÓN**

La ubicación de la subestación objetivo de este proyecto ha sido tomada atendiendo a las siguientes cuestiones:

- Lugar más favorable técnicamente
- Terreno que no incumpla las restricciones medio-ambientales
- Terreno que no incumpla las restricciones urbanísticas municipales
- Terreno factible y de fácil acceso
- Zona orientada a en dirección a las poblaciones a abastecer

Por tanto, se justifican cada una por independiente:

- Lugar favorable técnicamente: Se refiere a un lugar situado cerca de la subestación de La Mudarra de REE, con el objetivo de que las líneas de alta de entrada a la subestación, sean lo más cortas posibles, pero teniendo en cuenta también el resto de instalaciones que hay por la zona, y los proyectos de nueva construcción que se encuentran registrados en el ministerio de industria.
- Terreno que no incumpla las restricciones medio-ambientales: En este caso se han comprobado todos los requisitos medioambientales existentes para las instalaciones de producción, transformación y transporte de energía eléctrica. Estos requisitos son los siguientes:
  - o Cursos de agua y zonas de protección hidrográfica por riesgo de inundación.
  - o Zonas de exclusión para instalaciones eléctricas.
  - o Zonas con sensibilidad para la fauna.
  - o Montes de utilidad pública y espacios naturales
  - o Restos arqueológicos.
  - o Nuevas implantaciones de regadío
- Terreno que no incumpla las restricciones urbanísticas municipales: En este caso se ha tenido en cuenta el retranqueo de 500 metros hacia núcleos urbanos de población para subestaciones eléctricas.
- Terreno factible y de fácil acceso: También se ha tenido en cuenta que el terreno en el que se sitúe dicha subestación debe tener una pendiente menor del 5 %, y si es posible de fácil acceso desde los caminos existentes.

- Zona orientada a en dirección a las poblaciones a abastecer: Finalmente dado que las líneas que parten de la subestación tienen por objetivo discurrir hasta los municipios de Castromonte, La Santa Espina y Valladolid, situados al oeste y sur del pueblo de La Mudarra, se ha escogido una localización al oeste de dicho pueblo y de la subestación de REE con el objetivo de que estas líneas de salida tengan el menor número de cruzamientos posibles con las líneas existentes.

## **ANEXO II**

## **CÁLCULOS**

## ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS .....	1
1.1. NIVELES DE AISLAMIENTO Y DISTANCIAS DE SEGURIDAD .....	1
1.1.1. NIVELES DE AISLAMIENTO.....	1
1.1.2. DISTANCIAS DE SEGURIDAD .....	1
1.2. CÁLCULO DE INTENSIDADES NOMINALES .....	2
1.2.1. GENERALIDADES .....	2
1.2.2. ESQUEMA UNIFILAR DEL CIRCUITO .....	3
1.2.3. INTENSIDADES NOMINALES LÍNEAS L1 Y L2.....	3
1.2.4. INTENSIDADES NOMINALES LÍNEAS DE TRANSFORMADORES T1 Y T2 4	
1.2.5. INTENSIDADES NOMINALES LÍNEAS L3 Y L4.....	5
1.2.6. INTENSIDADES NOMINALES LÍNEAS DE TRANSFORMADORES T3 Y T4 5	
1.2.7. INTENSIDADES NOMINALES LÍNEAS L5, L6 Y L7 .....	6
1.2.8. INTENSIDADES NOMINALES LÍNEA LC.....	7
1.2.9. INTENSIDADES NOMINALES TRANSFORMADOR SSAA.....	8
1.3. CÁLCULO DE INTENSIDADES DE CORCOCIRCUITO .....	8
1.3.1. GENERALIDADES .....	8
1.3.2. ESQUEMA UNIFILAR Y LOCALIZACIÓN DE FALTAS .....	9
1.3.3. CÁLCULO POR UNIDAD.....	10
1.3.4. SELECCIÓN DE VALORES BÁSICOS .....	10
1.3.4.1. CÁLCULO DE REACTANCIAS POR UNIDAD .....	11
1.3.5. ESQUEMA DE IMPEDANCIAS POR UNIDAD.....	12
1.3.6. CORTOCIRCUITOS EN LOS PUNTOS SELECCIONADOS .....	13
1.3.7. POTENCIAS DE CORTOCIRCUITO .....	15
1.3.8. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.....	17
1.3.8.1. CORRIENTE EFICAZ DE CORTOCIRCUITO DE CHOQUE.....	17
2. CÁLCULOS DE APARAMENTAS .....	20
2.1. CÁLCULO DE AISLADORES .....	20
2.1.1. AISLADORES DEL NIVEL DE 220 KV .....	20

2.1.2. CÁLCULO DE AISLADORES DEL NIVEL DE 220 KV .....	20
2.1.3. AISLADORES DEL NIVEL DE 132 KV .....	22
2.1.4. CÁLCULO DE AISLADORES DEL NIVEL DE 132 KV .....	22
2.2. DIMENSIONADO Y ELECCIÓN DE INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS	22
2.2.1. ELECCIÓN DE INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.....	22
2.2.2. LOCALIZACIÓN DE INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.....	23
2.2.3. DIMENSIONADO DE INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS .....	24
2.2.3.1. CAPACIDAD DE CONEXIÓN .....	24
2.2.3.2. CAPACIDAD DE DESCONEXIÓN.....	26
2.2.3.3. CORRIENTES NOMINALES.....	27
2.2.3.4. CORRIENTE DE DESCONEXIÓN.....	29
2.2.4. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.....	30
2.3. DIMENSIONADO DE CONDUCTORES.....	31
2.3.1. GENERALIDADES .....	31
2.3.2. CÁLCULO DEL EMBARRADO DE 220 KV .....	32
2.3.2.1. ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE.....	32
2.3.2.2. COMPROBACIÓN POR INTENSIDAD DE CORRIENTE.....	32
2.3.2.3. CÁLCULO DEL EFECTO CORONA .....	33
2.3.3. DERIVACIONES DE BARRAS A TRANSFORMADORES DE POTENCIA T1 Y T2.....	36
2.3.3.1. ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE.....	36
2.3.3.2. COMPROBACIÓN POR INTENSIDAD DE CORRIENTE.....	37
2.3.3.3. CÁLCULO DEL EFECTO CORONA .....	38
2.3.4. SALIDAS EN ALTA TENSIÓN DE LOS TRANSFORMADORES T1 Y T2 40	
2.3.4.1. ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE .....	40
2.3.4.2. COMPROBACIÓN POR INTENSIDAD DE CORRIENTE.....	40
2.3.4.3. CÁLCULO DEL EFECTO CORONA .....	41
2.3.5. CÁLCULO DEL EMBARRADO DE 132 KV.....	42
2.3.5.1. ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE.....	43
2.3.5.2. COMPROBACIÓN POR INTENSIDAD DE CORRIENTE.....	43
2.3.5.3. CÁLCULO DEL EFECTO CORONA .....	44

---

2.3.6. DERIVACIONES DE BARRAS A TRANSFORMADORES DE POTENCIA T3 Y T4 .....	45
2.3.6.1. ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE .....	45
2.3.6.2. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.....	46
2.3.6.3. CÁLCULO DEL EFECO CORONA.....	47
2.3.7. SALIDAS EN MEDIA TENSIÓN DE LOS TRANSFORMADORES T3 Y T4	49
2.3.7.1. TRAMO EN INTEMPERIE .....	49
2.3.7.2. TRAMO SUBTERRÁNEO .....	51
2.3.8. CÁLCULO DEL EMBARRADO DE 20 KV.....	52
2.3.9. SALIDAS EN BAJA TENSIÓN.....	52
2.3.9.1. CÁLCULO POR DENSIDAD DE CORRIENTE.....	53
2.3.10. CABLE DE GUARDA.....	53

# 1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

## 1.1. NIVELES DE AISLAMIENTO Y DISTANCIAS DE SEGURIDAD

### 1.1.1. NIVELES DE AISLAMIENTO

Los niveles de aislamiento que se han adoptado, tanto para los aparatos, excepto el transformador, como para las distancias en el aire vienen especificados en el “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión”, ITC-RAT 12, correspondientes a materiales del grupo A y B son los siguientes:

Tensión nominal [kV]	Tensión más elevada [kV <sub>eficaces</sub> ]	Tensión de onda de choque [kV <sub>cresta</sub> ]	Tensión de corta duración a 50 Hz [kV <sub>eficaces</sub> ]
220	245	1.050	460
132	145	550	230
20	24	125	50

Tabla 1: Niveles de aislamiento.

Para proteger a la instalación de estas sobretensiones debidas al rayo se instalarán pararrayos auto valvulares en las líneas de entrada de la subestación, lo más cerca posible de los transformadores de potencia.

### 1.1.2. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Según recoge el reglamento (ITC-RAT 12) en la tabla 5, las distancias mínimas entre fases para los niveles de aislamiento de la subestación dadas las tensiones de choque son las siguientes:

Tensión nominal [kV]	Tensión de onda de choque [kV <sub>cresta</sub> ]	Distancia mínima entre fases [cm]
220	1.050	210

132	550	110
20	125	22

*Tabla 2: Distancias de seguridad.*

- En el sistema de 220 kV, la distancia mínima entre fases en el aparellaje intemperie es de 350 cm > 210, por lo que cumple con la normativa.
- En el sistema de 132 kV, la distancia mínima entre fases en el aparellaje intemperie es de 250 cm > 110, por lo que cumple con la normativa.

En el ITC-RAT 15 se recogen también las distancias de seguridad de los elementos en tensión frente al suelo.

Como dice el punto 3.1.5 del mismo, cualquier elemento en tensión situado en una zona accesible deberá estar situado a una altura mínima del suelo de 230 cm.

En el caso de que estos elementos en tensión se sitúen sobre pasillos, esta distancia se incrementará al valor resultante de la siguiente fórmula  $H = 250 + d$ , tomando por  $d$  a la distancia obtenida de la tabla anterior.

Por lo tanto, la distancia más restrictiva será la de los elementos del nivel de 220 kV, los cuales deberán cumplir con la altura mínima de:  $250 + 210 = 460$  cm. Y para el nivel de 132 kV la altura mínima es de  $250 + 110 = 360$  cm.

- Estas alturas son muy inferiores a los 6,0 Y 4,0 m de alturas mínimas sobre el suelo a la que se sitúan los embarrados, por lo que cumple con la normativa.

## **1.2.CÁLCULO DE INTENSIDADES NOMINALES**

### **1.2.1.GENERALIDADES**

En este punto se procede al cálculo de las intensidades nominales en los puntos clave del circuito de la subestación.

Estas intensidades hacen referencia a los valores eficaces de las corrientes que circularán por el circuito en régimen nominal y permanente. Y por tanto los valores a los que van a estar

sometidos todos los elementos del circuito habitualmente, y para los que deben estar calculados y diseñados.

### 1.2.2. ESQUEMA UNIFILAR DEL CIRCUITO

El esquema unifilar del circuito de la subestación es el siguiente:

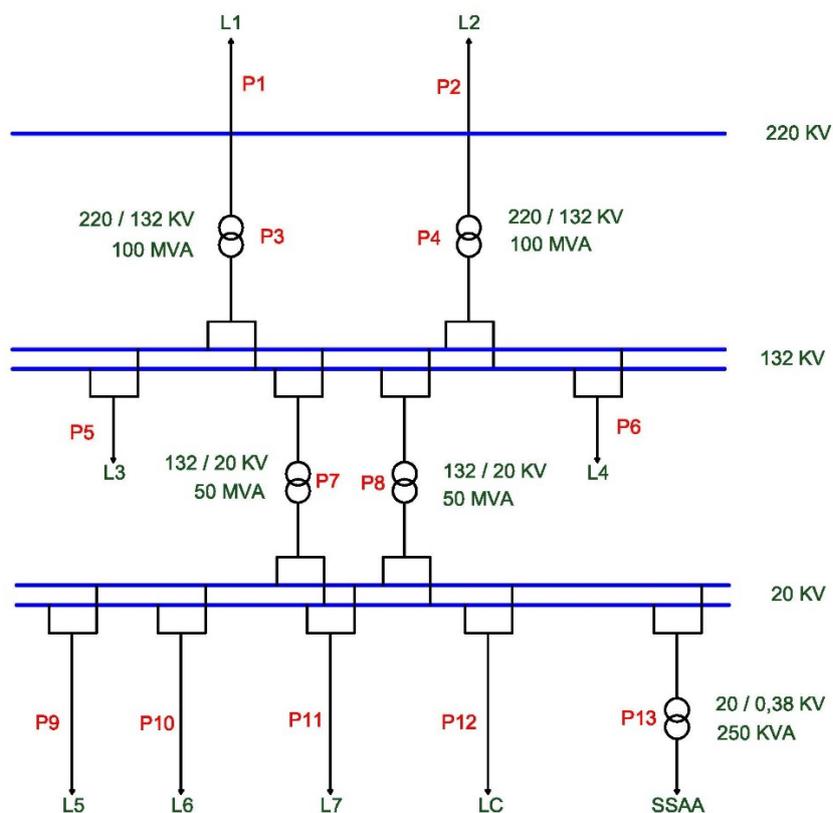


Figura 2-1: Esquema unifilar circuitos.

### 1.2.3. INTENSIDADES NOMINALES LÍNEAS L1 Y L2

Para calcular las intensidades nominales de las líneas de entrada se necesita conocer la potencia nominal de cada línea.

Estas potencias son las siguientes:

- Línea 1:  $S_{N,L1} = 200 \text{ MVA}$

- Línea 2:  $S_{N,L2} = 200 \text{ MVA}$

Por lo tanto, el cálculo de dichas intensidades se realiza aplicando la siguiente fórmula:

$$I_N = \frac{S_N}{U_N * \sqrt{3}}$$

Las intensidades nominales para cada línea son las siguientes:

$$I_N = \frac{200}{220 * \sqrt{3}} = 0,52 \text{ KA}$$

$$I_N = \frac{200}{220 * \sqrt{3}} = 0,52 \text{ KA}$$

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos:

Elemento	Potencia nominal [MVA]	Tensión nominal [KV]	Intensidad nominal [KA]
Línea 1	200	220	0,52
Línea 2	200	220	0,52

Tabla 3: Intensidades nominales para las líneas de entrada L1 y L2.

#### 1.2.4. INTENSIDADES NOMINALES LÍNEAS DE TRANSFORMADORES T1 Y T2

Para calcular las intensidades nominales de las líneas de los transformadores se necesita conocer la potencia nominal de cada una, y las tensiones primarias y secundarias.

Estas potencias son las siguientes:

- Línea T1:  $S_{N,T1} = 100 \text{ MVA}$

- Línea T2:  $S_{N,T2} = 100 \text{ MVA}$

Por lo tanto, el cálculo de dichas intensidades se realiza aplicando la siguiente fórmula:

$$I_N = \frac{S_N}{U_N * \sqrt{3}}$$

Las intensidades nominales para el primario y secundario de cada transformador son las siguientes:

$$I_{N,T1,P} = \frac{100}{220 * \sqrt{3}} = 0,26 \text{ KA}$$

$$I_{N,T1,S} = \frac{100}{132 * \sqrt{3}} = 0,44 \text{ KA}$$

$$I_{N,T2,P} = \frac{100}{220 * \sqrt{3}} = 0,26 \text{ KA}$$

$$I_{N,T2,S} = \frac{100}{132 * \sqrt{3}} = 0,44 \text{ KA}$$

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos:

Elemento	Potencia nominal [MVA]	Tensión nominal [KV]	Intensidad nominal [KA]
Primario T1	100	220	0,26
Secundario T1	100	132	0,44
Primario T2	100	220	0,26
Secundario T2	100	132	0,44

Tabla 4: Intensidades nominales para las líneas de los transformadores T1 y T2.

### 1.2.5. INTENSIDADES NOMINALES LÍNEAS L3 Y L4

Para calcular las intensidades nominales de las líneas de salida L3 y L4 se necesita conocer la potencia nominal de cada línea.

Estas potencias son las siguientes:

- Línea 3:  $S_{N,L3} = 60 \text{ MVA}$
- Línea 4:  $S_{N,L4} = 40 \text{ MVA}$

Por lo tanto, el cálculo de dichas intensidades se realiza aplicando la siguiente fórmula:

$$I_N = \frac{S_N}{U_N * \sqrt{3}}$$

Las intensidades nominales para cada línea son las siguientes:

$$I_{N,L3} = \frac{60}{132 * \sqrt{3}} = 0,26 \text{ KA}$$

$$I_{N,L4} = \frac{40}{132 * \sqrt{3}} = 0,17 \text{ KA}$$

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos:

Elemento	Potencia nominal [MVA]	Tensión nominal [KV]	Intensidad nominal [KA]
Línea 3	60	132	0,26
Línea 4	40	132	0,17

Tabla 5: Intensidades nominales para las líneas de salida L3 y L4.

### 1.2.6. INTENSIDADES NOMINALES LÍNEAS DE TRANSFORMADORES T3 Y T4

Para calcular las intensidades nominales de las líneas de los transformadores se necesita conocer la potencia nominal de cada una, y las tensiones primarias y secundarias.

Estas potencias son las siguientes:

- Línea T3:  $S_{N,T3} = 50 \text{ MVA}$
- Línea T4:  $S_{N,T4} = 50 \text{ MVA}$

Por lo tanto, el cálculo de dichas intensidades se realiza aplicando la siguiente fórmula:

$$I_N = \frac{S_N}{U_N * \sqrt{3}}$$

Las intensidades nominales para el primario y secundario de cada transformador son las siguientes:

$$I_{N,T1,P} = \frac{50}{132 * \sqrt{3}} = 0,22 \text{ KA}$$

$$I_{N,T1,S} = \frac{50}{20 * \sqrt{3}} = 1,44 \text{ KA}$$

$$I_{N,T2,P} = \frac{50}{132 * \sqrt{3}} = 0,22 \text{ KA}$$

$$I_{N,T2,S} = \frac{50}{20 * \sqrt{3}} = 1,44 \text{ KA}$$

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos:

Elemento	Potencia nominal [MVA]	Tensión nominal [KV]	Intensidad nominal [KA]
Primario T3	50	132	0,22
Secundario T3	50	20	1,44
Primario T4	50	132	0,22
Secundario T4	50	20	1,44

Tabla 6: Intensidades nominales para las líneas de los transformadores T3 y T4.

### 1.2.7. INTENSIDADES NOMINALES LÍNEAS L5, L6 Y L7

Para calcular las intensidades nominales de las líneas de salida L5, L6 y L7 se necesita conocer la potencia nominal de cada línea.

Estas potencias son las siguientes:

- Línea 5:  $S_{N,L5} = 15 \text{ MVA}$
- Línea 6:  $S_{N,L6} = 20 \text{ MVA}$

- Línea 7:  $S_{N,L7} = 20 \text{ MVA}$

Por lo tanto, el cálculo de dichas intensidades se realiza aplicando la siguiente fórmula:

$$I_N = \frac{S_N}{U_N * \sqrt{3}}$$

Las intensidades nominales para cada línea son las siguientes:

$$I_{N,L5} = \frac{15}{20 * \sqrt{3}} = 0,43 \text{ KA}$$

$$I_{N,L6} = \frac{20}{20 * \sqrt{3}} = 0,58 \text{ KA}$$

$$I_{N,L7} = \frac{20}{20 * \sqrt{3}} = 0,58 \text{ KA}$$

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos:

Elemento	Potencia nominal [MVA]	Tensión nominal [KV]	Intensidad nominal [KA]
Línea 5	15	20	0,43
Línea 6	20	20	0,58
Línea 7	20	20	0,58

Tabla 7: Intensidades nominales para las líneas de salida L5, L6 y L7.

### 1.2.8. INTENSIDADES NOMINALES LÍNEA LC

Para calcular la intensidad nominal de la línea de salida LC se necesita conocer la potencia nominal de la línea.

Esta potencia es la siguiente:

- Línea de baterías de condensadores:  $S_{N,LC} = 30 \text{ MVAr}$

Por lo tanto, el cálculo de dicha intensidad se realiza aplicando la siguiente fórmula:

$$I_N = \frac{S_N}{U_N * \sqrt{3}}$$

La intensidad nominal para dicha línea es la siguiente:

$$I_{N,LC} = \frac{30}{20 * \sqrt{3}} = 0,87 \text{ KA}$$

En la siguiente tabla se muestra el valor obtenido:

Elemento	Potencia nominal [MVA]	Tensión nominal [KV]	Intensidad nominal [KA]
Línea LC	30	20	0,87

Tabla 8: Intensidad nominal para la línea de baterías de condensadores.

### 1.2.9. INTENSIDADES NOMINALES TRANSFORMADOR SSAA

Para calcular la intensidad nominal del transformador de la línea de servicios auxiliares se necesita conocer la potencia nominal de la línea.

Esta potencia es la siguiente:

- Línea de servicios auxiliares:  $S_{N,LC} = 0,25 \text{ MVA}$

Por lo tanto, el cálculo de dicha intensidad se realiza aplicando la siguiente fórmula:

$$I_N = \frac{S_N}{U_N * \sqrt{3}}$$

La intensidad nominal para dicha línea es la siguiente:

$$I_{N,T,SSAA,P} = \frac{0,25}{20 * \sqrt{3}} = 7 \text{ A}$$

$$I_{N,T,SSAA,S} = \frac{0,25}{0,38 * \sqrt{3}} = 380 \text{ A}$$

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos:

Elemento	Potencia nominal [MVA]	Tensión nominal [KV]	Intensidad nominal [A]
Primario T,SSAA	0,25	20	7
Secundario T,SSAA	0,25	0,38	380

Tabla 9: Intensidades nominales para la línea del transformador se SSAA.

## 1.3. CÁLCULO DE INTENSIDADES DE CORCOCIRCUITO

### 1.3.1. GENERALIDADES

Los cortocircuitos que se producen en una instalación eléctrica vienen originados porque en un punto del circuito entran en contacto una o más fases del circuito con el neutro o entre ellas, anulando eléctricamente todos los elementos de la instalación aguas debajo de la misma. En ese instante en dicho punto la impedancia se anula, provocando que la caída de tensión a partir de ese punto sea 0, y por tanto que la corriente que circula por el circuito aguas arriba aumente exponencialmente.

A partir del instante en que se produce el cortocircuito, en dicho punto entran en juego la suma de dos corrientes, por un lado la corriente producida por el propio cortocircuito, y por otro la corriente de descarga de energía de las cargas situadas aguas debajo de dicho punto. Esta segunda corriente puede despreciarse frente a la primera.

De todos los tipos de cortocircuito que existen, el que provoca mayores efectos es el cortocircuito trifásico, y por tanto es el que se va a estudiar ya que es el caso más desfavorable, y por tanto el que delimitará el diseño de la aparamenta.

### 1.3.2. ESQUEMA UNIFILAR Y LOCALIZACIÓN DE FALTAS

Con el fin de determinar las corrientes de cortocircuito, debemos localizar en el esquema unifilar de la instalación todos los puntos que son susceptibles de producirse un cortocircuito. Por tanto a continuación se incluye un croquis del esquema unifilar, representándose en él los distintos niveles de tensión, la ubicación de los transformadores, y los puntos donde deben calcularse las corrientes de cortocircuito para diseñar la instalación.

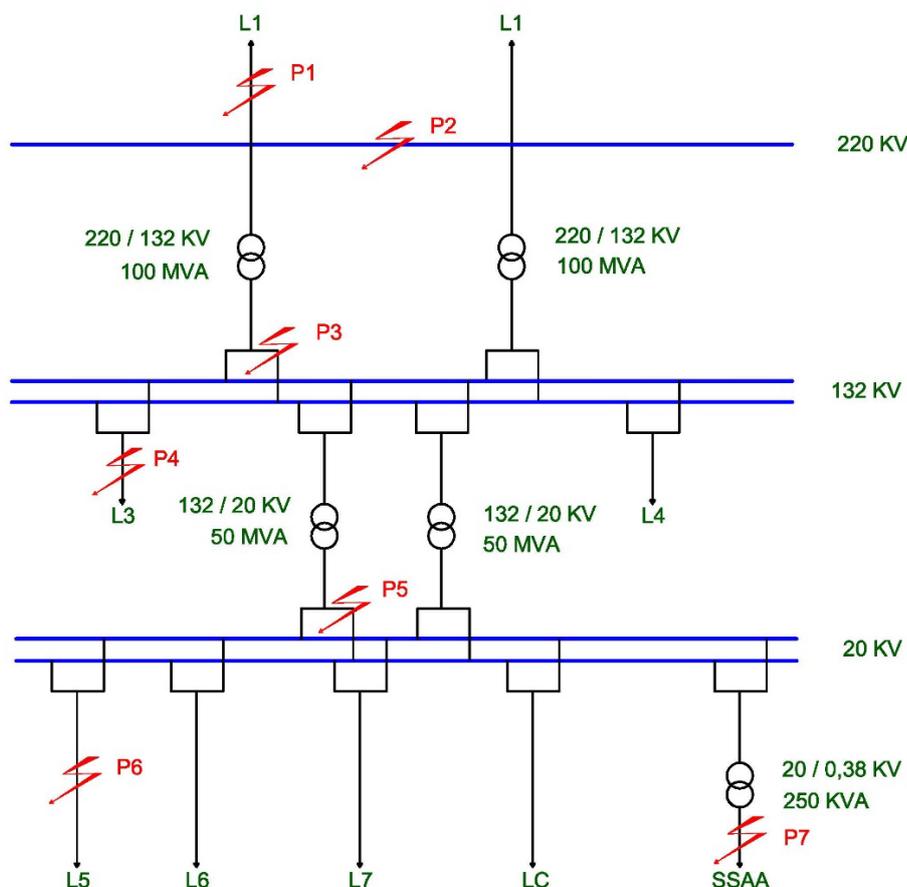


Figura 2-2: Esquema unifilar cortocircuitos.

### 1.3.3. CÁLCULO POR UNIDAD

Con el fin de simplificar el cálculo de dichas corrientes de cortocircuito se recurre al cálculo por unidad (p.u.) de las magnitudes.

Este cálculo permite equiparar los distintos niveles de tensión, cada uno referido a un valor base, y resolver el circuito, volviendo a obtener las magnitudes reales al finalizar.

### 1.3.4. SELECCIÓN DE VALORES BÁSICOS

En primer lugar se elige que valores van a constituir los valores base para cada magnitud.

Los valores de las distintas magnitudes se expresarán en las siguientes unidades:

- Potencia aparente      MVA
- Tensión                      KV
- Intensidad                  KA

- Resistencia  $\Omega$

#### 1.3.4.1. CÁLCULO DE REACTANCIAS POR UNIDAD

Se elige un valor de potencia base para calcular estas reactancias.

$$P_B = 100 \text{ MVA}$$

##### 1.3.4.1.1. REACTANCIAS DE LAS LÍNEAS DE ENTRADA

Para calcular la reactancia de cortocircuito de las líneas de entrada se necesita conocer la potencia de cortocircuito de cada línea.

Este dato se obtiene de Red Eléctrica, y es el siguiente:

- Línea 1:  $S_{CC} = 1.500 \text{ MVA}$
- Línea 2:  $S_{CC} = 1.200 \text{ MVA}$

Por lo tanto el cálculo de dichas reactancias se realiza aplicando la siguiente fórmula:

$$X_{CC} = \frac{P_B}{S_{CC}}$$

Las reactancias para cada línea son las siguientes:

$$X_{L1} = \frac{100}{1500} = j 0,067 \text{ p.u.}$$

$$X_{L2} = \frac{100}{1200} = j 0,083 \text{ p.u.}$$

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos:

Elemento	Potencia [MVA]	Potencia base [MVA]	Reactancia [p.u.]
Línea 1	1.500	100	j 0,067
Línea 2	1.200	100	j 0,083

Tabla 10: Reactancias equivalentes líneas de entrada.

##### 1.3.4.1.2. REACTANCIAS DE TRANSFORMADORES

Para calcular la reactancia de cortocircuito de los transformadores se necesita conocer la resistencia de cortocircuito de cada transformador.

Este dato se obtiene de la ficha técnica del fabricante, y es el siguiente:

- Transformador 1:  $U_{CC1} = 10 \%$
- Transformador 2:  $U_{CC2} = 10 \%$
- Transformador 3:  $U_{CC3} = 12 \%$
- Transformador 4:  $U_{CC4} = 12 \%$

- Transformador SSAA:  $U_{CC,SSAA} = 3,6 \%$

Por lo tanto el cálculo de dichas reactancias se realiza aplicando la siguiente fórmula:

$$X_{CC,T} = U_{CC} * \frac{P_B}{S_N}$$

Las reactancias para cada línea son las siguientes:

$$X_{CC,T1} = 0,10 \frac{100}{100} = j 0,1 p. u.$$

$$X_{CC,T2} = 0,10 \frac{100}{100} = j 0,1 p. u.$$

$$X_{CC,T3} = 0,12 \frac{100}{50} = j 0,24 p. u.$$

$$X_{CC,T4} = 0,12 \frac{100}{50} = j 0,24 p. u.$$

$$X_{CC,TSSAA} = 0,036 \frac{100}{0,250} = j 14,4 p. u.$$

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos:

Elemento	Potencia [MVA]	Potencia base [MVA]	Reactancia [p.u.]
Transformador 1	100	100	j 0,10
Transformador 2	100	100	j 0,10
Transformador 3	50	100	j 0,24
Transformador 4	50	100	j 0,24
Transformador SSAA	0,250	100	j 14,4

Tabla 11: Reactancias equivalentes trafos.

### 1.3.5. ESQUEMA DE IMPEDANCIAS POR UNIDAD

Para poder ver de forma clara el circuito eléctrico y determinar la impedancia equivalente en cada punto de cortocircuito se dibuja el esquema de impedancias por unidad, en el que se sustituyen los elementos calculados anteriormente por una impedancia en valor (p.u.) que modeliza dicho consumo.

El esquema quedaría de la siguiente forma:

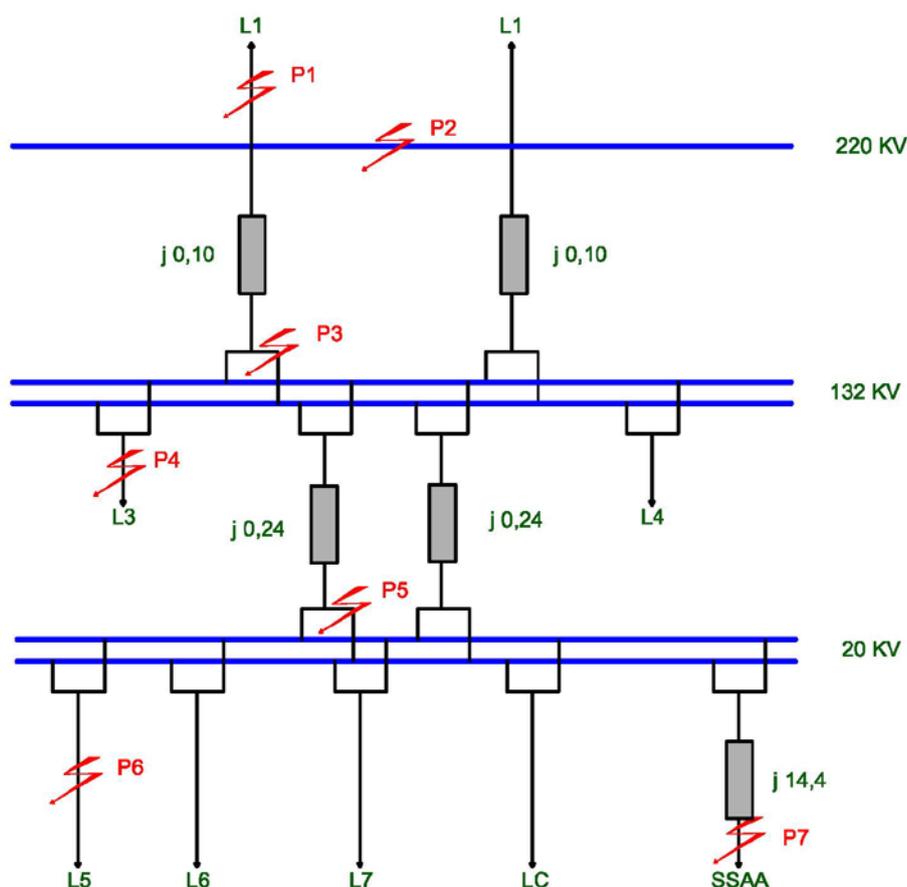


Figura 2-3: Esquema unifilar impedancias trafos.

### 1.3.6. CORTOCIRCUITOS EN LOS PUNTOS SELECCIONADOS

A continuación se calculan las impedancias equivalentes de cortocircuito para los casos planteados:

#### *Caso de cortocircuito en P1*

Para el caso de cortocircuito en la línea de entrada L1, la impedancia equivalente sería la de la propia línea. En el caso de que dicho cortocircuito fuera en la línea L2 ocurriría lo mismo.

$$X_{P1,L1} = j 0,067 p. u.$$

$$X_{P1,L2} = j 0,083 p. u.$$

#### *Caso de cortocircuito en P2*

Para el caso de cortocircuito en el embarrado de 220 kV, la impedancia equivalente sería la de las dos líneas en paralelo.

$$X_{P2} = \frac{j0,067*j0,083}{j0,067+j0,083} = j 0,037 p. u.$$

### ***Caso de cortocircuito en P3***

Para el caso de cortocircuito en el embarrado de 132 kV, la impedancia equivalente sería la de las dos líneas en paralelo, en serie con el transformador T1. En el caso de que dicho cortocircuito fuera en el transformador T2 ocurriría lo mismo.

$$X_{P3,T3} = \frac{j0,067*j0,083}{j0,067+j0,083} + j 0,10 = j 0,137 p. u.$$

$$X_{P3,T4} = \frac{j0,067*j0,083}{j0,067+j0,083} + j 0,10 = j 0,137 p. u.$$

### ***Caso de cortocircuito en P4***

Para el caso de cortocircuito en la línea de salida L3, la impedancia equivalente sería la de las dos líneas de entrada L1 y L2 en paralelo, en serie con el paralelo de las impedancias de los dos transformadores T3 y T4. En el caso de que dicho cortocircuito fuera en la línea L4 ocurriría lo mismo.

$$X_{P4,L3} = \frac{j0,067*j0,083}{j0,067+j0,083} + \frac{j0,10*j0,10}{j0,10+j0,10} = j 0,087 p. u.$$

$$X_{P4,L4} = \frac{j0,067*j0,083}{j0,067+j0,083} + \frac{j0,10*j0,10}{j0,10+j0,10} = j 0,087 p. u.$$

### ***Caso de cortocircuito en P5***

Para el caso de cortocircuito en la línea de salida L3, la impedancia equivalente sería la de las dos líneas de entrada L1 y L2 en paralelo, en serie con el paralelo de las impedancias de los dos transformadores T1 y T2, y en serie con la impedancia del transformador T3. En el caso de que dicho cortocircuito fuera en la línea del transformador T4 ocurriría lo mismo.

$$X_{P5,T3} = \frac{j0,067*j0,083}{j0,067+j0,083} + \frac{j0,10*j0,10}{j0,10+j0,10} + j 0,24 = j 0,327 p. u.$$

$$X_{P5,T4} = \frac{j0,067*j0,083}{j0,067+j0,083} + \frac{j0,10*j0,10}{j0,10+j0,10} + j 0,24 = j 0,327 p. u.$$

### ***Caso de cortocircuito en P6***

Para el caso de cortocircuito en la línea de salida L5, la impedancia equivalente sería la de las dos líneas de entrada L1 y L2 en paralelo, en serie con el paralelo de las impedancias de

los dos transformadores T1 y T2, y en serie con el paralelo de las impedancias de los dos transformadores T3 y T4. En el caso de que dicho cortocircuito fuera en la línea salida L6 L7 o LC ocurriría lo mismo.

$$X_{P6,L5} = \frac{j0,067*j0,083}{j0,067+j0,083} + \frac{j0,10*j0,10}{j0,10+j0,10} + \frac{j0,24*j0,24}{j0,24+j0,24} = j 0,207 \text{ p.u.}$$

$$X_{P6,L6} = \frac{j0,067*j0,083}{j0,067+j0,083} + \frac{j0,10*j0,10}{j0,10+j0,10} + \frac{j0,24*j0,24}{j0,24+j0,24} = j 0,207 \text{ p.u.}$$

$$X_{P6,L7} = \frac{j0,067*j0,083}{j0,067+j0,083} + \frac{j0,10*j0,10}{j0,10+j0,10} + \frac{j0,24*j0,24}{j0,24+j0,24} = j 0,207 \text{ p.u.}$$

$$X_{P6,LC} = \frac{j0,067*j0,083}{j0,067+j0,083} + \frac{j0,10*j0,10}{j0,10+j0,10} + \frac{j0,24*j0,24}{j0,24+j0,24} = j 0,207 \text{ p.u.}$$

### ***Caso de cortocircuito en P7***

Para el caso de cortocircuito en la línea de servicios auxiliares LSSAA, la impedancia equivalente sería la de las dos líneas de entrada L1 y L2 en paralelo, en serie con el paralelo de las impedancias de los dos transformadores T1 y T2, en serie con el paralelo de las impedancias de los dos transformadores T3 y T4, y en serie con la impedancia del transformador T,SSAA.

$$X_{P7,T,SSAA} = \frac{j0,067*j0,083}{j0,067+j0,083} + \frac{j0,10*j0,10}{j0,10+j0,10} + \frac{j0,24*j0,24}{j0,24+j0,24} + j 14,4 = j 14,607 \text{ p.u.}$$

En la siguiente tabla se muestran los valores de las impedancias equivalentes obtenidas para el cortocircuito en cada punto:

<b>Punto CC</b>	<b>Impedancia equivalente [p.u.]</b>
P1	0,067 / 0,083
P2	0,037
P3	0,137
P4	0,087
P5	0,327
P6	0,207
P7	14,607

*Tabla 12: Impedancias equivalentes de CC.*

### **1.3.7.POTENCIAS DE CORTOCIRCUITO**

En este apartado se pretende obtener la potencia de cortocircuito en cada punto de cortocircuito señalado en el esquema unifilar.

Dichas potencias son necesarias para calcular posteriormente las características de los interruptores automáticos, que serán los dispositivos encargados de actuar para eliminar la falta cuando se produzca un cortocircuito.

Estas potencias se calculan aplicando para cada punto de cortocircuito la siguiente ecuación con sus determinados valores de potencia base e impedancia equivalente.

$$S_{CC} = \frac{P_B}{X_{EQ}}$$

Por tanto se calculan las potencias de cortocircuito en cada punto:

$$S_{CC,P1} = \frac{100}{0,067} = 1492,54 \text{ MVA}$$

$$S_{CC,P1'} = \frac{100}{0,083} = 1204,82 \text{ MVA}$$

$$S_{CC,P2} = \frac{100}{0,037} = 2702,70 \text{ MVA}$$

$$S_{CC,P3} = \frac{100}{0,137} = 729,93 \text{ MVA}$$

$$S_{CC,P4} = \frac{100}{0,087} = 1149,43 \text{ MVA}$$

$$S_{CC,P5} = \frac{100}{0,327} = 305,81 \text{ MVA}$$

$$S_{CC,P6} = \frac{100}{0,207} = 483,09 \text{ MVA}$$

$$S_{CC,P7} = \frac{100}{14,607} = 6,85 \text{ MVA}$$

En la siguiente tabla se resumen las potencias obtenidas:

Punto CC	Potencia base [MVA]	Impedancia equivalente [p.u.]	Potencia de cortocircuito [MVA]
P1	100	0,067 / 0,083	1.492,54 / 1.204,82
P2	100	0,037	2.702,70

P3	100	0,137	729,93
P4	100	0,087	1,149,43
P5	100	0,327	305,81
P6	100	0,207	483,09
P7	100	14,607	6,85

*Tabla 13: Potencias de CC.*

### 1.3.8. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

El objetivo de este apartado se basaba en calcular las corrientes de cortocircuito de la instalación en sus distintos puntos para poder dimensionar la aparamenta (embarrados, interruptores automáticos, fusibles...), dado que será la máxima intensidad que estos dispositivos tengan que soportar a través de sí mismos.

#### 1.3.8.1. CORRIENTE EFICAZ DE CORTOCIRCUITO DE CHOQUE

##### 1.3.8.1.1. VALORES PERMANENTES

Por tanto en primer lugar se va a calcular los valores permanentes de las corrientes de cortocircuito en estos puntos.

Este valor permanente hace referencia al valor eficaz de la corriente que circula por la instalación cuando se produce la falta, y esta se ha estabilizado (se encuentra en régimen permanente).

Para obtener dichas corrientes hay que tener en cuenta la potencia de cortocircuito en ese punto, y su tensión nominal, aplicando la siguiente fórmula:

$$I_{CC} = \frac{S_{CC}}{U_N * \sqrt{3}}$$

Por tanto, las corrientes permanentes de cortocircuito en los distintos puntos del sistema son las siguientes:

$$I_{CC,P1} = \frac{1492,54}{220 * \sqrt{3}} = 3,92 \text{ KA}$$

$$I_{CC,P1'} = \frac{1204,82}{220 * \sqrt{3}} = 3,16 \text{ KA}$$

$$I_{CC,P2} = \frac{2702,70}{220 \cdot \sqrt{3}} = 7,09 \text{ KA}$$

$$I_{CC,P3} = \frac{729,93}{132 \cdot \sqrt{3}} = 3,19 \text{ KA}$$

$$I_{CC,P4} = \frac{1149,43}{132 \cdot \sqrt{3}} = 5,03 \text{ KA}$$

$$I_{CC,P5} = \frac{305,81}{20 \cdot \sqrt{3}} = 8,83 \text{ KA}$$

$$I_{CC,P6} = \frac{483,09}{20 \cdot \sqrt{3}} = 13,95 \text{ KA}$$

$$I_{CC,P7} = \frac{6,85}{0,38 \cdot \sqrt{3}} = 10,41 \text{ KA}$$

En la siguiente tabla se resumen las corrientes obtenidas:

Punto CC	Tensión nominal [KV]	Potencia de cortocircuito [MVA]	Corriente permanente de CC [KA]
P1	220	1.492,54 / 1.204,82	3,92 / 3,16
P2	220	2.702,70	7,09
P3	132	729,93	3,19
P4	132	1,149,43	5,03
P5	20	305,81	8,83
P6	20	483,09	13,95
P7	0,38	6,85	10,41

Tabla 14: Corrientes permanentes de CC.

#### 1.3.8.1.2. CORRIENTE MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO DE CHOQUE

Para dimensionar la aparamenta eléctrica es necesario calcular el pico máximo de corriente que se va a producir en cada punto ante la falta.

Este picó de corriente será el valor absoluto máximo del módulo de la corriente que se produzca en el régimen transitorio justo en el instante de aparición del cortocircuito.

Este valor será el que deba resistir la aparamenta (interruptores automáticos) sin resultar dañados.

Para calcularlo se utiliza la siguiente ecuación en la que se calcula el valor de pico mediante el valor eficaz:

$$I_p = 2 * \sqrt{2} * I_{CC}$$

Para obtener el valor real del pico de corriente hay que tener en cuenta el amortiguamiento que se produce en el circuito como respuesta a este impulso de choque. Este amortiguamiento se aproxima al 90 %, por lo cual la fórmula queda de la siguiente manera:

$$I_p = 0,9 * 2 * \sqrt{2} * I_{CC} = 1,8 * \sqrt{2} * I_{CC}$$

Por tanto, los valores máximos de pico de las corrientes de cortocircuito en los distintos puntos del sistema son las siguientes:

$$I_{CC,PP1} = 1,8 * \sqrt{2} * 3,92 = 9,98 \text{ KA}$$

$$I_{CC,PP1'} = 1,8 * \sqrt{2} * 3,16 = 8,04 \text{ KA}$$

$$I_{CC,PP2} = 1,8 * \sqrt{2} * 7,09 = 18,04 \text{ KA}$$

$$I_{CC,PP3} = 1,8 * \sqrt{2} * 3,19 = 8,12 \text{ KA}$$

$$I_{CC,PP4} = 1,8 * \sqrt{2} * 5,03 = 12,80 \text{ KA}$$

$$I_{CC,PP5} = 1,8 * \sqrt{2} * 8,83 = 22,48 \text{ KA}$$

$$I_{CC,PP6} = 1,8 * \sqrt{2} * 13,95 = 35,51 \text{ KA}$$

$$I_{CC,PP7} = 1,8 * \sqrt{2} * 10,41 = 26,50 \text{ KA}$$

En la siguiente tabla se resumen las corrientes obtenidas:

Punto CC	Corriente permanente de CC [KA]	Corriente máxima de pico de CC [KA]
P1	3,92 / 3,16	9,98 / 8,04
P2	7,09	18,04
P3	3,19	8,12
P4	5,03	12,80
P5	8,83	22,48

P6	13,95	35,51
P7	10,41	26,50

Tabla 8: Corrientes máximas de pico de CC.

## **2. CÁLCULOS DE APARAMENTAS**

### **2.1. CÁLCULO DE AISLADORES**

Para diseñar y calcular las cadenas de aisladores se ha de seguir las recomendaciones del Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

#### **2.1.1. AISLADORES DEL NIVEL DE 220 KV**

Para el nivel de tensión de 220 kV se utilizarán aisladores de clase E-160-146 con las siguientes características:

- Material: Vidrio templado.
- Longitud unitaria: 146 mm.
- Diámetro: 280 mm.
- Línea de fuga: 380 mm.
- Tensión de aislamiento en seco: 75 kV.
- Tensión de aislamiento con lluvia: 45 kV.
- Tensión mínima de perforación: 130 kV.

#### **2.1.2. CÁLCULO DE AISLADORES DEL NIVEL DE 220 KV**

Para calcular el número de aisladores a utilizar para este nivel de tensión es necesario conocer las características eléctricas que se le requiere a este elemento, y a las que va a estar sometido. Estas características o magnitudes son las siguientes:

- Tensión nominal: 220 kV.
- Tensión más elevada: 245 kV.
- Tensión de onda tipo rayo: 1050 kV.

Para calcular el número de aisladores necesarios para este nivel de tensión se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$n = \frac{GA * E}{L_F}$$

En dicha fórmula se introducen los siguientes parámetros:

- GA: Grado de aislamiento; es el grado de aislamiento recomendado en función de la ubicación de la subestación, en [cm/kV].
- E: Tensión más elevada; nivel de tensión más elevada para el material en [kV].
- L<sub>F</sub>: Línea de fuga; se trata de la longitud de la línea de fuga del arco que se crearía al producirse la falta de aislamiento, en [cm].

Para determinar el Grado de Aislamiento en función del entorno donde se localice la subestación se acude a la siguiente tabla:

Zona Ubicación	Grado de Aislamiento [cm/kV]
Zonas forestales y agrícolas	1,7 - 2
Zonas industriales y próximas al mar	2,2 – 2,5
Zonas cercanas a fábricas de productos químicos	2,6 – 3,2
Zonas cercanas a centrales térmicas	>3,2

*Tabla 8: Grados de Aislamiento por zonas.*

Para el caso de esta subestación, dado que se sitúa en una zona agrícola, el grado de aislamiento variará entre 1,7 y 2. Dado que la ubicación de la misma se encuentra cercana al nudo de la Mudarra, y a las líneas aéreas que confluyen de esta, se va a elegir el valor máximo de 2.

Por tanto, el número mínimo de aisladores a instalar para este nivel de tensión es el siguiente:

$$n = \frac{2 * 245}{38} = 12,89 \text{ aisladores}$$

Por lo tanto, se redondea al valor inmediatamente superior de 13 aisladores.

### 2.1.3. AISLADORES DEL NIVEL DE 132 KV

Para el nivel de tensión de 132 kV se utilizarán aisladores de clase E-160-146 con las siguientes características:

- Material: Vidrio templado.
- Longitud unitaria: 146 mm.
- Diámetro: 280 mm.
- Línea de fuga: 380 mm.
- Tensión de aislamiento en seco: 75 kV.
- Tensión de aislamiento con lluvia: 45 kV.
- Tensión mínima de perforación: 130 kV.

### 2.1.4. CÁLCULO DE AISLADORES DEL NIVEL DE 132 KV

Para calcular el número de aisladores a utilizar para este nivel de tensión es necesario conocer las características eléctricas que se le requiere a este elemento, y a las que va a estar sometido. Estas características o magnitudes son las siguientes:

- Tensión nominal: 132 kV.
- Tensión más elevada: 145 kV.
- Tensión de onda tipo rayo: 550 kV.

Por tanto, el número mínimo de aisladores a instalar para este nivel de tensión es el siguiente:

$$n = \frac{2 \cdot 145}{38} = 7,96 \text{ aisladores}$$

Por lo tanto, se redondea al valor inmediatamente superior de 8 aisladores.

## 2.2. DIMENSIONADO Y ELECCIÓN DE INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

### 2.2.1. ELECCIÓN DE INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

Los Interruptores Automáticos son los equipos encargados de interrumpir el paso de la corriente cuando se pretende hacer una maniobra en el circuito eléctrico, o cuando se produce una falta.

De entre todas sus funciones, la de cortar la corriente de cortocircuito es la más grave, y por tanto será esta la que determine el dispositivo a elegir para cada punto del sistema.

Además de esta máxima corriente de cortocircuito a la que pueden estar sometidos, hay otros parámetros que también influyen en la elección de los mismos, algunos de estos son los siguientes:

- Tiempo de despeje de la falta
- Tiempo de rearme del mismo
- Tensión nominal a la que está sometido
- Intensidad nominal que circulará por el mismo
- Precio
- Dimensiones

### **2.2.2. LOCALIZACIÓN DE INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS**

Los interruptores automáticos de la instalación de la SET se encuentran dispuestos en la misma en las posiciones marcadas en la siguiente figura:

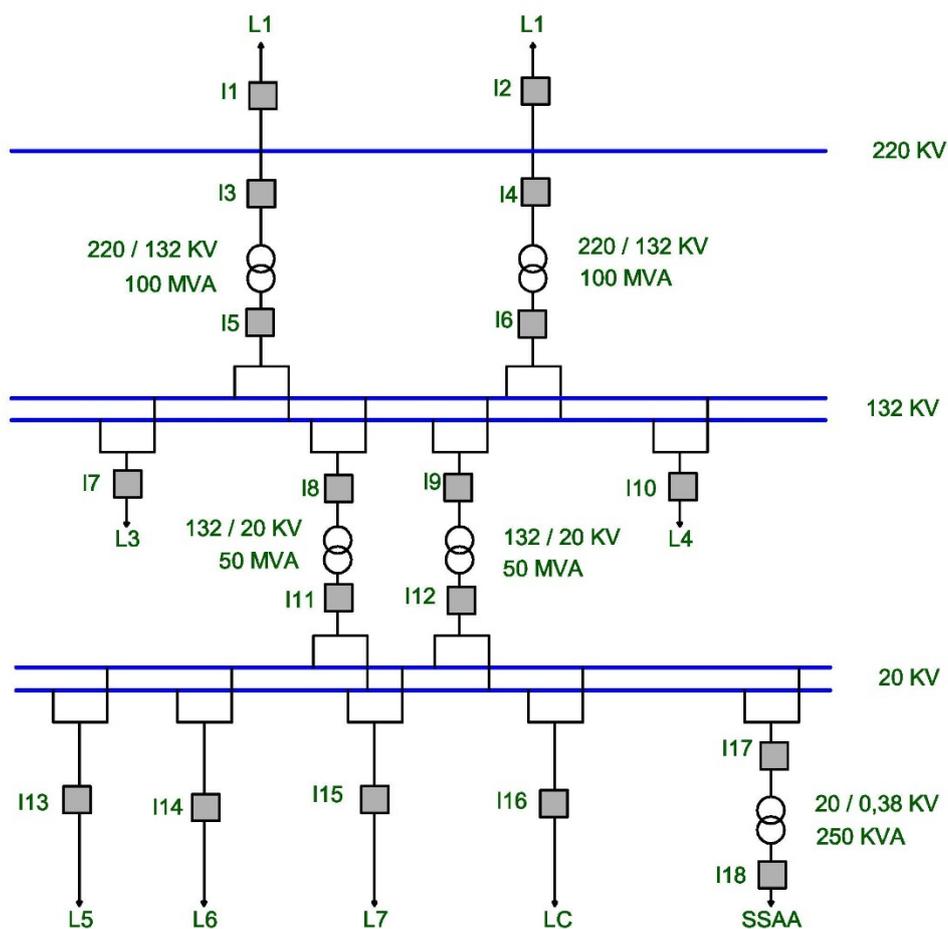


Figura 3-1 Esquema unifilar interruptores automáticos.

### 2.2.3. DIMENSIONADO DE INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

Para poder dimensionar estos interruptores automáticos será necesario definir una serie de parámetros marcados a continuación:

- Capacidad de conexión
- Capacidad de desconexión
- Corrientes nominales
- Corrientes de desconexión

#### 2.2.3.1. CAPACIDAD DE CONEXIÓN

La capacidad de conexión o de enganche hace referencia al nivel de potencia máximo que ese interruptor puede acoplar o conectar sin resultar dañado.

Este valor está definido por la corriente de choque.

Para calcular esta potencia conexión se utiliza simplemente la fórmula de la potencia trifásica en función de la tensión nominal de línea, y la corriente máxima de choque como se indica a continuación.

$$P_C = \sqrt{3} * U_N * I_{CH}$$

Por tanto, la capacidad de conexión de los interruptores en los distintos puntos del sistema son las siguientes:

$$P_{C,P1} = \sqrt{3} * 220 * 9,98 = 3.802,89 \text{ MVA}$$

$$P_{C,P1'} = \sqrt{3} * 220 * 8,04 = 3.063,65 \text{ MVA}$$

$$P_{C,P2} = \sqrt{3} * 220 * 18,04 = 6.874,16 \text{ MVA}$$

$$P_{C,P3} = \sqrt{3} * 132 * 8,12 = 1.856,48 \text{ MVA}$$

$$P_{C,P4} = \sqrt{3} * 132 * 12,80 = 2.926,47 \text{ MVA}$$

$$P_{C,P5} = \sqrt{3} * 20 * 22,48 = 778,73 \text{ MVA}$$

$$P_{C,P6} = \sqrt{3} * 20 * 35,51 = 1.230,10 \text{ MVA}$$

$$P_{C,P7} = \sqrt{3} * 0,38 * 26,50 = 17,44 \text{ MVA}$$

En la siguiente tabla se resumen las corrientes obtenidas:

Punto CC	Tensión nominal [KV]	Corriente máxima de pico de CC [KA]	Capacidad de conexión [MVA]
P1	220	9,98 / 8,04	3.802,89 / 3.063,65
P2	220	18,04	6.874,16
P3	132	8,12	1.856,48
P4	132	12,80	2.926,47

P5	20	22,48	778,73
P6	20	35,51	1.230,10
P7	0,38	26,50	17,44

Tabla 8: Capacidad de conexión de los Interruptores Automáticos.

### 2.2.3.2. CAPACIDAD DE DESCONEXIÓN

La capacidad de desconexión o de ruptura hace referencia al nivel de potencia máximo que ese interruptor puede cortar sin resultar dañado.

Este valor está definido por la corriente permanente de cortocircuito.

Para calcular esta potencia de ruptura se utiliza simplemente la fórmula de la potencia trifásica en función de la tensión nominal de línea, y la corriente de cortocircuito como se indica a continuación.

$$P_R = \sqrt{3} * U_N * I_{CC}$$

Por tanto, la capacidad de ruptura de los interruptores en los distintos puntos del sistema son las siguientes:

$$P_{R,P1} = \sqrt{3} * 220 * 3,92 = 1.493,72 \text{ MVA}$$

$$P_{R,P1'} = \sqrt{3} * 220 * 3,16 = 1.204,12 \text{ MVA}$$

$$P_{R,P2} = \sqrt{3} * 220 * 7,09 = 2.701,65 \text{ MVA}$$

$$P_{R,P3} = \sqrt{3} * 132 * 3,19 = 729,33 \text{ MVA}$$

$$P_{R,P4} = \sqrt{3} * 132 * 5,03 = 1.150,01 \text{ MVA}$$

$$P_{R,P5} = \sqrt{3} * 20 * 8,83 = 305,88 \text{ MVA}$$

$$P_{R,P6} = \sqrt{3} * 20 * 13,95 = 483,24 \text{ MVA}$$

$$P_{R,P7} = \sqrt{3} * 0,38 * 10,41 = 6,85 \text{ MVA}$$

En la siguiente tabla se resumen las corrientes obtenidas:

Punto CC	Tensión nominal [KV]	Corriente permanente de CC [KA]	Capacidad de ruptura [MVA]
P1	220	3,92 / 3,16	1.493,72 / 1.204,12
P2	220	7,09	2.701,65
P3	132	3,19	729,33
P4	132	5,03	1.150,01
P5	20	8,83	305,88
P6	20	13,95	483,24
P7	0,38	10,41	6,85

Tabla 8: Capacidad de ruptura de los Interruptores Automáticos.

### 2.2.3.3. CORRIENTES NOMINALES

Las corrientes nominales hacen referencia a los niveles de intensidad que ese interruptor va a tener que soportar continuamente sin resultar dañado.

Este valor está definido por la potencia aparente nominal.

Para calcular esta corriente nominal se utiliza simplemente la fórmula de la corriente nominal en función de la potencia aparente nominal y la tensión nominal de línea como se indica a continuación.

$$I_N = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} * U_N}$$

Por tanto, la corriente nominal que circulará por los interruptores en los distintos puntos del sistema son las siguientes:

$$I_{N,I1} = \frac{200}{\sqrt{3} * 220} = 0,52 \text{ KA}$$

$$I_{N,I2} = \frac{200}{\sqrt{3} * 220} = 0,52 \text{ KA}$$

$$I_{N,I3} = \frac{100}{\sqrt{3} * 220} = 0,26 \text{ KA}$$

$$I_{N,I4} = \frac{100}{\sqrt{3} * 220} = 0,26 \text{ KA}$$

$$I_{N,I5} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 132} = 0,44 \text{ KA}$$

$$I_{N,I6} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 132} = 0,44 \text{ KA}$$

$$I_{N,I7} = \frac{60}{\sqrt{3} \cdot 132} = 0,26 \text{ KA}$$

$$I_{N,I8} = \frac{50}{\sqrt{3} \cdot 132} = 0,22 \text{ KA}$$

$$I_{N,I9} = \frac{50}{\sqrt{3} \cdot 132} = 0,22 \text{ KA}$$

$$I_{N,I10} = \frac{40}{\sqrt{3} \cdot 132} = 0,17 \text{ KA}$$

$$I_{N,I11} = \frac{50}{\sqrt{3} \cdot 20} = 1,44 \text{ KA}$$

$$I_{N,I12} = \frac{50}{\sqrt{3} \cdot 20} = 1,44 \text{ KA}$$

$$I_{N,I13} = \frac{15}{\sqrt{3} \cdot 20} = 0,43 \text{ KA}$$

$$I_{N,I14} = \frac{20}{\sqrt{3} \cdot 20} = 0,58 \text{ KA}$$

$$I_{N,I15} = \frac{20}{\sqrt{3} \cdot 20} = 0,58 \text{ KA}$$

$$I_{N,I16} = \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 20} = 0,87 \text{ KA}$$

$$I_{N,I17} = \frac{0,25}{\sqrt{3} \cdot 20} = 0,01 \text{ KA}$$

$$I_{N,I18} = \frac{0,25}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 0,38 \text{ KA}$$

En la siguiente tabla se resumen las corrientes obtenidas:

<b>Interruptor Automático</b>	<b>Potencia nominal [MVA]</b>	<b>Tensión nominal [KV]</b>	<b>Corriente nominal [KA]</b>
I <sub>1</sub>	200	220	0,52
I <sub>2</sub>	200	220	0,52
I <sub>3</sub>	100	220	0,26
I <sub>4</sub>	100	220	0,26
I <sub>5</sub>	100	132	0,44
I <sub>6</sub>	100	132	0,44

I <sub>7</sub>	60	132	0,26
I <sub>8</sub>	50	132	0,22
I <sub>9</sub>	50	132	0,22
I <sub>10</sub>	40	132	0,17
I <sub>11</sub>	50	20	1,44
I <sub>12</sub>	50	20	1,44
I <sub>13</sub>	15	20	0,43
I <sub>14</sub>	20	20	0,58
I <sub>15</sub>	20	20	0,58
I <sub>16</sub>	30	20	0,87
I <sub>17</sub>	0,25	20	0,01
I <sub>18</sub>	0,25	0,38	0,38

Tabla 8: Corrientes nominales de los Interruptores Automáticos.

#### 2.2.3.4. CORRIENTE DE DESCONEXIÓN

La corriente de desconexión o de corte hace referencia al nivel de intensidad máximo que ese interruptor puede cortar sin resultar dañado.

Este valor está definido por la corriente permanente de cortocircuito.

Para calcular esta corriente de desconexión se utiliza simplemente la fórmula de la corriente en función de la potencia aparente de ruptura y la tensión nominal de línea como se indica a continuación.

$$I_{CC} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} * U_N}$$

Por tanto, la corriente de desconexión de los interruptores en los distintos puntos del sistema son las siguientes:

$$I_{CC,P1} = \frac{1.492,54}{\sqrt{3} * 220} = 3,92 \text{ KA}$$

$$I_{CC,P1'} = \frac{1.204,82}{\sqrt{3} * 220} = 3,16 \text{ KA}$$

$$I_{CC,P2} = \frac{2.702,70}{\sqrt{3} \cdot 220} = 7,09 \text{ KA}$$

$$I_{CC,P3} = \frac{729,93}{\sqrt{3} \cdot 132} = 3,19 \text{ KA}$$

$$I_{CC,P4} = \frac{1.149,43}{\sqrt{3} \cdot 132} = 5,03 \text{ KA}$$

$$I_{CC,P5} = \frac{305,81}{\sqrt{3} \cdot 20} = 8,83 \text{ KA}$$

$$I_{CC,P6} = \frac{483,09}{\sqrt{3} \cdot 20} = 13,95 \text{ KA}$$

$$I_{CC,P7} = \frac{6,85}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 10,41 \text{ KA}$$

En la siguiente tabla se resumen las corrientes obtenidas:

Punto CC	Potencia de cortocircuito [MVA]	Tensión nominal [KV]	Corriente de desconexión [KA]
P1	1.492,54 / 1.204,82	220	3,92 / 3,16
P2	2.702,70	220	7,09
P3	729,93	132	3,19
P4	1,149,43	132	5,03
P5	305,81	20	8,83
P6	483,09	20	13,95
P7	6,85	0,38	10,41

Tabla 8: Corrientes de desconexión de los Interruptores Automáticos.

#### 2.2.4. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

Agrupando los resultados obtenidos en los apartados anteriores en la siguiente tabla:

Interruptor Automático	Tensión nominal [KV]	Corriente nominal [KA]	Capacidad de ruptura [MVA]	Capacidad de conexión [MVA]	Corriente de desconexión [KA]
I <sub>1</sub>	220	0,52	1.493,72	3.802,89	3,92

I <sub>2</sub>	220	0,52	1.204,12	3.063,65	3,16
I <sub>3</sub>	220	0,26	2.701,65	6.874,16	7,09
I <sub>4</sub>	220	0,26	2.701,65	6.874,16	7,09
I <sub>5</sub>	132	0,44	729,33	1.856,48	3,19
I <sub>6</sub>	132	0,44	729,33	1.856,48	3,19
I <sub>7</sub>	132	0,26	1.150,01	2.926,47	5,03
I <sub>8</sub>	132	0,22	1.150,01	2.926,47	5,03
I <sub>9</sub>	132	0,22	1.150,01	2.926,47	5,03
I <sub>10</sub>	132	0,17	1.150,01	2.926,47	5,03
I <sub>11</sub>	20	1,44	305,88	778,73	8,83
I <sub>12</sub>	20	1,44	305,88	778,73	8,83
I <sub>13</sub>	20	0,43	483,24	1.230,10	13,95
I <sub>14</sub>	20	0,58	483,24	1.230,10	13,95
I <sub>15</sub>	20	0,58	483,24	1.230,10	13,95
I <sub>16</sub>	20	0,87	483,24	1.230,10	13,95
I <sub>17</sub>	20	0,01	483,24	1.230,10	13,95
I <sub>18</sub>	0,38	0,38	6,85	17,44	10,41

*Tabla 8: Resumen características de los Interruptores Automáticos.*

## **2.3.DIMENSIONADO DE CONDUCTORES**

### **2.3.1.GENERALIDADES**

Para la correcta elección del tipo de conductor a utilizar en cada tramo del circuito de la subestación será necesario realizar un cálculo preliminar.

Este cálculo se realiza en cuanto a cuatro tipos de criterios:

- Criterio de calentamiento.
- Criterio de densidad de corriente.
- Criterio de caída de tensión.
- Criterio de corriente de cortocircuito.

El conductor elegido para cada punto deberá cumplir todos estos criterios, por lo que para decidir cuál se va a elegir se utilizará el criterio más restrictivo.

A continuación, se van a calcular los conductores a utilizar para cada punto del sistema.

### 2.3.2. CÁLCULO DEL EMBARRADO DE 220 KV

Para elegir el tipo de conductor a utilizar es necesario conocer la intensidad nominal de estos conductores. Esta intensidad se calcula con la siguiente ecuación:

$$I_N = \frac{S_N}{\sqrt{3} * U_N}$$

Por tanto, la corriente nominal del embarrado de alta tensión del sistema es la siguiente:

$$I_N = \frac{200}{\sqrt{3} * 220} = 0,52 \text{ KA} = 520 \text{ A}$$

Por lo tanto, se deberá elegir un conductor acorde a esta intensidad nominal de 520 A.

#### 2.3.2.1. ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE

Por tanto, en base a los parámetros que se necesitan, los cuales se acaban de calcular, se elegirá un conductor de la marca SELT de tipo Aluminio-Acero con las siguientes características:

- Tipo de cable: LA
- Denominación: 455 CONDOR
- Sección: 454,5 mm<sup>2</sup>
- Composición: 54 + 7
- Resistencia a 20 °C: 0,0719 Ω
- Diámetro: 27 mm

#### 2.3.2.2. COMPROBACIÓN POR INTENSIDAD DE CORRIENTE

##### 2.3.2.2.1. JUSTIFICACIÓN

Para que dicho conductor cumpla con el requisito de densidad máxima de corriente establecida en el Reglamento Eléctrico de Líneas de Alta Tensión, la densidad de corriente que exista en el conductor debe ser menor que la densidad máxima permitida para el mismo.

Por tanto, calculando la densidad de corriente en los conductores se obtiene el siguiente valor:

$$\delta_{real} = \frac{I_N}{S} = \frac{520}{454,5} = 1,14 \frac{A}{mm^2}$$

Y de acuerdo con la tabla 11 sobre densidades de corriente máxima de conductores en régimen permanente, del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, las intensidades máximas para conductores de aluminio son las siguientes:

$$\delta_{max,400mm^2} = 1,95 \frac{A}{mm^2}$$

$$\delta_{max,500mm^2} = 1,80 \frac{A}{mm^2}$$

Por tanto, interpolando se obtiene el valor para la sección de 454,5 mm<sup>2</sup>:

$$\delta_{max,454.5mm^2} = 1,87 \frac{A}{mm^2}$$

Para obtener la densidad efectiva máxima para dicho conductor hay que multiplicar el valor obtenido por el coeficiente de reducción de sección para conductores AL-AC, el cual es el siguiente:

0,941 para conductores de composición 54 + 7

Por tanto, la densidad máxima real para dicho conductor es la siguiente:

$$\delta_{max,real} = 1,87 * 0,941 = 1,76 \frac{A}{mm^2}$$

**Comprobación por densidad de corriente:**

$$\delta_{real} = 1,14 \frac{A}{mm^2} < \delta_{max,real} = 1,76 \frac{A}{mm^2}$$

CUMPLE

### 2.3.2.3. CÁLCULO DEL EFECTO CORONA

#### 2.3.2.3.1. JUSTIFICACIÓN

Es necesario comprobar que los conductores elegidos pueden soportar el efecto corona. Esto hace referencia a la ionización de las moléculas de aire que se encuentran próximos a los puntos en los que hay gran caída de tensión.

Este fenómeno se ve afectado por los siguientes factores:

- Tensión.
- Frecuencia.
- Distancia entre fases.
- Temperatura
- Presión

Por tanto, los factores específicos para este caso son los siguientes:

Tensión nominal:	220 kV.
Tensión máxima:	245 kV.
Frecuencia:	50 Hz.
Altitud:	850 m.
Temperatura media:	15 °C.

#### 2.3.2.3.2. TENSIÓN CRÍTICA DISRUPTIVA

Por tanto, se calcula cual es la tensión crítica disruptiva para comprobar si los cables elegidos cumplen con este nivel.

Para calcularla se utiliza la siguiente ecuación:

$$V_{CR} = \frac{29,8 * \sqrt{3}}{\sqrt{2}} * d * r * n * m_C * m_T * \ln \frac{DMG}{r_{eq}}$$

En la cual intervienen los siguientes parámetros:

- $V_{CR}$ : Tensión crítica disruptiva en kV.
- $d$ : Factor de corrección por densidad del aire.
- $r$ : radio del cable en cm.
- $n$ : Número de conductores por fase.
- $m_C$ : Factor de corrección por el clima.
- $m_T$ : Coeficiente superficial del cable.
- $DMG$ : Distancia media geométrica en cm.
- $R_{eq}$ : Radio equivalente en cm.

Se calculan cada uno de los parámetros que hay que introducir:

- Número de conductores por fase: Hace referencia al número de circuitos trifásicos que tendrá.

Dado que será simple, este valor es de 1.

- Factor de corrección por densidad del aire: Se calcula el incremento de tensión en función de la presión y temperatura de referencia (P y T).

$$\partial = \frac{P}{76} * \frac{273 + 25}{273 + T}$$

Para calcular la presión específica del sitio se utiliza la siguiente fórmula en función de la altitud:

$$P = \log^{-1} \left( 76 - \frac{850}{18336} \right) = 75,95 \text{ cm Hg}$$

Por tanto, el factor de corrección por densidad del aire es el siguiente:

$$\partial = \frac{75,95}{76} * \frac{273 + 25}{273 + 15} = 1,0340$$

- Factor de corrección por el clima: Se calcula el incremento de tensión en función del tipo de clima (lluvioso o seco).

$m_t = 1$  Para clima seco.

$m_t = 0,8$  Para clima lluvioso.

***Por tanto, dado que el lugar donde se proyecta la subestación no tiene un clima de frecuentes lluvias se adoptará un valor de 1.***

- Coeficiente superficial del cable: Este parámetro depende del tipo de superficie que tenga el cable.

$m_c = 1$  Para los hilos que tengan superficie lisa

$0,93 < m_c < 0,98$  Para los hilos que tengan superficie rugosa

$0,83 < m_c < 0,87$  Para los cables que tengan superficie rugosa

***Por tanto, dado que el tipo de cable que se proyecta para la subestación es medianamente liso, pero considerando la polución que podría depositarse se adoptará un valor de 0,84.***

- Distancia media geométrica: Hace referencia al valor medio entre los conductores, dado que son tres conductores situados a 400 cm en horizontal, esta distancia es la siguiente:

$$DMG = \sqrt[3]{400 * 400 * 800} = 503,96 \text{ cm}$$

- Radio del cable: El cable elegido tiene el siguiente radio:

$$R = 1,35 \text{ cm.}$$

Y dado que los tres conductores de las fases tienen el mismo radio, el radio equivalente es el mismo.

$$R_{eq} = 1,35 \text{ cm.}$$

Por tanto, la tensión crítica disruptiva obtenida es la siguiente:

$$V_{CR} = \frac{29,8 * \sqrt{3}}{\sqrt{2}} * \partial * r * n * m_C * m_T * \ln \frac{DMG}{r_{eq}} = \frac{29,8 * \sqrt{3}}{\sqrt{2}} * 1,0340 * 1,35 * 1 * 1 * 0,84 *$$

$$\ln \frac{503,96}{1,35} = \mathbf{253,45 \text{ kV}}$$

Por tanto, para que los cables no sufran el efecto corona se debe cumplir que la tensión crítica disruptiva del cable sea mayor que la máxima tensión que se puede producir en él.

$$V_{CR} > V_{MAX} \Rightarrow \mathbf{253,45 \text{ kV} > 245 \text{ kV}}$$

Por lo que se resuelve que para este caso no se produce efecto corona en los conductores.

### 2.3.3. DERIVACIONES DE BARRAS A TRANSFORMADORES DE POTENCIA T1 Y T2

Las derivaciones desde el embarrado de 220 kV hasta los dos transformadores de 220 /132 kV son las encargadas de conectar estos dos elementos, y por tanto deben estar diseñadas para soportar la potencia de los mismos. Por tanto, dado que ambos transformadores tienen la misma potencia nominal (100 MVA), se va a hacer el cálculo para una derivación aplicándose los resultados a las dos.

#### 2.3.3.1. ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE

Estos conductores deberán soportar la siguiente intensidad nominal:

$$I_N = \frac{P_N}{U_N * \sqrt{3}} = \frac{100.000}{220 * \sqrt{3}} = 262,44 \text{ A}$$

Por tanto, en base a los parámetros que se necesitan, los cuales se acaban de calcular, se elegirá un conductor de la marca SELT de tipo Aluminio-Acero con las siguientes características:

- Tipo de cable: LA
- Denominación: 280 HAWK
- Sección: 281,1 mm<sup>2</sup>
- Composición: 26 + 7
- Resistencia a 20 °C: 0,1195 Ω
- Diámetro: 21,8 mm

### 2.3.3.2. COMPROBACIÓN POR INTENSIDAD DE CORRIENTE

La intensidad nominal de los conductores es la siguiente:

$$\delta_{real} = \frac{I_N}{S} = \frac{262,44}{281,1} = 0,93 \frac{A}{mm_2}$$

Y de acuerdo con la tabla 11 sobre densidades de corriente máxima de conductores en régimen permanente, del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, las intensidades máximas para conductores de aluminio son las siguientes:

$$\delta_{max,250mm2} = 2,30 \frac{A}{mm_2}$$

$$\delta_{max,300mm2} = 2,15 \frac{A}{mm_2}$$

Por tanto, interpolando se obtiene el valor para la sección de 281,1 mm<sup>2</sup>:

$$\delta_{max,454.5mm2} = 2,24 \frac{A}{mm_2}$$

Para obtener la densidad efectiva máxima para dicho conductor hay que multiplicar el valor obtenido por el coeficiente de reducción de sección para conductores AL-AC, el cual es el siguiente:

0,926            para conductores de composición 26 + 7

Por tanto, la densidad máxima real para dicho conductor es la siguiente:

$$\delta_{max,real} = 2,24 * 0,926 = 2,07 \frac{A}{mm_2}$$

**Comprobación por densidad de corriente:**

$$\delta_{real} = 0,93 \frac{A}{mm_2} < \delta_{max,real} = 2,07 \frac{A}{mm_2}$$

CUMPLE

### 2.3.3.3. CÁLCULO DEL EFECTO CORONA

Los factores específicos para este caso son los siguientes:

Tensión nominal:	220 kV.
Tensión máxima:	245 kV.
Frecuencia:	50 Hz.
Altitud:	850 m.
Temperatura media:	15 °C.

#### 2.3.3.3.1. TENSIÓN CRÍTICA DISRUPTIVA

Por tanto, se calcula cual es la tensión crítica disruptiva para comprobar si los cables elegidos cumplen con este nivel.

Utilizando los parámetros calculados anteriormente, salvo el radio del conductor que en este caso ha variado, e introduciéndolos en la fórmula se obtiene la tensión crítica disruptiva:

- Radio del cable: El cable elegido tiene el siguiente radio:

$$R = 1,09 \text{ cm.}$$

Y dado que los tres conductores de las fases tienen el mismo radio, el radio equivalente es el mismo.

$$R_{eq} = 1,09 \text{ cm.}$$

Por tanto, la tensión crítica disruptiva obtenida es la siguiente:

$$V_{CR} = \frac{29,8 \cdot \sqrt{3}}{\sqrt{2}} * \partial * r * n * m_C * m_T * \ln \frac{DMG}{r_{eq}} = \frac{29,8 \cdot \sqrt{3}}{\sqrt{2}} * 1,0340 * 1,09 * 1 * 1 * 0,84 * \ln \frac{503,96}{1,09} = \mathbf{212,03 \text{ kV}}$$

Por tanto, para que los cables no sufran el efecto corona se debe cumplir que la tensión crítica disruptiva del cable sea mayor que la máxima tensión que se puede producir en él.

$$V_{CR} > V_{MAX} \Rightarrow \mathbf{212,03 \text{ kV} < 245 \text{ kV}}$$

Por lo que se resuelve que para este caso si se produce efecto corona en los conductores, dado que la tensión máxima que pueden alcanzar los equipos supera el valor de tensión crítica disruptiva.

Para evaluar el valor de este efecto es necesario calcular la potencia que se disipará en este punto donde se produzca el efecto corona.

Dicha potencia se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$P_{DIS} = \frac{241}{\partial} * (f + 25) * n * \sqrt{\frac{r}{DMG}} * \left( \frac{V}{\sqrt{3}} - \frac{V_{CR}}{\sqrt{3}} \right) * 10^{-2}$$

En la cual intervienen los siguientes parámetros:

- $P_{DIS}$ : Potencia disipada en W/km.
- $d$ : Factor de corrección por densidad del aire.
- $F$ : Frecuencia en Hz.
- $V$ : Tensión en kV.
- $r$ : radio del cable en cm.
- $n$ : Número de conductores por fase.
- $DMG$ : Distancia media geométrica en cm.
- $V_{CR}$ : Tensión crítica disruptiva en kV.

Por lo tanto, la potencia disipada por efecto corona en los conductores es la siguiente:

$$P_{DIS} = \frac{241}{\partial} * (f + 25) * n * \sqrt{\frac{r}{DMG}} * \left( \frac{V}{\sqrt{3}} - \frac{V_{CR}}{\sqrt{3}} \right) * 10^{-3} = \frac{241}{1,0340} * (50 + 25) * 1 * \sqrt{\frac{1,09}{503,96}} * \left( \frac{245}{\sqrt{3}} - \frac{212,03}{\sqrt{3}} \right) * 10^{-2} = 154,75 \text{ W/km}$$

Por lo tanto, dado que la distancia de los conductores de las derivaciones de barras a transformadores T1 y T2 es de 20 metros, se calcula la potencia total disipada:

$$\Delta P = P_{DIS} * l = 154,75 \frac{W}{km} * 0,020 km = 3,095 W$$

Finalmente se concluye que dicha potencia de 3,095 W = 0,003095 kW es despreciable, y por tanto los conductores elegidos cumplen por efecto corona.

#### 2.3.4. SALIDAS EN ALTA TENSIÓN DE LOS TRANSFORMADORES T1 Y T2

Las salidas desde los transformadores T1 y T2 de 220 /132 kV hasta el embarrado de 132 kV son las encargadas de conectar estos dos elementos, y por tanto deben estar diseñadas para soportar la potencia de los mismos. Por tanto, dado que ambos transformadores tienen la misma potencia nominal (100 MVA), se va a hacer el cálculo para una salida, aplicándose los resultados a las dos.

##### 2.3.4.1. ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE

Estos conductores deberán soportar la siguiente intensidad nominal:

$$I_N = \frac{P_N}{U_N * \sqrt{3}} = \frac{100.000}{132 * \sqrt{3}} = 437,39 A$$

Por tanto, en base a los parámetros que se necesitan, los cuales se acaban de calcular, se elegirá un conductor de la marca SELT de tipo Aluminio-Acero con las siguientes características:

- Tipo de cable: LA
- Denominación: 380 GULL
- Sección: 381 mm<sup>2</sup>
- Composición: 54 + 7
- Resistencia a 20 °C: 0,0857 Ω
- Diámetro: 25,4 mm

##### 2.3.4.2. COMPROBACIÓN POR INTENSIDAD DE CORRIENTE

La intensidad nominal de los conductores es la siguiente:

$$\delta_{real} = \frac{I_N}{S} = \frac{437,39}{381} = 1,15 \frac{A}{mm^2}$$

Y de acuerdo con la tabla 11 sobre densidades de corriente máxima de conductores en régimen permanente, del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, las intensidades máximas para conductores de aluminio son las siguientes:

$$\delta_{max,300mm^2} = 2,15 \frac{A}{mm^2}$$

$$\delta_{max,400mm^2} = 1,95 \frac{A}{mm^2}$$

Por tanto, interpolando se obtiene el valor para la sección de 381 mm<sup>2</sup>:

$$\delta_{max,454.5mm^2} = 1,99 \frac{A}{mm^2}$$

Para obtener la densidad efectiva máxima para dicho conductor hay que multiplicar el valor obtenido por el coeficiente de reducción de sección para conductores AL-AC, el cual es el siguiente:

0,941 para conductores de composición 54 + 7

Por tanto, la densidad máxima real para dicho conductor es la siguiente:

$$\delta_{max,real} = 1,99 * 0,941 = 1,87 \frac{A}{mm^2}$$

**Comprobación por densidad de corriente:**

$$\delta_{real} = 1,15 \frac{A}{mm^2} < \delta_{max,real} = 1,87 \frac{A}{mm^2}$$

CUMPLE

### 2.3.4.3. CÁLCULO DEL EFECTO CORONA

Los factores específicos para este caso son los siguientes:

Tensión nominal: 132 kV.

Tensión máxima: 145 kV.

Frecuencia: 50 Hz.

Altitud: 850 m.

Temperatura media: 15 °C.

#### 2.3.4.3.1. TENSIÓN CRÍTICA DISRUPTIVA

Por tanto, se calcula cual es la tensión crítica disruptiva para comprobar si los cables elegidos cumplen con este nivel.

Utilizando los parámetros calculados anteriormente, salvo el radio del conductor que en este caso ha variado, e introduciéndolos en la fórmula se obtiene la tensión crítica disruptiva:

- Radio del cable: El cable elegido tiene el siguiente radio:

$$R = 1,27 \text{ cm.}$$

Y dado que los tres conductores de las fases tienen el mismo radio, el radio equivalente es el mismo.

$$R_{eq} = 1,27 \text{ cm.}$$

Por tanto, la tensión crítica disruptiva obtenida es la siguiente:

$$V_{CR} = \frac{29,8 \cdot \sqrt{3}}{\sqrt{2}} * \partial * r * n * m_C * m_T * \ln \frac{DMG}{r_{eq}} = \frac{29,8 \cdot \sqrt{3}}{\sqrt{2}} * 1,0340 * 1,27 * 1 * 1 * 0,84 *$$

$$\ln \frac{503,96}{1,27} = \mathbf{240,89 \text{ kV}}$$

Por tanto, para que los cables no sufran el efecto corona se debe cumplir que la tensión crítica disruptiva del cable sea mayor que la máxima tensión que se puede producir en él.

$$V_{CR} > V_{MAX} \Rightarrow \mathbf{240,89 \text{ kV} > 145 \text{ kV}}$$

Por lo que se resuelve que para este caso no se produce efecto corona en los conductores.

#### 2.3.5. CÁLCULO DEL EMBARRADO DE 132 KV

Para elegir el tipo de conductor a utilizar es necesario conocer la intensidad nominal de estos conductores. Esta intensidad se calcula con la siguiente ecuación:

$$I_N = \frac{S_N}{\sqrt{3} * U_N}$$

Por tanto, la corriente nominal del embarrado de alta tensión del sistema es la siguiente:

$$I_N = \frac{200}{\sqrt{3} \cdot 132} = 0,875 \text{ KA} = 875 \text{ A}$$

Por lo tanto, se deberá elegir un conductor acorde a esta intensidad nominal de 875 A.

### 2.3.5.1. ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE

Por tanto, en base a los parámetros que se necesitan, los cuales se acaban de calcular, se elegirá un conductor de la marca SELT de tipo Aluminio-Acero con las siguientes características:

- Tipo de cable: LA
- Denominación: 545 CARDINAL
- Sección: 547,3 mm<sup>2</sup>
- Composición: 54 + 7
- Resistencia a 20 °C: 0,0597 Ω
- Diámetro: 30,42 mm

### 2.3.5.2. COMPROBACIÓN POR INTENSIDAD DE CORRIENTE

La intensidad nominal de los conductores es la siguiente:

$$\delta_{real} = \frac{I_N}{S} = \frac{875}{547,3} = 1,60 \frac{A}{mm_2}$$

Y de acuerdo con la tabla 11 sobre densidades de corriente máxima de conductores en régimen permanente, del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, las intensidades máximas para conductores de aluminio son las siguientes:

$$\delta_{max,500mm2} = 1,80 \frac{A}{mm_2}$$

$$\delta_{max,600mm2} = 1,65 \frac{A}{mm_2}$$

Por tanto, interpolando se obtiene el valor para la sección de 547,3 mm<sup>2</sup>:

$$\delta_{max,454.5mm2} = 1,73 \frac{A}{mm_2}$$

Para obtener la densidad efectiva máxima para dicho conductor hay que multiplicar el valor obtenido por el coeficiente de reducción de sección para conductores AL-AC, el cual es el siguiente:

0,941 para conductores de composición 54 + 7

Por tanto, la densidad máxima real para dicho conductor es la siguiente:

$$\delta_{max,real} = 1,73 * 0,941 = 1,63 \frac{A}{mm^2}$$

**Comprobación por densidad de corriente:**

$$\delta_{real} = 1,60 \frac{A}{mm^2} < \delta_{max,real} = 1,63 \frac{A}{mm^2}$$

CUMPLE

### 2.3.5.3. CÁLCULO DEL EFECTO CORONA

Los factores específicos para este caso son los siguientes:

Tensión nominal:	132 kV.
Tensión máxima:	145 kV.
Frecuencia:	50 Hz.
Altitud:	850 m.
Temperatura media:	15 °C.

#### 2.3.5.3.1. TENSIÓN CRÍTICA DISRUPTIVA

Por tanto, se calcula cual es la tensión crítica disruptiva para comprobar si los cables elegidos cumplen con este nivel.

Utilizando los parámetros calculados anteriormente, salvo el radio del conductor y la distancia media geométrica que en este caso han variado, e introduciéndolos en la fórmula se obtiene la tensión crítica disruptiva:

- Radio del cable: El cable elegido tiene el siguiente radio:

$$R = 1,521 \text{ cm.}$$

Y dado que los tres conductores de las fases tienen el mismo radio, el radio equivalente es el mismo.

$$R_{eq} = 1,521 \text{ cm.}$$

- Distancia media geométrica: Hace referencia al valor medio entre los conductores, dado que son tres conductores situados a 200 cm en horizontal, esta distancia es la siguiente:

$$DMG = \sqrt[3]{200 * 200 * 400} = 251,98 \text{ cm}$$

Por tanto, la tensión crítica disruptiva obtenida es la siguiente:

$$V_{CR} = \frac{29,8 * \sqrt{3}}{\sqrt{2}} * \partial * r * n * m_C * m_T * \ln \frac{DMG}{r_{eq}} = \frac{29,8 * \sqrt{3}}{\sqrt{2}} * 1,0340 * 1,521 * 1 * 1 * 0,84 * \ln \frac{251,98}{1,521} = \mathbf{246,38 \text{ kV}}$$

Por tanto, para que los cables no sufran el efecto corona se debe cumplir que la tensión crítica disruptiva del cable sea mayor que la máxima tensión que se puede producir en él.

$$V_{CR} > V_{MAX} \Rightarrow \mathbf{246,38 \text{ kV} > 145 \text{ kV}}$$

Por lo que se resuelve que para este caso no se produce efecto corona en los conductores.

### 2.3.6. DERIVACIONES DE BARRAS A TRANSFORMADORES DE POTENCIA T3 Y T4

Las derivaciones desde el embarrado de 132 kV hasta los dos transformadores de 132 / 20 kV son las encargadas de conectar estos dos elementos, y por tanto deben estar diseñadas para soportar la potencia de los mismos. Por tanto, dado que ambos transformadores tienen la misma potencia nominal (50 MVA), se va a hacer el cálculo para una derivación aplicándose los resultados a las dos.

#### 2.3.6.1. ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE

Estos conductores deberán soportar la siguiente intensidad nominal:

$$I_N = \frac{P_N}{U_N * \sqrt{3}} = \frac{50.000}{132 * \sqrt{3}} = 218,69 \text{ A}$$

Por tanto, en base a los parámetros que se necesitan, los cuales se acaban de calcular, se elegirá un conductor de la marca SELT de tipo Aluminio-Acero con las siguientes características:

- Tipo de cable: LA
- Denominación: 180
- Sección: 181,6 mm<sup>2</sup>
- Composición: 30 + 7
- Resistencia a 20 °C: 0,1963 Ω
- Diámetro: 17,5 mm

### 2.3.6.2. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

La intensidad nominal de los conductores es la siguiente:

$$\delta_{real} = \frac{I_N}{S} = \frac{218,69}{181,6} = 1,20 \frac{A}{mm_2}$$

Y de acuerdo con la tabla 11 sobre densidades de corriente máxima de conductores en régimen permanente, del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, las intensidades máximas para conductores de aluminio son las siguientes:

$$\delta_{max,160mm2} = 2,70 \frac{A}{mm_2}$$

$$\delta_{max,200mm2} = 2,50 \frac{A}{mm_2}$$

Por tanto, interpolando se obtiene el valor para la sección de 181,6 mm<sup>2</sup>:

$$\delta_{max,181,6 mm2} = 2,592 \frac{A}{mm_2}$$

Para obtener la densidad efectiva máxima para dicho conductor hay que multiplicar el valor obtenido por el coeficiente de reducción de sección para conductores AL-AC, el cual es el siguiente:

0,92            para conductores de composición 30 + 7

Por tanto, la densidad máxima real para dicho conductor es la siguiente:

$$\delta_{max,real} = 2,592 * 0,92 = 2,38 \frac{A}{mm^2}$$

**Comprobación por densidad de corriente:**

$$\delta_{real} = 1,20 \frac{A}{mm^2} < \delta_{max,real} = 2,38 \frac{A}{mm^2}$$

CUMPLE

### 2.3.6.3. CÁLCULO DEL EFECO CORONA

Los factores específicos para este caso son los siguientes:

Tensión nominal:	132 kV.
Tensión máxima:	145 kV.
Frecuencia:	50 Hz.
Altitud:	850 m.
Temperatura media:	15 °C.

#### 2.3.6.3.1. TENSIÓN CRÍTICA DISRUPTIVA

Por tanto, se calcula cual es la tensión crítica disruptiva para comprobar si los cables elegidos cumplen con este nivel.

Utilizando los parámetros calculados anteriormente, salvo el radio del conductor que en este caso ha variado, e introduciéndolos en la fórmula se obtiene la tensión crítica disruptiva:

- Radio del cable: El cable elegido tiene el siguiente radio:

$$R = 0,875 \text{ cm.}$$

Y dado que los tres conductores de las fases tienen el mismo radio, el radio equivalente es el mismo.

$$R_{eq} = 0,875 \text{ cm.}$$

Por tanto, la tensión crítica disruptiva obtenida es la siguiente:

$$V_{CR} = \frac{29,8 * \sqrt{3}}{\sqrt{2}} * \partial * r * n * m_C * m_T * \ln \frac{DMG}{r_{eq}} = \frac{29,8 * \sqrt{3}}{\sqrt{2}} * 1,0340 * 0,875 * 1 * 1 * 0,84 *$$

$$\ln \frac{251,98}{0,875} = \mathbf{141,74 \text{ kV}}$$

Por tanto, para que los cables no sufran el efecto corona se debe cumplir que la tensión crítica disruptiva del cable sea mayor que la máxima tensión que se puede producir en él.

$$V_{CR} > V_{MAX} \Rightarrow 141,74 \text{ kV} < 145 \text{ kV}$$

Por lo que se resuelve que para este caso si se produce efecto corona en los conductores, dado que la tensión máxima que pueden alcanzar los equipos supera el valor de tensión crítica disruptiva.

Para evaluar el valor de este efecto es necesario calcular la potencia que se disipará en este punto donde se produzca el efecto corona.

Dicha potencia se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$P_{DIS} = \frac{241}{\partial} * (f + 25) * n * \sqrt{\frac{r}{DMG}} * \left( \frac{V}{\sqrt{3}} - \frac{V_{CR}}{\sqrt{3}} \right) * 10^{-2}$$

En la cual intervienen los siguientes parámetros:

- $P_{DIS}$ : Potencia disipada en W/km.
- $d$ : Factor de corrección por densidad del aire.
- $F$ : Frecuencia en Hz.
- $V$ : Tensión en kV.
- $r$ : radio del cable en cm.
- $n$ : Número de conductores por fase.
- $DMG$ : Distancia media geométrica en cm.
- $V_{CR}$ : Tensión crítica disruptiva en kV.

Por lo tanto, la potencia disipada por efecto corona en los conductores es la siguiente:

$$P_{DIS} = \frac{241}{\partial} * (f + 25) * n * \sqrt{\frac{r}{DMG}} * \left( \frac{V}{\sqrt{3}} - \frac{V_{CR}}{\sqrt{3}} \right) * 10^{-3} = \frac{241}{1,0340} * (50 + 25) * 1 * \sqrt{\frac{0,875}{251,98}} * \left( \frac{145}{\sqrt{3}} - \frac{141,74}{\sqrt{3}} \right) * 10^{-2} = 193,88 \text{ W/km}$$

Por lo tanto, dado que la distancia de los conductores de las derivaciones de barras a transformadores T1 y T2 es de 15 metros, se calcula la potencia total disipada:

$$\Delta P = P_{DIS} * l = 193,88 \frac{W}{km} * 0,015 km = 2,91 W$$

Finalmente se concluye que dicha potencia de 2,91 W = 0,00291 kW es despreciable, y por tanto los conductores elegidos cumplen por efecto corona.

### 2.3.7. SALIDAS EN MEDIA TENSIÓN DE LOS TRANSFORMADORES T3 Y T4

Las salidas desde los transformadores T3 y T4 de 132 /20 kV hasta el embarrado de 20 kV son las encargadas de conectar estos dos elementos, y por tanto deben estar diseñadas para soportar la potencia de los mismos. Por tanto, dado que ambos transformadores tienen la misma potencia nominal (50 MVA), se va a hacer el cálculo para una salida, aplicándose los resultados a las dos.

#### 2.3.7.1. TRAMO EN INTEMPERIE

Estos conductores deberán soportar la siguiente intensidad nominal:

$$I_N = \frac{P_N}{U_N * \sqrt{3}} = \frac{50.000}{20 * \sqrt{3}} = 1.443,38 A$$

##### 2.3.7.1.1. ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE

Por tanto, en base a los parámetros que se necesitan, los cuales se acaban de calcular, se elegirán conductores de la marca SELT constituidos por dos cables unipolares de cobre en paralelo con las siguientes características:

- Tipo de cable: RHZ1
- Sección: 2\*400 = 800 mm<sup>2</sup>
- Resistencia a 20 °C: 0,062 Ω
- Diámetro: 23,4 mm
- Intensidad en régimen permanente 2\*823 = 1.646 A

##### 2.3.7.1.2. CÁLCULO DEL EFECO CORONA

Los factores específicos para este caso son los siguientes:

Tensión nominal:	20 kV.
Tensión máxima:	24 kV.
Frecuencia:	50 Hz.

Altitud: 850 m.  
 Temperatura media: 15 °C.

#### 2.3.7.1.2.1. TENSIÓN CRÍTICA DISRUPTIVA

Por tanto, se calcula cual es la tensión crítica disruptiva para comprobar si los cables elegidos cumplen con este nivel.

Utilizando los parámetros calculados anteriormente, salvo el radio del conductor, la distancia media geométrica y el número de conductores por fase que en este caso han variado, e introduciéndolos en la fórmula se obtiene la tensión crítica disruptiva:

- Radio del cable: El cable elegido tiene el siguiente radio:

$$R = 1,34 \text{ cm.}$$

Y dado que los tres conductores de las fases tienen el mismo radio, el radio equivalente es el mismo.

$$R_{eq} = 1,34 \text{ cm.}$$

- Distancia media geométrica: Hace referencia al valor medio entre los conductores, dado que son tres conductores situados a 200 cm en horizontal, esta distancia es la siguiente:

$$DMG = \sqrt[3]{50 * 50 * 100} = 63 \text{ cm}$$

- Número de conductores por fase: Hace referencia al número de circuitos trifásicos que tendrá.

Dado que será de doble circuito, este valor es de 2.

Por tanto, la tensión crítica disruptiva obtenida es la siguiente:

$$V_{CR} = \frac{29,8 * \sqrt{3}}{\sqrt{2}} * \partial * r * n * m_C * m_T * \ln \frac{DMG}{r_{eq}} = \frac{29,8 * \sqrt{3}}{\sqrt{2}} * 1,0340 * 1,34 * 2 * 1 * 0,84 * \ln \frac{63}{1,34} = \mathbf{327,12 \text{ kV}}$$

Por tanto, para que los cables no sufran el efecto corona se debe cumplir que la tensión crítica disruptiva del cable sea mayor que la máxima tensión que se puede producir en él.

$$V_{CR} > V_{MAX} \Rightarrow 327,12 \text{ kV} > 24 \text{ kV}$$

Por lo que se resuelve que para este caso no se produce efecto corona en los conductores.

### 2.3.7.2. TRAMO SUBTERRÁNEO

Este tramo debe soportar al igual que el anterior la intensidad nominal de:

$$I_N = \frac{P_N}{U_N * \sqrt{3}} = \frac{50.000}{20 * \sqrt{3}} = 1.443,38 \text{ A}$$

#### 2.3.7.2.1. ELECCIÓN DEL TIPO DE CONDUCTOR

Por tanto, en base a los parámetros que se necesitan, los cuales son similares a los del tramo en intemperie, con la excepción de que en este caso al discurrir en soterrado hay que tener en cuenta los coeficientes de corrección por las condiciones que difieren de las condiciones normales. Para este caso se elegirán conductores de la marca SELT constituidos por dos cables unipolares de cobre en paralelo con las siguientes características:

- Tipo de cable: RHZ1
- Sección:  $2 * 500 = 1.000 \text{ mm}^2$
- Resistencia a 20 °C:  $0,050 \Omega$
- Diámetro: 26,8 mm
- Intensidad en régimen permanente  $2 * 929 = 1.858 \text{ A}$
- Intensidad máxima 1,156 A por circuito
- Profundidad 1,20 m
- Separación entre circuitos 10 cm

#### 2.3.7.2.2. CÁLCULO POR DENSIDAD DE CORRIENTE

Estos conductores deberán poseer una intensidad máxima superior a la intensidad que se produce en el tramo. Para valorar esto en las condiciones particulares se emplean los siguientes coeficientes:

- Coeficiente de reducción de intensidad por temperatura distinta de CN: Se aplica al tener el terreno un rango de temperaturas de hasta 40 °C, superior al de Condiciones Normales (25 °C). Este valor será de 0,88.

- Coeficiente de reducción de intensidad por proximidad de conductores: Se aplica al que al discurrir las tres fases de ambos circuitos por la misma zanja muy próximos entre sí. Este valor será de 0,90.

Por tanto, la intensidad máxima en régimen permanente para este tramo será la siguiente:

$$I_{MAX} = (2 * 929) * 0,88 * 0,90 = \mathbf{1.471,54 A}$$

De este modo comparando este valor con la intensidad nominal de este tramo se puede confirmar que cumple.

$$I_{MAX} < I_N \Rightarrow \mathbf{1.471,54 A > 1.443,38 A}$$

### 2.3.8. CÁLCULO DEL EMBARRADO DE 20 KV

El embarrado de media tensión está ubicado dentro de la subestación de interior, por lo tanto, está situado en un local interior a diferencia del resto de elementos de la instalación.

Este embarrado está constituido por un doble juego de barras, las cuales deben poder soportar por independiente toda la potencia de la instalación. Por tanto, se hará el cálculo para una de ellas y se aplicará este a ambas.

La corriente nominal de cada embarrado se 20 kV es la siguiente:

$$I_N = \frac{100}{\sqrt{3} * 20} = 2,89 \text{ kA} = 2.890 \text{ A}$$

Por lo tanto, se deberá elegir un conductor acorde a esta intensidad nominal de 2.890 A.

Se instalará una cabina de la marca Siemens, la cual tiene unas barras de 3.000 A de intensidad nominal.

### 2.3.9. SALIDAS EN BAJA TENSIÓN

La salida en baja tensión que conecta el transformador de Servicios Auxiliares de 250 KVA con el propio equipo de Servicios Auxiliares consiste en un circuito trifásico con neutro que discurre subterráneamente a 380 V, el cual tiene la siguiente intensidad nominal:

$$I_N = \frac{P_N}{U_N * \sqrt{3}} = \frac{250.000}{380 * \sqrt{3}} = 379,84 \text{ A}$$

### 2.3.9.1. CÁLCULO POR DENSIDAD DE CORRIENTE

Para determinar si los conductores elegidos son apropiados es necesario comprobar si cumplen el Reglamento Eléctrico de Alta Tensión.

Dicho reglamento recoge un coeficiente de seguridad del 80 % para este tipo de instalaciones.

Por tanto, el conductor a instalar será el siguiente:

- Tipo de cable: Con aislamiento de PE
- Sección:  $3*240 + 120 \text{ mm}^2$
- Intensidad máxima 520 A
- Intensidad admisible  $520 * 0,80 = 416 \text{ A}$
- Profundidad 1,20 m

### 2.3.10. CABLE DE GUARDA

Para el cable de guarda, el cual estará conectado con la puesta a tierra de la subestación se va a emplear un cable compuesto por hilos de aleación de aluminio arroyados concéntricamente alrededor de un núcleo de acero galvanizado de alta resistencia con las siguientes características:

- Tipo de cable: Cable de guarda con fibra óptica
- Denominación: OPGW 24
- Sección:  $112,2 \text{ mm}^2$
- Resistencia a 20 °C:  $0,521 \Omega/\text{km}$

# **ANEXO III**

## **EBSS**

## ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
1. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	1
1.1. MEMORIA INFORMATIVA.....	1
1.1.1. Objeto.....	1
1.1.2. Datos del proyecto y del estudio de Seguridad y Salud.....	1
1.1.3. Datos de la obra.....	1
1.2. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	1
1.2.1. Descripción técnica del proyecto.....	1
1.2.2. Accesos y vallado.....	1
1.2.3. Interferencias y servicios afectados.....	2
1.2.4. Suministro de energía eléctrica.....	2
1.2.5. Suministro de agua potable.....	2
1.2.6. Vertido de aguas residuales.....	2
1.3. ANÁLISIS DE RIESGOS Y SU PREVISIÓN.....	3
1.3.1. Obra Civil.....	3
1.3.1.1. Movimiento de tierras y cimentaciones.....	3
1.3.1.2. Montaje.....	23
1.3.1.3. Descripción de trabajos.....	24
1.4. MAQUINARIA A EMPLEAR.....	52
1.4.1. Retroexcavadora.....	52
1.4.2. Grúa.....	54
1.4.3. Maquinillo.....	57
1.4.4. Cortadora de ladrillo y material cerámico.....	59
1.4.5. Máquinas herramientas y herramientas manuales.....	61
1.5. MEDIOS AUXILIARES.....	66
1.5.1. Andamios tubulares.....	66
1.5.2. Escaleras.....	70
1.6. INSTALACIONES PROVISIONALES.....	73
1.6.1. Instalación provisional eléctrica.....	73
1.6.2. Instalación de prevención de incendios.....	77
1.7. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.....	78

1.7.1. Dotación de aseos .....	78
1.7.2. Dotación de vestuarios .....	78
1.8. MEDICINA PREVENTIVA Y ASISTENCIAL.....	79
1.8.1. Reconocimientos médicos .....	79
1.8.2. Asistencia accidentados .....	79
1.9. PLIEGO DE CONDICIONES .....	80
1.9.1. Legislación aplicable a la obra .....	80
1.9.2. Consideraciones de los equipos de protección colectiva.....	82
1.9.3. Consideraciones de los equipos de protección individual .....	82
1.9.4. Señalización de la obra .....	83
1.9.5. Condiciones de seguridad de los medios auxiliares, máquinas y equipos.....	83
1.9.6. Formación e información a los trabajadores.....	84
1.9.7. Acciones a seguir en caso de accidente laboral .....	85
1.9.8. Comunicaciones inmediatas en caso de accidente .....	86
1.9.9. Seguridad en la obra .....	86
1.9.10. Plan de seguridad y salud .....	86
1.9.11. Obligaciones de cada contratista adjudicatario en materia de seguridad y salud	87
1.9.1. Coordinador de Seguridad y Salud.....	88
1.9.2. Libro de incidencias .....	89
1.9.3. Seguro de responsabilidad civil y patronal.....	90
1.9.4. Subcontratación .....	90
1.10.PLANOS DE SEGURIDAD.....	91
1.11.MEDICIONES Y PRESUPUESTO .....	106
1.11.1. Mediciones .....	106
1.11.2. Presupuesto.....	107
1.11.2.1. Prevención y formación .....	107
1.11.2.2. Servicio médico.....	107
1.11.2.3. Protecciones colectivas .....	107
1.11.2.4. Protecciones individuales.....	108
1.11.2.5. Instalaciones de Higiene y Primeros Auxilios.....	110
1.11.2.6. Resumen del estudio de seguridad y salud.....	110

# **1. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## **1.1.MEMORIA INFORMATIVA**

### **1.1.1.Objeto**

El presente Estudio de Seguridad y Salud se redacta para dar cumplimiento a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

El objeto del Estudio de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

### **1.1.2.Datos del proyecto y del estudio de Seguridad y Salud**

Denominación del Proyecto: SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN 220/132/20 kV.

La redacción de este Estudio de Seguridad y Salud recae sobre la empresa ENDESA.

### **1.1.3.Datos de la obra**

La obra se ejecutará previsiblemente en un plazo de 5 meses.

Se considera una punta máxima de 10 trabajadores, con una media de 6 trabajadores en obra

## **1.2.MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **1.2.1.Descripción técnica del proyecto**

La Subestación de Distribución 220/132/20 kV estará situada en el término municipal de Valladolid, provincia de Valladolid, comunidad autónoma de Castilla y León.

Los niveles de tensión de los que dispondrá la subestación serán 220kV, 132kV y 20 kV.

### **1.2.2.Accesos y vallado**

Con antelación al inicio de los trabajos, se dispondrá el vallado perimetral provisional del recinto de obras, con el fin de evitar que cualquier persona ajena a la obra tenga fácil acceso a la misma.

Los accesos de materiales y para el personal, estarán debidamente señalizados. En dichos accesos, en sitio visible, se colocarán carteles prohibiendo la entrada a personas ajenas a la obra.

### **1.2.3. Interferencias y servicios afectados**

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales. A tal fin, establecerán los medios de coordinación que sean necesarios en cuanto a la protección y prevención de riesgos laborales y la información sobre los mismos a sus respectivos trabajadores, según los términos previstos en los artículos 18 y 24 de la Ley de Prevención de Riesgos, este último referente a Coordinación de actividades empresariales.

Antes de iniciar los trabajos, el contratista encargado de los mismos, deberá informarse de la existencia o situación de las diversas canalizaciones de servicios existentes, tales como electricidad, agua, gas, etc... y su zona de influencia.

Caso de encontrarse con ellas, se deberán señalar convenientemente, se protegerán con medios adecuados y, si fuese necesario, se deberá entrar en contacto con el responsable del servicio que afecte al área de trabajos para decidir de común acuerdo las medidas preventivas a adoptar, o en caso extremo, solicitar suspensión temporal del suministro del elemento en cuestión.

### **1.2.4. Suministro de energía eléctrica**

La acometida a las obras será por cuenta de la Propiedad, proporcionando un punto de enganche en el lugar del emplazamiento de las mismas.

### **1.2.5. Suministro de agua potable**

Se consultará a la Propiedad sobre la posible conexión en el emplazamiento de la obra para suministro de agua. En caso de que el suministro no pueda realizarse, se dispondrán de los medios necesarios para abastecerse desde el exterior antes del comienzo de la obra.

### **1.2.6. Vertido de aguas residuales**

Se conectarán a la red de alcantarillado existente en las inmediaciones de la ubicación de las obras. Caso de no existir red de alcantarillado, se dispondrá de una fosa séptica provisional,

con capacidad adecuada, desde el principio de las obras a la cual se conducirán las aguas sucias de los servicios higiénicos.

### **1.3. ANÁLISIS DE RIESGOS Y SU PREVISIÓN**

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividirán las obras en una serie de trabajos por especialidades o unidades constructivas, dentro de cada uno de los apartados correspondientes a la obra civil y al montaje, así como en una serie de equipos técnicos y medios auxiliares necesarios para llevar a cabo la ejecución de las mismas.

El siguiente análisis de riesgos sobre el proyecto de ejecución podrá ser variado por cada uno de los contratistas adjudicatarios en su propio Plan de Seguridad y Salud, cuando sea adaptado a la tecnología de construcción que les sea de aplicación.

#### **1.3.1. Obra Civil**

##### **1.3.1.1. Movimiento de tierras y cimentaciones**

Dentro de esta fase de obra, consideraremos las siguientes operaciones a realizar:

- Excavación
- Cimentación: será de zapatas aisladas

Excavación

#### **- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD**

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

Caídas al mismo nivel

Caídas a distinto nivel

Caída de objetos por desplome o derrumbamiento

Caída de objetos en manipulación

Caída de objetos desprendidos

Pisadas sobre objetos

Golpes por objetos o herramientas

Atrapamiento por o entre objetos

Atrapamiento por vuelco de máquinas

Sobreesfuerzos

Atropellos o golpes con vehículos

Contactos eléctricos  
Exposición al ruido  
Proyección de fragmentos o partículas  
Choque contra objetos inmóviles

- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

En caso de ser necesario, se colocará vallado perimetral de obra alrededor de la misma.

Se prohibirá trabajar o permanecer observando dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.

En los trabajos de excavación en general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno y forma de realizar los trabajos.

Todas las excavaciones de obra se señalizarán en todo su perímetro con el fin de evitar caídas a distinto nivel. Cuando la profundidad de la excavación sea superior a 2 metros, se deberá proteger mediante el uso de barandillas con suficiente rigidez y estabilidad.

En caso de presencia de agua en la obra, se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de las excavaciones.

Cuando las zanjas o excavaciones tengan una profundidad superior a 1,5 metros y cuando por las características del terreno exista peligro de derrumbamiento, se llevará a cabo la entibación de la zanja y/o excavación, quedando prohibido llevar a cabo cualquier tipo de trabajo sin realizar esta operación previa.

Se paralizarán los trabajos a realizar al pie de las entibaciones cuya garantía de estabilidad no sea firme u ofrezca dudas. En este caso, antes de realizar cualquier otro trabajo debe reforzarse o apuntalarse la entibación.

Se prohibirán los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de telégrafo, etc. cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.

Deberán eliminarse los árboles, arbustos y matorrales cuyas raíces hayan quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado del terreno.

Las paredes de la excavación se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo por más de un día.

En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso urgente a la dirección de la obra. Las tareas se reanudarán cuando la dirección de obra lo considere oportuno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno. No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso por las mismas.

La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de excavación no superior a los 4 metros.

- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Los equipos de protección a utilizar serán:

Casco de seguridad contra choques e impactos

Gafas de protección contra proyección de partículas

Mascarillas de protección para ambientes pulvígenos

Guantes de trabajo

Protecciones auditivas para el personal cuya exposición al ruido supere los niveles permitidos

Botas de seguridad con puntera reforzada

Ropa de protección para el mal tiempo

1.3.1.1.1. Cimentación

- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

Caídas al mismo nivel

Caídas a distinto nivel

Caída de objetos por desplome o derrumbamiento  
Caída de objetos en manipulación  
Caída de objetos desprendidos  
Pisadas sobre objetos  
Golpes por objetos o herramientas  
Proyección de fragmentos o partículas  
Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos  
Sobreesfuerzos  
Exposición al ruido

- **MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR**

Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o desplazamientos del terreno.

Se deberá revisar el estado de las zanjas a intervalos regulares en aquellos casos en los que puedan recibir empujes por proximidad de caminos transitados por vehículos y en especial si en la proximidad se establecen tajos con uso de martillos neumáticos, compactaciones por vibración o paso de maquinaria para el movimiento de tierras.

Cuando la profundidad de la zanja o excavación sea igual o superior a los dos metros, se protegerán los bordes de coronación mediante una barandilla reglamentaria situada a una distancia mínima de 2 metros del borde.

Se dispondrán pasarelas de madera de 60 centímetros de anchura, bordeados con barandillas sólidas de 90 centímetros de altura y una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.

Mientras se está realizando el vertido del hormigón, se vigilarán los encofrados y se reforzarán los puntos débiles. En caso de fallo, lo más recomendable es parar el vertido y no reanudarlo hasta que el comportamiento del encofrado sea el requerido.

Las zonas de trabajo dispondrán de acceso fácil y seguro y se mantendrán en todo mom limpias y ordenadas, tomándose las medidas necesarias para que el suelo no esté o no re peligroso.

Si los trabajos requieren iluminación, se efectuará mediante torretas aisladas con toma de tierra.

las que se instalarán proyectores de intemperie alimentados a través de un cuadro eléctrico general de la obra.

Si los trabajos requieren iluminación portátil, ésta se realizará mediante lámparas a 24 voltios. Los portátiles estarán provistos de rejilla protectora, carcasa y mango aislados eléctricamente.

Los pozos de cimentación y zanjas estarán correctamente señalizados para evitar caídas a distinto nivel del personal de obra.

La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de cimentación no superior a los 4 metros.

Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón, para evitar el riesgo de caídas de las mismas a otro nivel.

Todas las máquinas accionadas eléctricamente tendrán sus correspondientes protecciones a tierra e interruptores diferenciales, manteniendo en buen estado todas las conexiones y cables.

Las conexiones eléctricas se efectuarán mediante mecanismos estancos de intemperie.

Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigoneras durante el retroceso.

Se instalará un cable de seguridad amarrado a puntos sólidos en el que enganchar el mosquetón del arnés de seguridad en los tajos de riesgo de caída en altura.

#### - EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

Casco de seguridad contra choques e impactos

Gafas de protección contra proyección de partículas

Mascarillas de protección para ambientes pulvígenos

Guantes de trabajo

Guantes de goma para el trabajo con el hormigón

Botas de seguridad con puntera y plantilla reforzada en acero

Protecciones auditivas para el personal cuya exposición al ruido supere los niveles permitidos

Ropa de protección para el mal tiempo

#### 1.3.1.1.2. Estructura

La estructura a la que se refiere este apartado es el entramado de piezas de hormigón prefabricado para el Edificio de Control y a los muros de hormigón construidos “in situ”.

Los encofrados podrán ser de madera o metálicos, pero los apeos deberán hacerse con puntales metálicos, prohibiéndose los puntales de madera.

Las operaciones a realizar en esta fase de obra son:

- Hormigonado
- Encofrado y desencofrado
- Forjados

#### 1.3.1.1.3. Hormigonado

- **RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD**

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

Caídas al mismo nivel

Caídas a distinto nivel

Caída de objetos en manipulación

Pisadas sobre objetos

Golpes por objetos o herramientas

Proyección de fragmentos o partículas

Atrapamiento por vuelco de maquinaria o vehículos

Sobreesfuerzos

Exposición a sustancias nocivas (dermatosis, por contacto de la piel con el cemento, neuroconiosis, por la aspiración del polvo del cemento)

- **MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR**

Vertido directo mediante canaleta

Previamente al inicio del vertido del hormigón, directamente con el camión hormigonera, se instalarán fuertes topes en el lugar donde haya de quedar

situado el camión, siendo conveniente no estacionarlo en rampas con pendientes fuertes, para evitar posibles vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigonera a menos de 2 metros de la excavación.

Los operarios nunca se situarán detrás de los vehículos en maniobras de marcha atrás que, por otra parte, siempre deberán ser dirigidos desde fuera del vehículo. Tampoco se situarán en el lugar del hormigonado hasta que el camión hormigonera no esté situado en posición de vertido.

Se instalarán barandillas sólidas al frente de la excavación protegiendo el tajo de vía de la canaleta.

Se colocarán escaleras reglamentarias para facilitar el paso seguro del personal encargado de montar, desmontar y realizar trabajos con la canaleta de vertido de hormigón por taludes hasta los cimientos.

La maniobra de vertido será dirigida por el encargado que vigilará que no se realicen maniobras inseguras.

#### Vertido mediante bombeo

El equipo encargado del manejo de la bomba de hormigón estará especializado la realización de este tipo de trabajos.

La tubería de la bomba de hormigonado se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

La manguera terminal de vertido será gobernada por un mínimo de dos operarios, para evitar caídas por movimiento incontrolado de la misma.

Antes del inicio del hormigonado de una determinada superficie, se establecerá un camino de tablones seguro sobre los que se apoyarán los operarios que gobiernen el vertido de la manguera.

El manejo del montaje y desmontaje de la tubería de la bomba de hormigonado será dirigido por un operario especialista para evitar accidentes por taponos y sobrepresiones internas.

Antes de iniciar el bombeo del hormigón se deberá preparar el conducto enviando masa mortero de dosificación, para evitar los atoramientos o taponos.

Se prohíbe introducir o accionar la pelota de limpieza sin antes instalar la redcilla de recogida salida de la manguera tras el recorrido total del

circuito. En caso de detención de la paralizará la máquina, se reducirá la presión a cero y se desmontará a continuación la tubería.

Los operarios amarrarán la manguera terminal antes de iniciar el paso de la pelota de limpieza a elementos sólidos, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso.

Se revisarán periódicamente los circuitos de aceite de la bomba de hormigón, cumpliendo el libro de mantenimiento, que será presentado a requerimiento de la dirección.

Todas las máquinas accionadas eléctricamente tendrán sus correspondientes protecciones a tierra e interruptores diferenciales, manteniendo en buen estado todas las conexiones y cables.

Las conexiones eléctricas se efectuarán mediante mecanismos estancos de intemperie.

Siempre que resulte obligado realizar trabajos simultáneos en diferentes niveles superpuestos, se protegerá a los operarios situados en niveles inferiores, con redes viseras o elementos de protección equivalentes que impidan que estos sean alcanzados por objetos que puedan caer desde niveles superiores.

Las zonas de trabajo dispondrán de acceso fácil y seguro y se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas, tomándose las medidas necesarias para que el piso no esté o resulte peligroso.

#### - EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

Casco de seguridad contra choques e impactos

Gafas de protección contra la proyección de partículas

Guantes de trabajo

Botas de goma para el trabajo con el hormigón

Botas de seguridad con puntera y plantilla reforzada en acero

Ropa de protección para el mal tiempo

#### 1.3.1.1.4. Encofrado y desencofrado

#### - RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Derrumbamientos

- **MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR**

Los encofrados sólo se podrán montar o desmontar bajo vigilancia, control y dirección de persona competente.

Los encofrados, los soportes temporales y los apuntalamientos deberán proyectarse, calcularse, montarse y mantenerse de manera que puedan soportar sin riesgo las cargas a que sometidas.

El acopio de madera, tanto nueva como usada, así como de encofrados metálicos, deberá ocupar el menor espacio posible, estando debidamente clasificada y no estorbando en los accesos y zonas de paso.

Se advertirá del riesgo de caída a distinto nivel al personal que deba caminar sobre el entablado.

Se recomienda evitar pisar por los tableros excesivamente alabeados, que deberán desecharse de inmediato antes de su utilización.

Se recomienda caminar apoyando los pies en dos tableros diferentes a la vez, es decir, sobre juntas.

El desprendimiento de los tableros se ejecutará mediante uña metálica, realizando la operación desde una zona ya desencofrada.

No se podrá dar por terminada la operación de desencofrar un tablón, mientras en el mismo sigan quedando clavos o puntas.

Los clavos existentes en la madera ya usada, se sacarán inmediatamente después del desencofrado, retirando lo que pudiera haber quedado suelto por el suelo mediante barrido y apilado.

Concluido el desencofrado, se apilarán los tableros ordenadamente para su transporte sobre las bateas emplintadas, sujetas con sogas atadas.

Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón o se empleará una bolsa portaherramientas.

Los puntales metálicos deformados se retirarán del uso sin intentar enderezarlos para su reutilización.

#### - EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

Casco de seguridad contra choques e impactos

Gafas de protección contra ambientes pulvígenos

Gafas de protección contra impactos

Guantes de trabajo

Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante

Ropa de trabajo para el mal tiempo

##### 1.3.1.1.5. Forjados. Cubiertas

#### - RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

Caídas al mismo nivel

Caídas a distinto nivel

Caída de objetos por desplome o derrumbamiento

Caída de objetos en manipulación

Pisadas sobre objetos

Golpes/Cortes por objetos o herramientas

Proyección de fragmentos o partículas

Atrapamiento por vuelco de maquinaria o vehículos

Sobreesfuerzos

#### - MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

El izado de vigas prefabricadas se realizará suspendiendo la carga de dos puntos de forma que la carga permanezca estable.

Los huecos del forjado permanecerán siempre tapados para evitar el riesgo de caídas a distinto nivel.

El acceso a la cubierta y plantas superiores, si existiesen, se llevará a cabo mediante el uso de escaleras de mano, que sobresaldrán un metro por encima del punto de apoyo de las mismas.

Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón o se empleará una bolsa portaherramientas.

Todos los huecos de la planta se encontrarán protegidos con barandillas de material rígido, de una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de protecciones que impidan el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos a diferentes niveles.

Para trabajos en cubierta con riesgo de caídas a distinto nivel se deberá proteger todo el perímetro de la misma mediante el uso de barandillas rígidas con listón superior a 90 cm, intermedio a 45cm y rodapiés a 15 cm, y se instalará una línea de vida a la que permanecerán permanentemente amarrados los operarios mediante el uso del arnés de seguridad.

Se prohíbe concentrar cargas de hormigón en un sólo punto. El vertido se realizará extendiendo el hormigón con suavidad, sin descargas bruscas y en superficies amplias.

#### - EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

Casco de seguridad contra choques e impactos

Gafas de protección contra la proyección de partículas

Guantes de trabajo

Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante

Arnés de sujeción, cuerdas o cables salvavidas

Cinturón de banda ancha de cuero para protección de las vértebras dorsolumbares

Ropa de protección para el mal tiempo

##### 1.3.1.1.6. Cerramientos

Los trabajos comprendidos en esta fase de obra consisten en la realización de muros de ladrillo o bloques prefabricados.

#### - RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

#### - MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

Se delimitarán las zonas de trabajo, evitando en lo posible la circulación de personal por la vertical de los trabajos.

Se mantendrán en perfecto estado de orden y limpieza los tajos de obra, y las superficies de tránsito estarán libres en todo momento de obstáculos, ya sean materiales, herramientas o escombros, que puedan ocasionar riesgos de caídas al mismo nivel.

La iluminación será la adecuada al tajo en el que se estén realizando los trabajos. Si es necesaria luz artificial, se dispondrá de equipos autónomos, con rejilla de protección, y tensiones de utilización de seguridad de 24 voltios.

En zonas con riesgo de caídas a distinto nivel, se instalarán las señales correspondientes a la indicación de dicho riesgo y de uso obligatorio de arnés de seguridad.

Se prohibirá balancear las cargas suspendidas.

Se prohibirá trabajar junto a los paramentos recién levantados antes de transcurridas 48 horas. Si existiese un régimen de vientos fuertes incidiendo sobre ellos, podrían llegar a derrumbarse.

Se deberá tener especial atención en los trabajos con ladrillería, debido a la proyección de fragmentos de los mismos al ser partidos con la paleta. Para

ello será obligatorio el uso de gafas de protección contra proyección de partículas.

Se seguirán en todo momento las medidas preventivas de seguridad en cuanto a la utilización de andamios, independientemente del tipo que se vaya a utilizar.

Si se instalasen andamios cercanos a líneas eléctricas, se mantendrán en todo momento las distancias de seguridad estipuladas en el R.D. 614 sobre disposiciones mínimas para la protección y la salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, y que serán tres metros para líneas con tensiones de hasta 132 kV, y cinco metros para líneas con tensiones superiores a los 132 kV. De no ser posible establecer estas distancias, se interpondrán obstáculos aislantes entre los andamios y las líneas. Estas pantallas serán instaladas por personal cualificado, según criterios de dicho Real Decreto.

#### - EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

Casco de seguridad contra choques e impactos

Gafas de protección contra la proyección de fragmentos o partículas

Guantes de trabajo

Arnés de seguridad de sujeción

Cinturón de banda ancha de cuero para protección de las vértebras dorsolumbares

Ropa de protección para el mal tiempo

##### 1.3.1.1.7. Trabajos de albañilería

#### - RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Caídas al mismo nivel

Caídas a distinto nivel

Caída de objetos en manipulación

Caída de objetos desprendidos

Pisadas sobre objetos

Golpes/Cortes por objetos o herramientas

Sobreesfuerzos  
Contactos eléctricos  
Proyección de fragmentos o partículas

- **MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR**

Se comprobará al comienzo de cada jornada el estado de los medios auxiliares que van a ser utilizados en los trabajos.

Los tajos estarán convenientemente iluminados. De no ser así se instalarán fuentes de luz adicionales, con rejilla de protección y una tensión de alimentación de 24 voltios.

Las operaciones de carga, descarga y traslado, ya sea manual, como mecánicamente, se realizarán siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.

Los medios auxiliares serán instalados siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.

Se pondrá especial atención en la utilización de las herramientas cortantes. No obstante, se seguirán las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.

El lugar de trabajo se mantendrá ordenado, limpio y señalizado en todo momento, así como el lugar destinado al almacenamiento de materiales.

Cuando se vaya a proceder a la colocación de peldaños o rodapiés en las escaleras, se acotarán los pisos inferiores de las zonas donde se esté trabajando, para evitar que circule nadie por lugares con riesgo de caída de objetos.

Las máquinas herramientas seguirán las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.

- **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR**

Los equipos de protección a utilizar serán:

Casco de seguridad contra choques e impactos  
Gafas de protección contra ambientes pulvígenos  
Gafas de protección contra la proyección de fragmento o partículas  
Guantes de trabajo

Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante

Bolsa portaherramientas

Ropa de trapajo para el mal tiempo

#### 1.3.1.1.8. Trabajos de pintura

#### - RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

Caídas al mismo nivel

Caídas a distinto nivel

Caída de objetos en manipulación

Golpes por objetos o herramientas

Proyección de fragmentos o partículas

Exposición a sustancias nocivas

Incendios

#### - MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

Se tendrá siempre en cuenta que las pinturas pueden llevar compuestos molestos, tóxicos o inflamables.

Cuando se pinte en el interior de espacios cerrados se dispondrá de una renovación del aire de los mismos, a la frecuencia que se determine con anterioridad al comienzo de los trabajos.

Cuando se pinte a pistola se usarán gafas panorámicas estancas y antiempañantes y respiradores con filtro para gases orgánicos y prefiltro mecánico.

Se prohibirá pintar y pulverizar en sitios donde pueden aparecer llamas, chispas o zonas muy calientes, sin disminuir previamente la carga de fuego existente en la zona.

Se prohibirá fumar o comer en las estancias en las que se pinte con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos. Asimismo, será obligatorio lavarse bien con abundante agua y jabón antes de comer y fumar.

Se prohibirá el uso de aire comprimido para la limpieza de ropas y de la piel.  
 Se prohibirá el uso de oxígeno u otro gas para pulverizar líquidos inflamables y especialmente pintura.

Identificación de sustancias peligrosas

- Un punto clave para una actuación preventiva ante las sustancias químicas radica en que toda persona que pueda verse expuesta a la acción peligrosa de éstas, tenga la información precisa que le permita conocer su peligrosidad y las precauciones a seguir en su manejo.
- Dos son las formas fundamentales que facilitan disponer de dicha información: el correcto etiquetado de los envases contenedores de sustancias peligrosas y las fichas informativas de los productos.
- La etiqueta de una sustancia peligrosa debe contener la siguiente información:
  - Nombre de la sustancia y su concentración
  - Nombre de quien fabrique, envase, comercialice e importe la sustancia y la dirección
  - Pictograma normalizado de indicación de peligro
  - Riesgos específicos de la sustancia (Frasas R)
  - Consejos de prudencia (Frasas S)
- Los pictogramas que deberán de figurar serán los siguientes :

PICTOGRAMAS E INDICACIONES DE PELIGRO						
E		Explosivo	F	Fácilmente inflamable	F+	Extremadamente inflamable
O		Comburente	T	Tóxico	T+	Muy tóxico
C		Corrosivo	Xn	Nocivo	Xi	Irritante

- Las fichas informativas de productos constituyen un sistema complementario al etiquetado, muy útil para los usuarios profesionales, que les permite tomar medidas para una correcta prevención del riesgo en el lugar de trabajo. Se trata generalmente de fichas técnicas que en función de su destino recogerán los diferentes aspectos preventivos y/o de emergencia a tener en cuenta.
- La información que deberán contener las fichas es la siguiente:
  - Composición/Información sobre los componentes
  - Identificación de peligros
  - Primeros auxilios
  - Medidas de lucha contra incendios
  - Medidas a tomar en caso de vertido accidental
  - Manipulación y almacenamiento
  - Controles de exposición / Protección personal
  - Propiedades físicas y químicas
  - Consideraciones sobre la eliminación
  - Información relativa al transporte

#### - EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas panorámicas estancas y antiempañantes
- Equipos filtrantes de partículas
- Guantes contra las agresiones químicas
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de protección contra agresiones químicas
- Ropa de trapajo para el mal tiempo

##### 1.3.1.1.9. Acabados

Los trabajos que comprenden esta fase de obra son aquellos relacionados con trabajos de carpintería, cerrajería, vidriería, solados, alicatados y revestimientos.

#### - RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos
- Contactos eléctricos

- **MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR**

Se comprobará el estado de los medios auxiliares empleados en los trabajos al comienzo de cada jornada.

Los vidrios de grandes dimensiones se montarán con ayuda de ventosas.

En las operaciones de almacenamiento, transporte y colocación, los vidrios se mantendrán en posición vertical.

La colocación y montaje de los vidrios se realizará desde la parte interior de las estructuras de los edificios.

Los fragmentos de vidrio o recortes realizados se retirarán inmediatamente de las inmediaciones del lugar de trabajo, así como de las zonas de paso.

Los tajos estarán convenientemente iluminados. De no ser así se instalarán fuentes de luz adicionales, con rejilla de protección y una tensión de alimentación de 24 voltios.

Las operaciones de carga, descarga y traslado, ya sea manual, como mecánicamente, se realizarán siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.

Los medios auxiliares serán instalados siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.

Se pondrá especial atención a la utilización de las herramientas cortantes. No obstante, se seguirán las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.

El lugar de trabajo se mantendrá limpio y señalizado, lo mismo que el destinado al corte de cristales, cerámica, etc y el lugar de almacenamiento de materiales.

Cuando se vaya a proceder a la colocación de peldaños o rodapiés en las escaleras, se acotarán los pisos inferiores de las zonas donde se esté trabajando, para evitar que circule nadie por lugares con riesgo de caída de objetos.

Las herramientas de corte se encontrarán en perfecto estado de mantenimiento.

Las máquinas herramientas siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.

#### - EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

Casco de seguridad contra choques e impactos

Gafas de protección contra ambientes pulvígenos

Gafas contra la proyección de fragmento o partículas

Guantes de trabajo

Guantes contra las agresiones de pinchazos o cortes para los cristalersos

Guantes de goma contra las agresiones del cemento para los soladores

Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante

Ropa de trapajo para el mal tiempo

Bolsa portaherramientas para el material

#### 1.3.1.1.10. Fontanería

#### - RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

Caídas al mismo nivel

Caídas a distinto nivel

Caída de objetos en manipulación

Pisadas sobre objetos

Sobreesfuerzos

Golpes/Cortes con objetos o herramientas  
Choque contra objetos móviles/inmóviles  
Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos  
Exposición a ambientes pulvígenos

- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

El transporte de tramos de tuberías a hombro por un solo hombre se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre, para evitar golpes y choques con objetos y con otros operarios.

Se mantendrán limpios de cascotes y recortes los tajos de trabajo. Se limpiarán conform avance en los mismos, apilando el escombros para su posterior vertido por las trompas.

Se prohíbe soldar con plomo en lugares cerrados. Siempre que se deba soldar con plomo establecerá una corriente de ventilación de aire para evitar el riesgo inhalación de productos tóxicos.

La iluminación eléctrica mediante portátiles se realizará mediante mecanismos estancos de seguridad, con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla y una tensión de alimentación de 24 V.

Para los trabajos de soldadura se seguirán las recomendaciones de seguridad de los procedimientos específicos.

El transporte de aparatos sanitarios se efectuará a hombro, apartando cuidadosamente los aparatos rotos así como sus fragmentos.

- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

Casco de seguridad contra choques e impactos

Guantes de trabajo

Gafas de protección contra ambientes pulvígenos

Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos

Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares

Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante

## Ropa de protección para el mal tiempo

### 1.3.1.2. Montaje

#### 1.3.1.2.1. Identificación unidades constructivas

##### MONTAJE Y/O DESMONTAJE DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS

- Estructura metálica soporte
- Transformador de potencia
- Transformadores de servicios auxiliares
- Bandejas y canalizaciones de cables
- Tubos de embarrado y conexiones
- Baterías de condensadores

##### MONTAJE Y/O DESMONTAJE DE LOS COMPONENTES DE CONTROL

- Armarios de control
- Relés y protecciones
- Relés de protecciones
- Equipos de comunicaciones
- Equipos de control integrado
- Remotas de control

##### CABLEADOS DE INTERCONEXIÓN

- Tendido y conexionado

##### MONTAJE Y/O DESMONTAJE DE LOS SERVICIOS AUXILIARES DE C.A Y C.C.

- Transformador de potencia
- Equipos rectificadores de baterías
- Cuadros de distribución

##### MONTAJE Y/O DESMONTAJE DE INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

- Alumbrado
- Protección contra incendios
- Climatización del edificio de control

### 1.3.1.3. Descripción de trabajos

#### 1.3.1.3.1. Manipulación manual de cargas

Se entenderá por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, así como el levantamiento, colocación, empuje, tracción o desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, particularmente dorsolumbares, para los trabajadores.

#### - RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Choque contra objetos inmóviles
- Golpes por objetos o herramientas
- Sobreesfuerzos

#### - MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

Para levantar una carga hay que aproximarse a ella. El centro de gravedad del operario deberá estar lo más próximo que sea posible y por encima del centro de gravedad de la carga.

El equilibrio imprescindible para levantar una carga correctamente, sólo se consigue si los pies están bien situados:

- Enmarcando la carga
- Ligeramente separados
- Ligeramente adelantado uno respecto del otro.

Técnica segura del levantamiento:

- Situar el peso cerca del cuerpo.
- Mantener la espalda plana.
- No doblar la espalda mientras levanta la carga.
- Usar los músculos más fuertes, como son los de los brazos, piernas y muslos.

Coger mal un objeto para levantarlo provoca una contracción involuntaria de los músculos de todo el cuerpo. Para sentir mejor un objeto al cogerlo, lo correcto es hacerlo con la palma de la mano y la base de los dedos. Para cumplir este principio y tratándose de objetos pesados, se puede, antes de cogerlos, prepararlos sobre calzos para facilitar la tarea de meter las manos y situarlas correctamente.

Las cargas deberán levantarse manteniendo la columna vertebral recta y alineada.

Para mantener la espalda recta se deberán “meter” ligeramente los riñones y bajar ligeramente la cabeza.

El arquear la espalda entraña riesgo de lesión en la columna, aunque la carga no sea demasiado pesada.

La torsión del tronco, sobre todo si se realiza mientras se levanta la carga, puede igualmente producir lesiones.

En este caso, es preciso descomponer el movimiento en dos tiempos: primero levantar la carga y luego girar todo el cuerpo moviendo los pies a base de pequeños desplazamientos. O bien, antes de elevar la carga, orientarse correctamente en la dirección de marcha que luego tomaremos, para no tener que girar el cuerpo.

Se utilizarán los músculos de las piernas para dar el primer impulso a la carga que vamos a levantar. Para ello flexionaremos las piernas, doblando las rodillas, sin llegar a sentarnos en los talones, pues entonces resulta difícil levantarse (el muslo y la pantorrilla deben formar un ángulo de más de 90°)

Los músculos de las piernas deberán utilizarse también para empujar un vehículo, un objeto, etc.

En la medida de lo posible, los brazos deberán trabajar a tracción simple, es decir, estirados. Los brazos deberán mantener suspendida la carga, pero no elevarla.

La carga se llevará de forma que no impida ver lo que tenemos delante de nosotros y que estorbe lo menos posible al andar de forma natural.

En el caso de levantamiento de un bidón o una caja, se conservará un pie separado hacia atrás, con el fin de poderse retirar rápidamente en caso de que la carga bascule.

Para transportar una carga, ésta deberá mantenerse pegada al cuerpo, sujetándola con los brazos extendidos, no flexionados.

Este proceder evitará la fatiga inútil que resulta de contraer los músculos del brazo, que obliga a los bíceps a realizar un esfuerzo de quince veces el peso que se levanta.

La utilización del peso de nuestro propio cuerpo para realizar tareas de manutención manual permitirá reducir considerablemente el esfuerzo a realizar con las piernas y brazos.

El peso del cuerpo puede ser utilizado:

Empujando para desplazar un móvil (carretilla por ejemplo), con los brazos extendidos y bloqueados para que nuestro peso se transmita íntegro al móvil.

Tirando de una caja o un bidón que se desea tumbar, para desequilibrarlo.

Resistiendo para frenar el descenso de una carga, sirviéndonos de nuestro cuerpo como contrapeso.

En todas estas operaciones deberá ponerse cuidado en mantener la espalda recta.

Para levantar una caja grande del suelo, el empuje deberá aplicarse perpendicularmente diagonal mayor, para que la caja pivote sobre su arista.

Si el ángulo formado por la dirección de empuje y la diagonal es mayor de  $90^\circ$ , lo que consigui hacer será deslizar a la caja hacia adelante, pero nunca levantarla.

Para depositar en un plano inferior algún objeto que se encuentre en un plano superior, se aprovechará su peso y nos limitaremos a frenar su caída.

Para levantar una carga que luego va a ser depositada sobre el hombro, deberán encadenarse las operaciones, sin pararse, para aprovechar el impulso que hemos dado a la carga para despegarla del suelo.

Las operaciones de manutención en las que intervengan varias personas deberán excluir la improvisación, ya que una falsa maniobra de uno de los portadores puede lesionar a varios.

Deberá designarse un jefe de equipo que dirigirá el trabajo y que deberá a tender a:

La evaluación del peso de la carga a levantar para determinar el número de porteadores precisos, el sentido del desplazamiento, el recorrido a cubrir y las dificultades que puedan surgir.

La determinación de las fases y movimientos de que se compondrá la maniobra.

La explicación a los porteadores de los detalles de la operación (ademanos a realizar, posición de los pies, posición de las manos, agarre, hombro a cargar, cómo pasar bajo la carga, etc.)

La situación de los porteadores en la posición de trabajo correcta, reparto de la carga entre las personas según su talla (los más bajos delante en el sentido de la marcha).

El transporte se deberá efectuar:

Estando el porteador de detrás ligeramente desplazado con respecto al de delante, para facilitar la visibilidad de aquél.

A contrapié, (con el paso desfasado), para evitar las sacudidas de la carga.

Asegurando el mando de la maniobra; será una sola persona (el jefe de la operación), quién dé las órdenes preparatorias, de elevación y transporte.

Se mantendrán libres de obstáculos y paquetes los espacios en los que se realiza la toma de cargas.

Los recorridos, una vez cogida la carga, serán lo más cortos posibles.

Nunca deberán tomarse las cajas o paquetes estando en situación inestable o desequilibrada.

Será conveniente preparar la carga antes de cogerla.

Se aspirará en el momento de iniciar el esfuerzo.

El suelo se mantendrá limpio para evitar el riesgo de caídas al mismo nivel.

Si los paquetes o cargas pesan más de 50 Kg., aproximadamente, la operación de movimiento manual se realizará por dos operarios.

En cada hora de trabajo deberá tomarse algún descanso o pausa.

#### - EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

Casco de seguridad contra choques e impactos  
Guantes de trabajo  
Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares  
Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante  
Ropa de trabajo para el mal tiempo

#### 1.3.1.3.2. Izado de cargas

#### - RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

Caída de objetos en manipulación  
Golpes/Cortes por objetos y herramientas  
Atrapamientos por o entre objetos  
Sobreesfuerzos

#### - MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

Los accesorios de elevación resistirán los esfuerzos a que estén sometidos durante el funcionamiento y, si procede, cuando no funcionen, en las condiciones de instalación y explotación previstas por el fabricante y en todas las configuraciones correspondientes, teniendo en cuenta, en su caso, los efectos producidos por los factores atmosféricos y los esfuerzos a que los sometan las personas. Este requisito deberá cumplirse igualmente durante el transporte, montaje y desmontaje.

Los accesorios de elevación se diseñarán y fabricarán de forma que se eviten los fallos debidos a la fatiga o al desgaste, habida cuenta de la utilización prevista.

Los materiales empleados deberán elegirse teniendo en cuenta las condiciones ambientales de trabajo que el fabricante haya previsto, especialmente en lo que respecta a la corrosión, abrasión, choques, sensibilidad al frío y envejecimiento.

El diseño y fabricación de los accesorios serán tales que puedan soportar sin deformación permanente o defecto visible las sobrecargas debidas a las pruebas estáticas.

## Cuerdas

Una cuerda es un elemento textil cuyo diámetro no es inferior a 4 milímetros, constituida por cordones retorcidos o trenzados, con o sin alma.

Las cuerdas para izar o transportar cargas tendrán un factor mínimo de seguridad de diez.

No se deslizarán sobre superficies ásperas o en contacto con tierras, arenas o sobre ángulos o aristas cortantes, a no ser que vayan protegidas.

Toda cuerda de cáñamo que se devuelva después de concluir un trabajo deberá ser examinada en toda su longitud.

En primer lugar se deberán deshacer los nudos que pudiera tener, puesto que conservan la humedad y se lavarán las manchas. Después de bien seca, se buscarán los posibles deterioros: cortes, acuñamientos, ataques de ácidos, etc.

Se procurará que no estén en contacto directo con el suelo, aislándolas de éste mediante estacas o paletas, que permitan el paso de aire bajo los rollos.

Las cuerdas de fibra sintética deberán almacenarse a una temperatura inferior a los 60°.

Se evitará el contacto con grasas, ácidos o productos corrosivos, así como inútiles exposiciones a la luz.

Una cuerda utilizada en un equipo anticaídas, que ya haya detenido la caída de un trabajador, no deberá ser utilizada de nuevo, al menos para este cometido.

Se examinarán las cuerdas en toda su longitud, antes de su puesta en servicio.

Si se debe de utilizar una cuerda en las cercanías de una llama, se protegerá mediante una funda de cuero al cromo, por ejemplo.

Las cuerdas que han de soportar cargas, trabajando a tracción, no han de tener nudo alguno. nudos disminuyen la resistencia de la cuerda.

Es fundamental proteger las cuerdas contra la abrasión, evitando todo contacto con ángulos y utilizando un guardacabos en los anillos de las eslingas.

La presión sobre ángulos vivos puede ocasionar cortes en las fibras y producir una disminución peligrosa de la resistencia de la cuerda. Para evitarlo se deberá colocar algún material flexible (tejido, cartón, etc.) entre la cuerda y las aristas vivas.

## Cables

Un cordón está constituido por varios alambres de acero dispuestos helicoidalmente en una o varias capas. Un cable de cordones está constituido por varios cordones dispuestos helicoidalmente en una o varias capas superpuestas, alrededor de un alma.

Los cables serán de construcción y tamaño apropiados para las operaciones en las cuales van a ser empleados.

El factor de seguridad para los mismos no será inferior a seis.

Los ajustes de ojales y los lazos para los ganchos, anillos y argollas, estarán provistos de guardacabos resistentes.

Estarán siempre libres de nudos, sin torceduras permanentes y otros defectos. Se inspeccionará periódicamente el número de hilos rotos desechándose aquellos cables en que lo estén en más del 10% de los mismos, contados a lo largo de dos tramos del cableado, separados entre sí por una distancia inferior a ocho veces su diámetro.

Los cables utilizados directamente para levantar o soportar la carga no deberán llevar ningún empalme, excepto el de sus extremos (únicamente se tolerarán los empalmes en aquellas instalaciones destinadas, desde su diseño, a modificarse regularmente en función de las necesidades de una explotación). El coeficiente de utilización del conjunto formado por el cable y la terminación se seleccionará de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado.

El diámetro de los tambores de izar no será inferior a 20 veces el del cable, siempre que sea también 300 veces el diámetro del alambre mayor.

Es preciso atenerse a las recomendaciones del fabricante de los aparatos de elevación, en lo que se refiere al tipo de cable a utilizar, para evitar el desgaste prematuro de este último e incluso su destrucción. En ningún caso se utilizarán cables distintos a los recomendados.

Los extremos de los cables estarán protegidos por refuerzos para evitar el descableado.

Los diámetros mínimos para el enrollamiento o doblado de los cables deben ser cuidadosamente observados para evitar el deterioro por fatiga.

Antes de efectuar el corte de un cable, es preciso asegurar todos los cordones para evitar el deshilachado de éstos y descableado general.

Antes de proceder a la utilización del cable para elevar una carga, se deberá de asegurar de que su resistencia es la adecuada.

Para desenrollar una bobina o un rollo de cable, lo haremos rodar en el suelo, fijando el extremo libre a un punto, del que nunca se tirará, o bien dejar girar el soporte (bobina, aspa, etc.) colocándolo previamente en un bastidor adecuado provisto de un freno que impida tomar velocidad a la bobina.

Para enrollar un cable se deberá proceder a la inversa en ambos casos.

La unión de cables no deberá realizarse nunca mediante nudos, que los deterioran, sino utili guardacabos y mordazas sujeta cables.

Normalmente los cables se suministran lubricados y para garantizar su mantenimien suficiente con utilizar el tipo de grasa recomendado por el fabricante. Algunos tipos de ca especiales no deben ser engrasados, siguiendo en cada caso las indicaciones del fabricante.

El cable se examinará en toda su longitud y después de una limpieza que elimine la suciedad en el mismo.

El examen de las partes más expuestas al deterioro o que presente alambres rotos se efectuará estando el cable en reposo.

Los motivos de retirada de un cable serán:

Rotura de un cordón.

Reducción anormal y localizada del diámetro.

Existencia de nudos.

Cuando la disminución del diámetro del cable en un punto cualquiera, alcanza el 10% para los cables de cordones o el 3% para los cables cerrados.

Cuando el número de alambres rotos visibles alcanza el 20% del número total de hilos del cable, en una longitud igual a dos veces el paso de cableado.

Cuando la disminución de la sección de un cordón, medida en un paso cableado, alcanza el 40% de la sección total del cordón.

## Cadenas

Las cadenas serán de hierro forjado o acero.

El factor de seguridad será al menos de cinco para la carga nominal máxima.

Los anillos, ganchos, eslabones o argollas de los extremos serán del mismo material que las cadenas a las que van fijados.

Todas las cadenas serán revisadas antes de ponerse en servicio.

Cuando los eslabones sufran un desgaste excesivo o se hayan doblado o agrietado, serán cortados y reemplazados inmediatamente.

Las cadenas se mantendrán libres de nudos y torceduras.

Se enrollarán únicamente en tambores, ejes o poleas que estén provistas de ranuras que permitan el enrollado sin torceduras.

La resistencia de una cadena es la de su componente más débil. Por ello conviene retirar las cadenas:

Cuyo diámetro se haya reducido en más de un 5%, por efecto del desgaste.

Que tengan un eslabón doblado, aplastado, estirado o abierto.

Es conveniente que la unión entre el gancho de elevación y la cadena se realice mediante un anillo.

No se deberá colocar nunca sobre la punta del gancho o directamente sobre la garganta del mismo.

Bajo carga, la cadena deberá quedar perfectamente recta y estirada, sin nudos.

La cadena deberá protegerse contra las aristas vivas.

Deberán evitarse los movimientos bruscos de la carga, durante la elevación, el descenso o el transporte.

Una cadena se fragiliza con tiempo frío y en estas condiciones, bajo el efecto de un choque o esfuerzo brusco, puede romperse instantáneamente.

Las cadenas deberán ser manipuladas con precaución, evitando arrastrarlas por el suelo e in depositarlas en él, ya que están expuestas a los efectos de escorias, polvos, humedad y age químicos, además del deterioro mecánico que puede producirse.

Las cadenas de carga instaladas en los equipos de elevación, deberán estar convenientem engrasadas para evitar la corrosión que reduce la resistencia y la vida útil.

#### Ganchos

Serán de acero o hierro forjado

Estarán equipados con pestillos u otros dispositivos de seguridad para evitar que las cargas puedan salirse.

Las partes que estén en contacto con cadenas, cables o cuerdas serán redondeadas.

Dada su forma, facilitan el rápido enganche de las cargas, pero estarán expuestos al riesgo de desenganche accidental, por lo que éste debe prevenirse.

No deberá tratarse de construir uno mismo un gancho de manutención, partiendo de acero que pueda encontrarse en una obra o taller, cualquiera que sea su calidad.

Uno de los accesorios más útiles para evitar el riesgo de desenganche accidental de la carga es el gancho de seguridad, que va provisto de una lengüeta que impide la salida involuntaria del cable o cadena.

Solamente deberán utilizarse ganchos provistos de dispositivo de seguridad contra desenganches accidentales y que presenten todas las características de una buena resistencia mecánica.

No deberá tratarse de deformar un gancho para aumentar la capacidad de paso de cable.

No deberá calentarse nunca un gancho para fijar una pieza por soldadura, por ejemplo, ya que el calentamiento modifica las características del acero.

Un gancho abierto o doblado deberá ser destruido.

Durante el enganchado de la carga se deberá controlar:

Que los esfuerzos sean soportados por el asiento del gancho, nunca por el pico.

Que el dispositivo de seguridad contra desenganche accidental funcione perfectamente.

Que ninguna fuerza externa tienda a deformar la abertura del gancho. En algunos casos, el simple balanceo de la carga puede producir estos esfuerzos externos.

#### Argollas y anillos

Las argollas serán de acero forjado y constarán de un estribo y un eje ajustado, que habitualmente se roscará a uno de los brazos del estribo.

La carga de trabajo de las argollas ha de ser indicada por el fabricante, en función del acero utilizado en su fabricación y de los tratamientos térmicos a los que ha sido sometida.

No se sustituirá nunca el eje de una argolla por un perno, por muy buena que sea la calidad de éste.

Los anillos tendrán diversas formas, aunque la que se recomendará es el anillo en forma de pera, al ser éste el de mayor resistencia.

Es fundamental que conserven su forma geométrica a lo largo del tiempo.

### Grilletes

No se deberán sobrecargar ni golpear nunca.

Al roscar el bulón deberá hacerse a fondo, menos media vuelta.

Si se han de unir dos grilletes, deberá hacerse de forma que la zona de contacto entre ellos sea la garganta de la horquilla, nunca por el bulón.

No podrán ser usados como ganchos.

Los estobos y eslingas trabajarán sobre la garganta de la horquilla, nunca sobre las patas rectas ni sobre el bulón.

El cáncamo tendrá el espesor adecuado para que no se produzca la rotura del bulón por flexión ni por compresión diametral.

No se calentará ni soldará sobre los grilletes. Eslingas

Se tendrá especial cuidado con la resistencia de las eslingas. Las causas de su disminución son muy numerosas:

El propio desgaste por el trabajo.

Los nudos, que disminuyen la resistencia de un 30 a un 50%.

Las soldaduras de los anillos terminales u ojales, aún cuando estén realizadas dentro de la más depurada técnica, producen una disminución de la resistencia del orden de un 15 a un 20%.

Los sujetacables, aun cuando se utilicen correctamente y en número suficiente. Las uniones realizadas de esta forma reducen la resistencia de la eslinga alrededor del 20%.

Las soldaduras o las zonas unidas con sujetacables nunca se colocarán sobre el gancho del equipo elevador, ni sobre las aristas. Las uniones o

empalmes deberán quedar en las zonas libres, trabajando únicamente a tracción.

No deberán cruzarse los cables de dos ramales de eslingas distintas, sobre el gancho de sujeción, ya que en este caso de los cables estaría comprimido por el otro.

Para enganchar una carga con seguridad, es necesario observar algunas precauciones:

Los ganchos que se utilicen han de estar en perfecto estado, sin deformaciones de ninguna clase.

Las eslingas y cadenas se engancharán de tal forma que la cadena o eslinga descansa en el fondo de la curvatura del gancho y no en la punta.

Hay que comprobar el buen funcionamiento del dispositivo que impide el desenganche accidental de las cargas.

Si el gancho es móvil, debe estar bien engrasado de manera que gire libremente.

Se deben escoger las eslingas (cables, cadenas, etc.) o aparatos de elevación (horquillas, garras, pinzas) apropiados a la carga. No se deberá utilizar jamás alambre de hierro o acero cementado.

Los cables utilizados en eslingas sencillas deben estar provistos en sus extremos de un anillo emplomado o cerrados por terminales de cable (sujetacables).

Los sujetacables deben ser de tamaño apropiado al diámetro de los cables y colocados de tal forma que el asiento se encuentre en el lado del cable que trabaja.

Las eslingas de cables no deberán estar oxidadas, presentar deformaciones ni tener mechas rotas o nudos.

Los cables no deberán estar sometidos a una carga de maniobra superior a la sexta parte de su carga de rotura.

Si no se sabe esta última indicación, se puede calcular, aproximadamente, el valor máximo de la carga de maniobra mediante:  $F(\text{en Kg.}) = 8 \times d^2$  (diámetro del cable en mm.)

Las eslingas sinfín, de cable, deberán estar cerradas, bien sea mediante un emplomado efectuado por un especialista o bien con sujetacables. El emplomado deberá quedar en perfecto estado.

Los sujetacables deberán ser al menos cuatro, estando su asiento en el lado del cable que tr quedando el mismo número a cada lado del centro del empalme.

Toda cadena cuyo diámetro del redondo que forma el eslabón se haya reducido en un 5 deberá ser utilizada más.

No se sustituirá nunca un eslabón por un bulón o por una ligadura de alambre de hierro, etc.

No se debe jamás soldar un eslabón en una forja o con el soplete.

Las cadenas utilizadas para las eslingas deberán ser cadenas calibradas; hay que proveer a sus extremos de anillos o ganchos.

Las cadenas utilizadas en eslingas no deberán tener ni uno solo de sus eslabones corroído, torcido, aplastado, abierto o golpeado. Es preciso comprobarlas periódicamente eslabón por eslabón.

Las cadenas de las eslingas no deberán estar sometidas a una carga de maniobra superior a la quinta parte de su carga de rotura. Si no se conoce este último dato, se puede calcular, aproximadamente, el valor de la carga de maniobra con ayuda de la siguiente fórmula:  $F(\text{en Kg.}) = 6 \times d^2$  (diámetro del redondo en mm).

En el momento de utilizar las cadenas, se debe comprobar que no estén cruzadas, ni torcidas, enroscadas, mezcladas o anudadas.

Procurar no utilizarlas a temperaturas muy bajas pues aumenta su fragilidad. Ponerlas tensas sin golpearlas.

Hay que evitar dar a las eslingas dobleces excesivos, especialmente en los cantos vivos; con dicho fin se interpondrán entre las eslingas y dichos cantos vivos, materiales blandos: madera, caucho, trapos, cuero, etc.

Comprobar siempre que la carga esté bien equilibrada y bien repartida entre los ramales, tensando progresivamente las eslingas.

Después de usar las eslingas, habrá que colocarlas sobre unos soportes. Si han de estar colgadas de los aparatos de elevación, ponerlas en el gancho de elevación y subir éste hasta el máximo.

Se verificarán las eslingas al volver al almacén.

Toda eslinga deformada por el uso, corrosión, rotura de filamentos, se deberá poner fuera de servicio.

Se engrasarán periódicamente los cables y las cadenas.

Se destruirán las eslingas que han sido reconocidas como defectuosas e irreparables.

#### Trácteles

Deberán estar perfectamente engrasados.

Se prohibirá engrasar el cable del tráctel.

Antes de cualquier maniobra deberá comprobarse:

El peso de carga para comprobar que el aparato que utilizamos es el adecuado.

Los amarres de la carga y la utilización de cantoneras.

Que la dirección del eje longitudinal del aparato sea la misma que la del cable (que no forme ángulo).

No se deberá utilizar para esfuerzos superiores a la fuerza nominal del mismo, ya sea para elevación o tracción.

No deberán maniobrarse al mismo tiempo las palancas de marcha hacia adelante o hacia atrás.

Se deberá utilizar el cable adecuado a la máquina en cuanto al diámetro.

Antes de iniciar cualquier maniobra deberá comprobarse la longitud del cable.

Las máquinas deberán ser accionadas por un solo hombre.

Se comprobará que el cable no está machacado o deshilado.

#### Poleas

No sobrecargarlas nunca. Comprobar que son apropiadas a la carga que van a soportar.

Comprobar que funcionan correctamente, que no existen holguras entre polea y eje, ni fisuras ni deformaciones que hagan sospechar que su resistencia a disminuido.

Las gargantas de las poleas se acomodarán para el fácil desplazamiento y enrollado de los eslabones de las cadenas.

Cuando se utilicen cables o cuerdas, las gargantas serán de dimensiones adecuadas para que aquéllas puedan desplazarse libremente y su superficie será lisa y con bordes redondeados.

Revisar y engrasar semanalmente. Se sustituirá cuando se noten indicios de desgaste, o cuando se observe que los engrasadores no tomen grasa.

Cuando una polea chirríe se revisará inmediatamente, engrasándola y sustituyéndola si presenta holgura sobre el eje.

Las poleas se montarán siempre por intermedio de grilletes, a fin de que tengan posibilidad de orientación, evitando así que el cable tire oblicuamente a la polea.

Se prohíbe terminantemente utilizar una polea montada de forma que el cable tire oblicuamente.

Se prohíbe soldar sobre poleas.

#### - EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

Casco de seguridad contra choques e impactos

Guantes de trabajo

Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante

Ropa de trabajo para el mal tiempo

#### - RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

Caídas al mismo nivel

Caídas a distinto nivel

Caída de objetos en manipulación

Choque contra objetos móviles/inmóviles

Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos

Contactos eléctricos

Exposición a ambientes pulvígenos

Atropellos o golpes con vehículos

#### - MEDIOS DE PREVENCIÓN A APLICAR

El vehículo de transporte sólo será utilizado por personal capacitado.

No se transportarán pasajeros fuera de la cabina.

Se subirá y bajará del vehículo de transporte de forma frontal.

El conductor se limpiará el barro adherido al calzado, antes de subir al vehículo de transporte, para que no resbalen los pies sobre los pedales. Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán en previsión de barrizales excesivos que mermen la seguridad de la circulación.

La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.

En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial, así como la señalización de la obra.

Si tuviera que parar en rampa, el vehículo quedará frenado y calzado con topes.

La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.

Durante las operaciones de carga, el conductor permanecerá, o bien dentro de la cabina, o bien alejado del radio de acción de la máquina que efectúe la misma.

Cualquier operación de revisión con la caja levantada se hará impidiendo su descenso mediante enclavamiento.

Las maniobras dentro del recinto de la obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas y auxiliándose del personal de obra.

#### - EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

Casco de seguridad (cuando abandonen la cabina)

Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos

Gafas de protección contra ambiente pulvígenos

Guantes de trabajo

Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares

Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante

Ropa de trabajo para el mal tiempo

### 1.3.1.3.3. Trabajos de soldadura autógena

#### - RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Proyección de fragmentos o partículas
- Contactos térmicos
- Exposición a radiaciones

#### - MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

Se revisará periódicamente el estado de las mangueras, eliminando las que se encuentren agrietadas exteriormente.

Las mangueras para conducción del acetileno serán de distinto color que las utilizadas para la conducción del oxígeno.

Deberá existir una distancia mínima de 1,5 metros entre el punto de soldadura y los materiales combustibles.

Está prohibido soldar a menos de 6 metros de distancia de líquidos inflamables y sustancias explosivas.

No se podrá calentar, cortar ni soldar recipientes que hayan contenido sustancias inflamables, explosivas o productos que por reacción con el metal del contenedor o recipiente, genere un compuesto inflamable o explosivo, sin la previa eliminación del residuo.

En el caso de incendiarse una manguera de acetileno, no se deberá intentar extinguir el fuego doblando y oprimiendo la manguera. Se cerrará la llave de la botella.

Al terminar el trabajo hay que cerrar primero la válvula del soplete, después de los manorreductores y por último la de las botellas.

Los sopletes no se golpearán ni se colgarán de los manorreductores, de modo que puedan golpearse con las botellas.

#### - EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Guantes o manoplas para soldadura

Manguitos para soldadura  
Pantallas para soldadura  
Polainas de soldador  
Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para soldadura  
Calzado de seguridad con puntera reforzada en acero

#### 1.3.1.3.4. Trabajos de soldadura eléctrica

#### - RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

Caídas al mismo nivel  
Caídas a distinto nivel  
Contactos eléctricos indirectos  
Proyección de fragmentos o partículas  
Contactos térmicos  
Exposición a radiaciones

#### - MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

Las masas de cada aparato estarán dotadas de puesta a tierra.

La superficie de los portaelectrodos a mano y los bornes de conexión para circuito alimentación de aparatos de soldadura, deberán estar cuidadosamente dimensionados y aislados.

Los cables de conductores se revisarán frecuentemente y se mantendrán en buenas condiciones.

La pinza portaelectrodos se mantendrá siempre en buen estado y cerca de donde se esté soldando.

Los cables deteriorados o averiados deberán repararse cuidadosamente. Todos los puntos de empalme de los cables de soldadura deberán estar perfectamente aislados.

Los cables de conexión a la red y los de soldadura deberán enrollarse antes de realizar cualquier transporte.

En lugares húmedos el operario se deberá aislar trabajando sobre una base de madera seca.

Se deberán de colocar extintores en las zonas donde se realicen trabajos de soldadura eléctrica.

Las radiaciones producidas en trabajos de soldadura eléctrica afectan no solo a los ojos, sino a cualquier parte del cuerpo expuesta. Por ello, el soldador deberá utilizar pantalla facial, manoplas, polainas y mandil, como mínimo. Para la protección de otros trabajadores próximos se utilizarán cortinas o paramentos ignífugos.

Los ayudantes de los soldadores también deberán usar gafas o pantallas inactínicas.

Se dispondrán adecuadamente los cables de modo que no representen un riesgo para el personal o puedan sufrir daños mecánicos.

La zona de trabajo estará convenientemente delimitada y en su interior todo el personal deberá utilizar los equipos de protección personal necesarios.

El cable de tierra deberá conectarse lo más cercano posible a la pieza donde se efectúa la soldadura, sin que pueda conectarse a otro equipo o instalación existente, así como tampoco a través del acero de refuerzo de las estructuras de hormigón armado.

Tantas veces como se interrumpa por algún tiempo la operación de soldar, se cortará el suministro de energía eléctrica a la máquina. Al terminar el trabajo debe quedar totalmente desconectada y retirada de su sitio.

Las conexiones con la máquina deberán tener las protecciones necesarias y, como mínimo, fusibles automáticos y relé diferencial de sensibilidad media (300 mA), con una buena toma de tierra.

La alimentación eléctrica al grupo de soldadura se realizará a través de un cuadro provisto de interruptor diferencial adecuado al voltaje de suministro, si no se cumplen los requisitos del apartado anterior.

Los generadores de combustión interna (diésel) deberán pararse cuando no se estén utilizando, así como cuando se requiera repostar combustible.

Se dispondrá de un extintor de polvo químico junto al grupo diésel.

Los electrodos usados se dispondrán en un recipiente, evitando que queden esparcidos por el suelo.

Antes de realizar cambios de intensidad deberá desconectarse el equipo.

No introducir jamás el portaelectrodos en agua para enfriarlo, puede causar un accidente eléctrico.

No se dejará la pinza y su electrodo directamente apoyados en el suelo, sino en un soporte aislante.

Soldadura en interior de recintos cerrados

Para soldar en recintos cerrados habrá que tener siempre presente que:

Deben eliminarse, por aspiración, gases, vapores y humos.

Hay que preocuparse de que la ventilación sea buena.

Nunca se debe ventilar con oxígeno.

Hay que llevar ropa protectora y difícilmente inflamable.

No se debe de llevar ropa interior de fibras artificiales fácilmente inflamables.

#### - EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

Pantallas para soldadura

Manguitos, guantes o manoplas y polainas para soldadura

Calzado de seguridad con puntera reforzada en acero

Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para soldadura

#### 1.3.1.3.5. Trabajos próximos a elementos en tensión

#### - RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

Caídas al mismo nivel

Caídas a distinto nivel

Contactos eléctricos directos

Contactos eléctricos indirectos

Electrocuciones

Incendios

#### - MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

Todos los trabajos se realizarán según lo establecido en el Real Decreto 614/01, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Se define como trabajador autorizado aquel el trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta.

Se define trabajador cualificado como el trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.

Todo trabajo en las proximidades de líneas eléctricas o elementos en tensión será ordenado y dirigido por el jefe del trabajo (que será un trabajador cualificado), el cual será el responsable de que se cumplan las distancias de seguridad, y podrán ser realizados por trabajadores autorizados. Cuando se utilicen grúas o aparatos elevadores, se respetarán las distancias mínimas de seguridad, para evitar no sólo el contacto sino también la excesiva cercanía a líneas con tensión (según criterios del R.D. 614/2001, Anexo V, Trabajos en Proximidad). El personal que no opere e equipos, permanecerá alejado de ellos.

En trabajos en líneas, se colocarán tantos equipos de puesta a tierra y en cortocircuito c posibles fuentes de tensión confluyan en el lugar de trabajo, siendo estos equipos de Puesta a Tierra de características adecuadas a la tensión de la línea, según criterios del R.D. 614/2001.

Es obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes, casco, pantalla facial, herramienta aislada, así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, homologado.

Cuando en la proximidad de los trabajos haya partes activas, se aislarán convenientemente mediante vainas, capuchones, mantas aisladas, etc... en todos los conductores, incluido el neutro.

Las distancias de seguridad para trabajar próximos a Líneas Eléctricas o elementos con tensión mantendrán las siguientes distancias de seguridad, quedando terminantemente prohibido realizar trabajos sin respetar estas distancias:

#### - DISTANCIAS LÍMITE DE LAS ZONAS DE TRABAJO

$U_n$	$D_{PEL-1}$	$D_{PEL-2}$	$D_{PROX-1}$	$D_{PROX-2}$
$\leq 1$	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

$U_n$  : Tensión nominal de la instalación (kV).

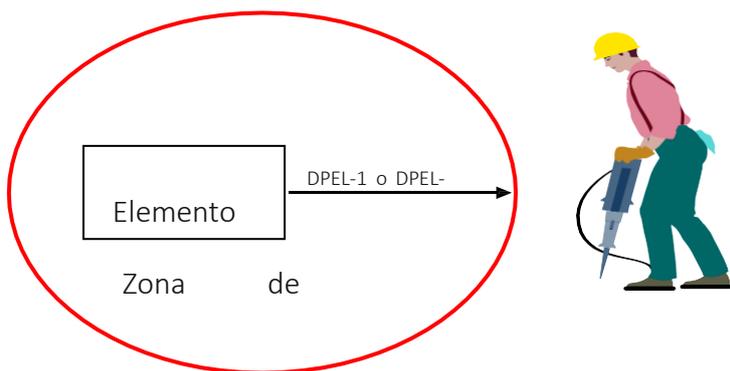
$D_{PEL-1}$  : distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

$D_{PEL-2}$  : distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

$D_{PROX-1}$  : distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

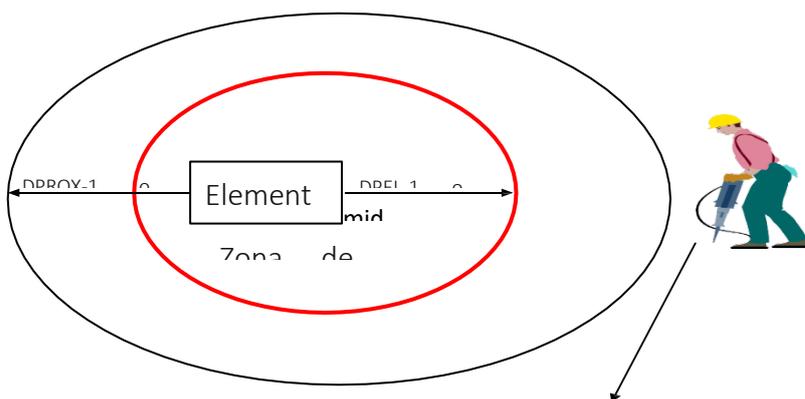
$D_{PROX-2}$  : distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

Nota: Las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal.



### RIESGO ELÉCTRICO

Zona de proximidad es el espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última.



El trabajador entra, o puede entrar, en la zona de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula.

Si existen elementos en tensión cuyas zonas de peligro sean accesibles (no se han colocado pantallas, barreras envolventes o protectores aislantes), se deberá:

Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro mediante la colocación de obstáculos o gálibos cuando exista el menor riesgo de que puedan ser invadidas, aunque sea sólo de forma accidental. Esta señalización se colocará antes de iniciar los trabajos.

Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro,

comunicándoles la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

#### - EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra arco eléctrico
- Guantes de trabajo
- Guantes dieléctricos para alta y baja tensión
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante

##### 1.3.1.3.6. Trabajos en tensión

#### - RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Contactos eléctricos
- Incendios

#### - MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

Se seguirán en todo momento las especificaciones descritas en el R.D. 614/2001 sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Para estos trabajos se deberán haber desarrollado procedimientos específicos, los operarios deberán tener una formación adecuada y tanto el material de seguridad, como el equipo de trabajo y las herramientas a utilizar serán las adecuadas.

La zona de trabajo debe estar claramente definida y delimitada.

Todas aquellas partes de una instalación eléctrica sobre la que vayan a realizarse trabajos, deb disponer de un espacio adecuado de trabajo, de medios de acceso de iluminación.

Cuando sea necesario, el acceso a la zona de trabajo debe ser delimitado claramente en el interior de las instalaciones.

Se deben tomar medidas de prevención adecuada para evitar accidentes a personas por otras fuentes de peligro tales como sistemas mecánicos o en presión o caídas.

No se deben colocar objetos que puedan dificultar el acceso ni materiales inflamables, junto o en los caminos de acceso, las vías de emergencia a o desde equipos eléctricos de corte y control, así como tampoco en las zonas desde donde estos equipos hayan de ser operados.

Los materiales inflamables deben mantenerse alejados de fuentes de arco eléctrico.

Si es necesario, durante la realización de cualquier trabajo u operación, se colocará una señalización adecuada para llamar la atención sobre los riesgos más significativos.

Los procedimientos de trabajos en tensión solo se llevarán a cabo una vez suprimidos los riesgos de incendio o explosión.

Se debe asegurar que el trabajador se encuentra en una posición estable, para permitirle tener las dos manos libres.

Los operarios utilizarán equipos de protección individual apropiados y no llevarán objetos metálicos, tales como anillos, relojes, cadenas, pulseras, etc.

Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

Es obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes, casco, pantalla facial, herramienta aislada, así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, homologado.

Para el trabajo en tensión se adoptarán medidas de protección para prevenir la descarga eléctrica y el cortocircuito. Se tendrán en cuenta todos los diferentes potenciales presentes en el entorno de la zona de trabajo.

Dependiendo del tipo de trabajo, el personal que lo realice debe estar formado y además especialmente entrenado.

Deberán especificarse las características, la utilización, el almacenamiento, la conservación, el transporte e inspecciones de las herramientas, los equipos y materiales utilizados en los trabajos en tensión.

Las herramientas, equipos y materiales estarán claramente identificados.

Para los trabajos en el interior de edificios, las condiciones atmosféricas no se han de tener en cuenta a menos que exista riesgo de sobretensiones que provengan de instalaciones exteriores y siempre que la visibilidad en la zona de trabajo sea adecuada.

Otros parámetros, tales como la altitud y la contaminación, particularmente en alta tensión, se deben considerar si reducen la calidad de aislamiento de las herramientas y equipos.

Cuando las condiciones ambientales requieran la paralización del trabajo, el personal debe dejar la instalación y los dispositivos aislantes y aislados en posición segura. Los operarios deben también retirarse de la zona de trabajo de forma segura.

#### - EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

Casco de seguridad contra arco eléctrico

Botas de seguridad con puntera reforzada y suela aislante y antideslizante

Guantes de trabajo

Guantes dieléctricos para baja tensión

Guantes dieléctricos para alta tensión

Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico

Arnés de seguridad

Ropa de trabajo para el mal tiempo

##### 1.3.1.3.7. Trabajos en altura

#### - RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

Caídas al mismo nivel

Caídas a distinto nivel

Caídas de objetos en manipulación

Golpes contra objetos o herramientas

- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

Los trabajos en altura no serán realizados por aquellas personas cuya condición física les cause vértigo o altere su sistema nervioso, padezcan ataques de epilepsia o sean susceptibles, por cualquier motivo, de desvanecimientos o alteraciones peligrosas.

Todos los trabajadores deben de disponer, previo al inicio de los trabajos, de formación adecuada para realizar trabajos en altura y conocer los procedimientos específicos de seguridad para la realización de los trabajos. Se emplearán en todo momento los medios auxiliares (andamios, escaleras, etc.) adecuados para realizar este tipo de trabajos, los cuales cumplirán con lo estipulado en este Estudio de Seguridad.

Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalentes.

Si por motivos de localización del tajo de trabajo, no se emplearán medios auxiliares, el trabajador deberá usar arnés de seguridad amarrado a algún punto fijo de la estructura.

El acceso a los puestos de trabajo se efectuará por los accesos previstos, y no usando medios alternativos no seguros.

Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente.

Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.

La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que las condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de utilización o cualquier otra circunstancia.

No se comenzará un trabajo en altura si el material de seguridad no es idóneo, no está en buenas condiciones o sencillamente no se tiene.

Nunca se deben improvisar las plataformas de trabajo, sino que se construirán de acuerdo con la normativa legal vigente.

Las plataformas, pasarelas, andamiadas y, en general, todo lugar en que se realicen los trabajos deberán disponer de accesos fáciles y seguros y se mantendrán libres de obstáculos, adoptándose las medidas necesarias para evitar que el piso resulte resbaladizo.

Al trabajar en lugares elevados no se arrojarán herramientas ni materiales. Se pasarán de mano en mano o se utilizará una cuerda o capazo para estos fines. Caso de existir riesgo de caída de materiales a nivel inferior, se balizará, o si no es posible, se instalarán señales alertando del peligro en toda la zona afectada.

Si por necesidad del trabajo hay que retirar momentáneamente alguna protección colectiva, debe reponerse antes de ausentarse.

Cuando se trabaje en altura, las herramientas deben llevarse en bolsas adecuadas que impidan su caída fortuita y nos permitan utilizar las dos manos en los desplazamientos.

Las plataformas de trabajo se mantendrán limpias y ordenadas, evitando sobrecargarlas en exceso.

Para trabajos en cubierta con riesgo de caída a distinto nivel se deberá adoptar alguna de las medidas que se citan a continuación:

Proteger todo el perímetro de la misma mediante el uso de barandillas rígidas con listón superior a 90 cm, intermedio a 45cm y rodapiés a 15 cm.

Instalar una línea de vida a la que permanezcan permanentemente amarrados los operarios mediante el uso de arnés de seguridad homologado.

## - EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos con barbuquejo
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Bolsa portaherramientas
- Arnés de seguridad y línea de vida
- Ropa de protección para el mal tiempo

## **1.4.MAQUINARIA A EMPLEAR**

### **1.4.1.Retroexcavadora**

#### **- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD**

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Choque contra objetos móviles/inmóviles
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Exposición a ambientes pulvígenos
- Atropellos o golpes con vehículos
- Contactos eléctricos

#### **- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR**

Todos los aparatos de elevación y similares empleados en las obras satisfarán las condiciones generales de construcción, estabilidad y resistencia adecuadas y estarán provistos de los mecanismos o dispositivos de seguridad para evitar:

La caída o el retorno brusco de la jaula, plataforma, cuchara, cubeta, pala, vagoneta o, en general, receptáculo o vehículo, a causa de avería en la máquina, mecanismo elevador o transportador, o de rotura de los cables, cadenas, etc., utilizados.

La caída de las personas y de los materiales fuera de los citados receptáculos y vehículos o por los huecos y aberturas existentes en la caja.

La puesta en marcha, fortuita o fuera de ocasión, y las velocidades excesivas que resulten peligrosas.

Toda clase de accidentes que puedan afectar a los operarios que trabajen en estos aparatos o en sus proximidades.

Todos los vehículos y toda maquinaria para movimiento de tierras y para manipulación de materiales deberán:

Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.

Estar equipados con extintor timbrado y con las revisiones al día, para caso de incendio.

Mantenerse en buen estado de funcionamiento.

Utilizarse correctamente.

Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimiento de tierra manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.

Se hará una comprobación periódica de los elementos de la máquina.

La máquina sólo será utilizada por personal capacitado.

No se tratará de realizar ajustes con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento.

No se trabajará con la máquina en situación de semiavería. Se reparará primero y después se reanudará el trabajo.

No libere los frenos de la máquina en posición parada si antes no ha instalado los calzos de inmovilización de las ruedas.

Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe que funcionan todos los mandos correctamente.

No olvide ajustar el asiento para que pueda alcanzar los controles sin dificultad.

No se podrá fumar durante la carga de combustible ni se comprobará con llama el llenado del depósito.

Se deberá desplazar a velocidades muy moderadas, especialmente en lugares de mayor riesgo, tales como pendientes, rampas, bordes de excavación, cimentaciones, etc.

En la maniobra de marcha atrás, el operario conductor extremará las condiciones de seguridad. A su vez, la máquina estará dotada de señalización acústica, al menos, o luminosa y acústica cuando se mueva en este sentido.

La cabina estará dotada de extintor de incendios.

El inicio de las maniobras se señalará y se realizarán con extrema precaución.

#### - EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

Casco de seguridad contra choques e impactos (cuando se abandone la cabina)

Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante

Guantes de trabajo

Gafas de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)

Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)

Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares

Ropa de protección para el mal tiempo

#### 1.4.2. Grúa

#### - RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

Caídas al mismo nivel

Caídas a distinto nivel

Caída de objetos en manipulación

Choque contra objetos móviles/inmóviles

Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos

Atropellos o golpes con vehículos

Contactos eléctricos

#### - MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

Todos los trabajos se deberán ajustar a las características de la grúa: carga máxima, longitud de pluma, carga en punta contrapeso. A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.

El gancho de izado deberá disponer de limitador de ascenso, y dispondrá de pestillo de seguridad en perfecto estado.

La armadura de la grúa deberá estar conectada a tierra.

En caso de elevación de palets, se hará disponiendo de dos eslingas por debajo de la plataforma de madera. Nunca se utilizará el fleje del palet para colocar en él el gancho de la grúa.

Está prohibido totalmente el transporte de personas en la grúa, así como arrastrar cargas, tirar de ellas en sesgo y arrancar las que estén enclavadas.

El servicio de la grúa necesita además del maquinista, otros operarios que se encargan de enganchar y realizar las señales pertinentes para asegurar su transporte en condiciones de seguridad. Estos últimos son el enganchador y el señalista, siendo frecuentemente ambos la misma persona. Las condiciones que deben cumplir estos operarios y su misión son las siguientes:

**MAQUINISTA:** no podrá padecer defectos de sus capacidades audiovisuales, así como ningún defecto fisiológico que afecte al funcionamiento de la máquina a su cargo. Además, poseerá de una formación suficiente para realizar las tareas específicas a su puesto de trabajo. asimismo, debe ser consciente de su responsabilidad, evitando sobrevolar la carga donde haya personas, manejando los mandos con movimientos suaves y vigilando constantemente la carga, dando señales de aviso en caso de observar anomalías. Antes de empezar la jornada diaria de trabajo, el maquinista verificará los siguientes puntos:

Comprobar el funcionamiento de los frenos.

Comprobar las partes sujetas al desgaste, como zapatas de freno, cojinetes y superficies de fricción de rodillos.

Comprobar el funcionamiento de limitadores y contactores.

Comprobar los topes, gancho y trinquetes.

Comprobar los lastres y contrapesos.

Comprobar la tensión de los cables cuando este arriestrada.

Una vez por semana, deberá hacer las siguientes revisiones:

Comprobar el estado de los cables y atender a su mantenimiento, debiendo ser repuestos en cuanto se observe un hilo roto.

Comprobar los niveles de aceite en las cajas reductoras y el engrase de todos sus elementos especialmente los de giro.

Comprobar el estado de las eslingas, ondillas y aparejos de elevación general.

ENGANCHADOR: es el operario que hace el enganchado de la carga, se encargará de:

Comprobar el estado de las eslingas, ganchos y cadenas.

Cuidará que el amarre de las cargas sea correcto, observando que e bien repartidas y equilibradas.

Impedirá el acceso de personas al radio de acción de la grúa.

En caso de transporte de cargas lineales, tales como vigas y tablones, se utilizarán cuerdas para guiarlas en su traslado.

SEÑALISTA: cuando las cargas a transportar estén fuera del alcance de la vista del maquinista, existirán una o varias personas que, mediante un código de señales de maniobra, hagan las señales pertinentes para que las operaciones se hagan con la debida seguridad. Esta persona deberá cumplir las siguientes normas:

Dirigirá la elevación y transporte de las cargas, evitando que tropiecen con obstáculos.

Se colocará de modo que pueda ver en todo momento la carga, y al mismo tiempo, que el gruista pueda verle a él y advertir sus señales.

Impedirá que se encuentren personas en la vertical de la carga en todo su recorrido.

Detendrá la operación cuando observe alguna anomalía.

#### - EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

Casco de seguridad contra choques e impactos (cuando se abandone la cabina)

Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante

Guantes de trabajo

Gafas de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)

Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)

Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares  
Ropa de protección para el mal tiempo

### 1.4.3. Maquinillo

#### - RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Golpes por objetos o herramientas

#### - MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

Todos los aparatos de elevación y similares empleados en las obras satisfarán las condiciones generales de construcción, estabilidad y resistencia adecuadas y estarán provistos de mecanismos o dispositivos de seguridad para evitar:

La caída o el retorno brusco de la carga por causa de avería en la máquina, mecanismo elevad transportador, o de rotura de los cables, cadenas, etc., utilizados.

La caída de las personas y de los materiales fuera de los receptáculos habilitados a tal efecto.

La puesta en marcha de manera fortuita o fuera de lugar.

Toda clase de accidentes que puedan afectar a los operarios que trabajen en estos aparatos o en sus proximidades.

Antes de comenzar el trabajo se comprobará el estado de los accesorios de seguridad, así como del cable de suspensión de cargas y de las eslingas a utilizar.

El anclaje del maquinillo al forjado se realizará siguiendo un método seguro y eficaz que impida la caída o vuelco del aparato durante alguna de las operaciones a las que será sometido.

Por ejemplo, se podrá realizar mediante abrazaderas metálicas a puntos sólidos del forjado, a través de sus patas laterales y traseras.

No se permitirá la sustentación del maquinillo por contrapeso, como por ejemplo con bidones llenos de arena u otro material.

La toma de corriente se realizará mediante una manguera eléctrica antihumedad dotada de conductor expreso para toma de tierra. El suministro se realizará bajo la protección de los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general.

Diariamente se revisará el buen estado de la puesta a tierra de la carcasa de los maquinillos.

Los maquinillos deberán estar dotados de:

Dispositivo limitador del recorrido de la carga en marcha ascendente.

Gancho con pestillo de seguridad.

Carcasa protectora de la maquinaria con cierre efectivo para el acceso a las partes móviles internas. En todo momento estará instalada al completo.

Los lazos de los cables utilizados para izado se formarán con tres bridas y guardacabos. También pueden formarse mediante un casquillo soldado y guardacabos.

En todo momento podrá leerse en caracteres grandes la carga máxima autorizada para izar, que coincidirá con la marcada por el fabricante del maquinillo.

Todos los maquinillos que incumplan alguna de las condiciones descritas quedarán de inmediato fuera de servicio.

Se instalará una argolla de seguridad en la que anclar el fiador del cinturón de seguridad del operario encargado del manejo del maquinillo.

Se prohíbe expresamente anclar los fiadores de los cinturones de seguridad a los maquinillos instalados.

Se instalará junto a cada maquinillo a montar un rótulo con la siguiente leyenda: “SE PROHÍBE ANCLAR EL CINTURÓN DE SEGURIDAD A ESTE MAQUINILLO”.

Se realizará un mantenimiento semanal de los maquinillos.

Estará prohibido arrastrar cargas por el suelo, realizar tirones sesgados, dejar cargas suspendidas con la máquina parada o intentar levantar cargas sujetas al suelo o algún otro punto, por ser maniobras peligrosas e inseguras.

Se acotará la zona de carga en planta en un entorno de dos metros, en prevención de daños por desprendimientos de objetos durante el izado.

No permanecerá nadie en la zona de seguridad descrita anteriormente durante la maniobra izado y descenso de las cargas.

Se instalará junto a la zona de seguridad para carga y descarga mediante maquinillo, una señal

“PELIGRO. CAÍDA DE OBJETOS”.

Se prohíben expresamente las operaciones de mantenimiento sin desconectar antes el equipo de la red eléctrica.

Además de las barandillas con que cuenta la máquina, se instalarán barandillas que serán de material rígido, de una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.

La carga estará correctamente colocada sin que pueda dar lugar a basculamientos.

Al término de la jornada de trabajo, se pondrán los mandos a cero, no se dejarán cargas suspendidas y se desconectará la corriente eléctrica en el cuadro secundario.

Todos los movimientos del maquinillo elevador se realizarán desde la botonera y por personal competente, ayudados, si fuese necesario, por el señalista.

**EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR** Los equipos de protección a utilizar serán:

Casco de seguridad contra choques e impactos

Guantes de trabajo

Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante

Arnés de seguridad de sujeción

Ropa de trabajo para el mal tiempo

#### **1.4.4. Cortadora de ladrillo y material cerámico**

##### **- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD**

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

Golpes/Cortes por objetos y herramientas

Proyección de fragmentos o partículas

Exposición al ruido

Exposición a ambientes pulvígenos

Atrapamientos por o entre objetos

#### - MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

Se deberá observar que la máquina esté mecánicamente bien construida, que sea robusta para evitar vibraciones y que esté provista de las protecciones adecuadas a la clase de trabajo a realizar.

Los órganos de accionamiento o motor deberán ir a cubierto en sitio accesible. El dispositivo de puesta en marcha y parada deberá estar situado fácilmente al alcance del operario y, de tal forma, que resulte imposible pueda ponerse en marcha accidentalmente.

Siempre que sea posible se deberá hacer una alimentación automática de la máquina.

La hoja de la sierra deberá ser de acero de calidad excelente, bien calibrada y tensada de forma que no se deforme por calentamiento durante el trabajo.

El dentado habrá de escogerse según la clase de material a cortar.

Los dientes se habrán de afilar cuidadosamente procurando que sus fondos queden redonde para evitar que se agriete la hoja.

La velocidad fijada por los constructores no deberá sobrepasarse. Las hojas de mayor diámetro accionarán a menor número de revoluciones.

Toda hoja oxidada, alabeada, defectuosa o mal afilada es un peligro y deberá desecharse.

Sobre el plato porta-sierras la hoja deberá quedar bien ajustada y prieta para que no se descentre ni pueda moverse durante el trabajo. Habrá de quedar en posición perpendicular exacta respecto al árbol de la máquina.

Las protecciones habrán de impedir todo contacto con la hoja de la sierra.

Sobre la mesa, la protección habrá de hacerse delante y detrás del filo de dientes de la sierra. La parte posterior se protegerá con el cuchillo divisor regulable en altura. La parte anterior se protegerá con un cobertor de la hoja, regulable.

Se deberá trabajar manteniendo las manos apartadas de la sierra, no presentándolas de frente sino por los lados.

Toda variación de las protecciones o del ajuste de la sierra habrá de hacerse con el motor parado.

Se deberán emplear gafas de seguridad y ropa de trabajo adecuada, con los puños ajustados a las muñecas.

#### - EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

Casco de seguridad contra choques e impactos

Gafas de protección contra impactos

Gafas de protección contra proyección de fragmentos o partículas

Mascarilla de protección para ambientes pulvígenos

Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante

Protecciones auditivas

Ropa de trabajo ajustada para evitar atrapamientos

#### 1.4.5. Máquinas herramientas y herramientas manuales

#### - RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

Golpes/Cortes por objetos y herramientas

Proyección de fragmentos o partículas

Atrapamientos por o entre objetos

Exposición a ruido

Exposición a ambientes pulvígenos

#### - MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

En los equipos de oxicorte, se recomienda trabajar con la presión aconsejada por el fabricante del equipo.

En los intervalos de no utilización, dirigir la llama del soplete al espacio libre o hacia superficies no puedan quemarse.

Cuando se trabaje en locales cerrados, se deberá disponer de la adecuada ventilación.

En los equipos que desprenden llama, su entorno estará libre de obstáculos.

Las máquinas-herramientas accionadas por energía térmica, o motores de combustión, pueden emplearse al aire libre o en locales perfectamente ventilados, al objeto de evitar la concentración de monóxido de carbono. Se deberá mantener siempre en buen estado las herramientas de combustión, limpiando periódicamente los calibres, conductos de combustión, boquillas y dispositivos de ignición o disparo, etc.

El llenado del depósito de carburante deberá hacerse con el motor parado para evitar el riesgo de inflamación espontánea de los vapores de la gasolina. Dado el elevado nivel de ruido que producen los motores de explosión, es conveniente la utilización de protección auditiva cuando se manejen este tipo de máquinas.

Para las máquinas-herramientas neumáticas, antes de la acometida deberá realizarse indefectiblemente:

La purga de las condiciones de aire.

La verificación del estado de los tubos flexibles y de los manguitos de empalme.

El examen de la situación de los tubos flexibles (que no existan bucles, codos, o dobleces que obstaculicen el paso del aire).

Las mangueras de aire comprimido se deben situar de forma que no se tropiece con ellas ni puedan ser dañadas por vehículos.

Los gatillos de funcionamiento de las herramientas portátiles accionadas por aire comprimido deben estar colocados de manera que reduzcan al mínimo la posibilidad de hacer funcionar accidentalmente la máquina.

Las herramientas deben estar acopladas a las mangueras por medio de resortes, pinzas de seguridad o de otros dispositivos que impidan que dichas herramientas salten.

No se debe usar la manguera de aire comprimido para limpiar el polvo de las ropas o para quitar las virutas.

Al usar herramientas neumáticas siempre debe cerrarse la llave de aire de las mismas antes de abrir la de la manguera.

Nunca debe doblarse la manguera para cortar el aire cuando se cambie la herramienta.

Verificar las fugas de aire que puedan producirse por las juntas, acoplamientos defectuosos o roturas de mangueras o tubos.

Aun cuando no trabaje la máquina neumática, no deja de tener peligro si está conectada a la manguera de aire.

No debe apoyarse con todo el peso del cuerpo sobre la herramienta neumática, ya que puede deslizarse y caer contra la superficie que se está trabajando.

Las condiciones a tener en cuenta después de la utilización serán:

Cerrar la válvula de alimentación del circuito de aire.

Abrir la llave de admisión de aire de la máquina, de forma que se purgue el circuito.

Desconectar la máquina.

Para las máquinas-herramientas hidráulicas, se fijará mediante una pequeña cadena el extremo de la manguera para impedir su descompresión brusca.

Se emplazará adecuadamente la herramienta sobre la superficie nivelada y estable.

Su entorno estará libre de obstáculos.

Se utilizarán guantes de trabajo y gafas de seguridad para protegerse de las quemaduras por sobrepresión del circuito hidráulico y de las partículas que se puedan proyectar.

Para las máquinas-herramientas eléctricas, se comprobará periódicamente el estado de las protecciones, tales como cable de tierra no seccionado, fusibles, disyuntor, transformadores de seguridad, interruptor magnetotérmico de alta sensibilidad, doble aislamiento, etc.

No se utilizará nunca herramienta portátil desprovista de enchufe y se revisarán periódicamente este extremo.

No se arrastrarán los cables eléctricos de las herramientas portátiles, ni se dejarán tirados por el suelo. Se deberán revisar y rechazar los que tengan su aislamiento deteriorado.

Se deberá comprobar que las aberturas de ventilación de las máquinas estén perfectamente despejadas.

La desconexión nunca se hará mediante un tirón brusco.

A pesar de la apariencia sencilla, todo operario que maneje estas herramientas debe estar adiestrado en su uso.

Se desconectará la herramienta para cambiar de útil y se comprobará que está parada.

No se utilizarán prendas holgadas que favorezcan los atrapamientos.

No se inclinarán las herramientas para ensanchar los agujeros o abrir luces.

Los resguardos de la sierra portátil deberán estar siempre colocados.

Si se trabaja en locales húmedos, se adoptarán las medidas necesarias, guantes aislantes, taburetes de madera, transformador de seguridad, etc.

Se usarán gafas panorámicas de seguridad, en las tareas de corte, taladro, desbaste, etc. con herramientas eléctricas portátiles.

En todos los trabajos en altura, es necesario el cinturón de seguridad.

Los operarios expuestos al polvo utilizarán mascarillas equipadas con filtro de partículas.

Si el nivel sonoro es superior a los 80 decibelios, deberán adoptarse las recomendaciones establecidas en el Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

## Radial

Antes de su puesta en marcha, el operador comprobará el buen estado de las conexiones eléctricas, la eficacia del doble aislamiento de la carcasa y el disyuntor diferencial para evitar riesgos de electrocución.

Se seleccionará adecuadamente el estado de desgaste del disco y su idoneidad para el material al que se ha de aplicar.

Comprobar la velocidad máxima de utilización.

Cerciorarse de que el disco gira en el sentido correcto y con la carcasa de protección sobre el disco firmemente sujeta.

El operador se colocará gafas panorámicas ajustadas o pantalla facial transparente, guante trabajo, calzado de seguridad y protectores auditivos.

Durante la realización de los trabajos se procurará que el cable eléctrico descansa alejado de elementos estructurales metálicos y fuera de las zonas de paso del personal.

Si durante la operación existe el riesgo de proyección de partículas a terrenos o lugares con riesgo razonable de provocar un incendio, se apantallará con una lona ignífuga la trayectoria seguida por los materiales desprendidos. Cuando la esmeriladora portátil radial deba emplearse en locales muy conductores no se utilizarán tensiones superiores a 24 voltios.

#### Sierra circular

El disco estará dotado de carcasa protectora y resguardos que impidan los atrapamientos.

Se controlará el estado de los dientes así como la estructura de éste.

La zona de trabajo estará limpia de serrín y virutas, para prevenir posibles incendios.

Se evitará la presencia de clavos al cortar.

#### Vibrador

La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable.

La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida si discurre por zonas de paso.

#### Amasadora

La máquina estará situada en superficie llana y consistente.

Las partes móviles y de transmisión estarán protegidas con carcasas.

Bajo ningún concepto se introducirá el brazo en el tambor cuando funcione la máquina ni cuando esté parada, salvo que se encuentre desconectada de la alimentación general.

### - EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

Casco de seguridad contra choques e impactos

Gafas de protección contra impactos

Gafas de protección contra la proyección de fragmentos o partículas

Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos

Protecciones auditivas

Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante

Ropa de trabajo ajustada para evitar atrapamientos

## **1.5.MEDIOS AUXILIARES**

### **1.5.1.Andamios tubulares**

#### **- RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD**

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

Caídas al mismo nivel

Caídas a distinto nivel

Golpes con objetos durante las operaciones de montaje, desmontaje o utilización del mismo

Caída de objetos en manipulación

#### **- MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR**

Todo andamio deberá cumplir las siguientes condiciones generales:

Los elementos y sistemas de unión de las diferentes piezas constitutivas del andamio, asegurarán perfectamente su función de enlace, con las debidas condiciones de fijeza y permanencia.

El andamio se organizará y armará en forma constructivamente adecuada para que quede asegurada su estabilidad y al mismo tiempo para que los operarios puedan trabajar en él con las debidas condiciones de seguridad.

Los elementos del andamio que presenten deterioro deberán sustituirse inmediatamente.

Se desecharán todos los elementos de montaje de andamios que no revistan unas garantías de seguridad mínimas una vez colocados.

No se utilizarán los andamios para otros fines distintos a los de suministrar una plataforma de trabajo para el personal. En particular no podrán ser destinados a servir como torres de elevación de material o soporte de tuberías o equipos.

Está rigurosamente prohibido utilizar cajas, bidones, etc. como andamios provisionales.

Los andamios se montarán sobre pies hechos de madera o metálicos, suficientemente resistentes y arriostrados de modo que su estabilidad quede garantizada.

Con objeto de evitar deformaciones y con el fin de prevenir que la estructura rectangular llegue a alcanzar formas romboidales, se dispondrán los suficientes arriostramientos diagonales que impidan este riesgo.

Durante las operaciones de montaje y desmontaje del andamio se izarán los tubos con cuerdas anudadas de forma segura y los operarios deberán usar arnés de seguridad anclado a elementos fijos independientes del andamio o a líneas salvavidas.

Los andamios deberán situarse a distancias tales de líneas o equipos eléctricos, de forma que puedan producirse contactos con partes en tensión.

Durante el montaje de los andamios metálicos tubulares se tendrán presentes las siguientes especificaciones:

No se iniciará un nuevo nivel sin haber concluido el nivel de partida con todos los elementos de estabilidad.

La seguridad alcanzada en el nivel de partida ya consolidado será tal que ofrecerá las garantías necesarias como para poder amarrar los fiadores del cinturón de seguridad.

Las barras, módulos tubulares y tabloneros se izarán mediante sogas atadas con nudos de marinero.

Las plataformas de trabajo se consolidarán inmediatamente tras su formación, mediante las abrazaderas de sujeción contra basculamientos.

Los tornillos de las mordazas se apretarán por igual, realizándose una inspección del tramo ejecutado antes de iniciar el siguiente en prevención de los riesgos por la existencia de tornillos flojos o de falta de alguno de ellos.

Las uniones entre tubos se efectuarán mediante los nudos o bases metálicas o bien mediante las mordazas o pasadores previstos.

Los pisos o plataformas serán de 0,60 metros de anchura mínima hechos con tabloneros de madera para una resistencia de 160 Kg. en el punto medio entre soportes. Es preferible utilizar el piso metálico original del andamio tubular. En caso de ser de madera, los tabloneros estarán escuadrados y libres de nudos.

Las plataformas, pisos, pasarelas, etc., hechos con tabloneros, se sujetarán con presillas, lazos de alambre, travesaños claveteados, de modo que formen un conjunto único.

Los andamios en su base se protegerán contra golpes y deslizamientos mediante cuñas, dispositivos de bloqueo y/o estabilizadores.

Montado el andamio no se retirará ningún elemento de su composición (tubo, travesaño o tablón, etc.), hasta que no sea desmontado totalmente. Caso de que por necesidad de trabajo deba mantenerse la estructura durante algunos días utilizando alguno de sus elementos para confeccionar otros andamios, se señalará claramente la prohibición de acceso al mismo y se retirará la plataforma de trabajo para impedir su utilización por personal de otros tajos o ajenos a la empresa.

Las plataformas de trabajo de 2 o más metros de altura tendrán montada sobre su vertical una barandilla de 90 centímetros de altura y dispondrán de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.

Se utilizarán las escaleras previstas en el andamio para subir a la plataforma o se dispondrán escaleras exteriores. Los tirantes y otros elementos de arriostamiento no se podrán utilizar para subir o bajar del andamio.

Las plataformas de trabajo se inmovilizarán mediante las abrazaderas y pasadores clavados a los tablonos.

Los módulos de fundamento de los andamios tubulares estarán dotados de bases nivelables sobre tornillos sin fin, con el que garantizar una mayor estabilidad del conjunto.

La comunicación vertical del andamio tubular quedará resuelta mediante la utilización de escaleras prefabricadas.

Los andamios tubulares sobre módulos con escalerilla lateral se montarán con ésta hacia la cara exterior.

Se prohíbe el uso de andamios sobre borriquetas apoyadas sobre plataformas de trabajo de andamios tubulares.

Los andamios tubulares se arriostarán a los paramentos verticales, anclándolos a los puntos fuertes de seguridad previstos.

El caminar por los andamios se hará de manera normal, sin saltar sobre las plataformas ni tampoco de una a otra.

Se protegerá del riesgo de caídas desde altura de los operarios sobre los andamios tubulares tendiendo redes tensas verticales de seguridad que protegerán las cotas de

trabajo. En caso de no utilizar estas redes, si los operarios se encuentran trabajando a una altura igual o superior a los 2 metros, deberán ir provistos de cinturones de seguridad con arnés y amarrados a líneas de vida anteriormente fijadas.

El personal que trabaje en andamios, sillas, colgantes y generalizando, en alturas superiores a los 2 metros, usará cinturón de seguridad, adaptado al riesgo que se pretende minimizar (sujeción, suspensión o anticaídas), anclado a una parte sólida de la estructura del edificio.

Antes de colocarse el cinturón de seguridad será examinado y rechazado si no ofrece garantía o no es inteligible la etiqueta con la fecha de fabricación.

En las plataformas de trabajo aisladas o que por necesidad del servicio carezca de la barandilla de seguridad reglamentaria se utilizará el cinturón de seguridad que se sujetará por el mosquetón a puntos sólidos, resistentes y distintos del andamio o plataforma de trabajo.

Se prohíbe lanzar herramientas, materiales y otros objetos de un andamio a otro o de una persona a otra. Se entregarán en mano.

El acceso a los andamios se realizará por escaleras bien fijadas por ambos extremos. Está prohibido utilizar los arriostrados para acceder de una plataforma de trabajo a otra.

Para acceder a un andamio se tendrán siempre las manos libres.

Se prohíbe trabajar sobre plataformas dispuestas sobre la coronación de andamios tubulares si antes no se han cercado con barandillas sólidas.

Se prohíbe hacer pastas directamente sobre las plataformas de trabajo en prevención de superficies resbaladizas que pueden hacer caer a los trabajadores.

Los materiales se repartirán uniformemente sobre un tablón colocado a media altura en la parte superior de la plataforma de trabajo, sin que su existencia merme la superficie útil de la plataforma.

Se prohíbe trabajar sobre plataformas situadas en cotas por debajo de otras plataformas en las que se esté trabajando, en prevención de caída de objetos.

Se prohíbe trabajar en los andamios tubulares bajo regímenes de vientos fuertes en prevención de caídas de los trabajadores.

Cuando se desplace un andamio nunca se permanecerá sobre el mismo, independientemente de su altura.

En trabajos nocturnos se iluminarán adecuadamente todas las plataformas de trabajo y accesos a las mismas.

#### - EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Arnés de sujeción anticaídas
- Ropa de protección para el mal tiempo

#### 1.5.2. Escaleras

#### - RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Golpes/choques con objetos

#### - MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

##### Generales

Antes de utilizar una escalera manual es preciso asegurarse de su buen estado, rechazando aquéllas que no ofrezcan garantías de seguridad.

Hay que comprobar que los largueros son de una sola pieza, sin empalmes, que no falta ningún peldaño, que no hay peldaños rotos o flojos o reemplazados por barras, ni clavos salientes.

Todas las escaleras estarán provistas en sus extremos inferiores, de zapatas antideslizantes.

No se usarán escaleras metálicas cuando se lleven a cabo trabajos en instalaciones en tensión.

El transporte de una escalera ha de hacerse con precaución, para evitar golpear a otras personas, mirando bien por donde se pisa para no tropezar con obstáculos. La parte delantera de la escalera deberá de llevarse baja.

Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano sobre lugares u objetos poco firmes que puedan mermar la estabilidad de este medio auxiliar.

Antes de iniciar la subida deberá comprobarse que las suelas del calzado no tienen barro, grasa, ni cualquier otras sustancias que pueda producir resbalones.

El ascenso y descenso a través de la escalera de mano se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los largueros que se están utilizando.

La escalera tendrá una longitud tal, que sobrepase 1 metro por encima del punto o la superficie a donde se pretenda llegar. La longitud máxima de las escaleras manuales no podrá sobrepasar los 5

m. sin un apoyo intermedio, en cuyo caso podrá alcanzar la longitud de 7 metros. Para alturas mayores se emplearán escaleras especiales.

No se podrán empalmar dos escaleras sencillas.

En la proximidad de puertas y pasillos, si es necesario el uso de una escalera, se hará teniendo la precaución de dejar la puerta abierta para que sea visible y además protegida para que no pueda recibir golpe alguno.

No se pondrán escaleras por encima de mecanismos en movimiento o conductores eléctricos desnudos. Si es necesario, antes se deberá haber parado el mecanismo en movimiento o haber suprimido la energía del conductor.

Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo de  $75^\circ$  con la horizontal.

Siempre que sea posible, se amarrará la escalera por su parte superior. En caso de no serlo, habrá un persona en la base de la escalera.

Queda prohibida la utilización de la escalera por más de un operario a la vez.

Si han de llevarse herramientas o cualquier otro objeto, deberán usarse bolsas portaherramie o cajas colgadas del cuerpo, de forma que queden las manos libres para poder asirse a ella.

Para trabajar con seguridad y comodidad hay que colocarse en el escalón apropiado, de forma la distancia del cuerpo al punto de trabajo sea suficiente y permita mantener el equilibrio. N deberán ocupar nunca los últimos peldaños.

Trabajando sobre una escalera no se tratarán de alcanzar puntos alejados que obliguen al operario a estirarse, con el consiguiente riesgo de caída. Se deberá desplazar la escalera tantas veces como sea necesario.

Los trabajos a más de 3,5 metros de altura desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, solo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan medidas de protección alternativas.

Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador. Las escaleras de mano deberán mantenerse en perfecto estado de conservación, revisándolas periódicamente y retirando de servicio aquellas que no estén en condiciones.

Cuando no se usen, las escaleras deberán almacenarse cuidadosamente y no dejarlas abandonadas sobre el suelo, en lugares húmedos, etc.

Deberá existir un lugar cubierto y adecuado para guardar las escaleras después de usarlas.

#### Escaleras de madera

Serán las escaleras a utilizar en trabajos eléctricos, junto con las de poliéster o fibra de vidrio.

Las escaleras manuales de madera estarán formadas por largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.

Los peldaños estarán ensamblados, no clavados.

Estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes, para que no oculten los posibles defectos. Se prohíben las escaleras de madera pintadas, por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos.

#### Escaleras de tijera

Estarán dotadas en su articulación superior de topes de seguridad de apertura y hacia la mitad de su altura de una cadenilla o cinta de limitación de apertura máxima.

Nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo.

En posición de uso estarán montadas con los largueros en posición de máxima apertura para no mermar su seguridad.

No se utilizarán si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo, obliga a poner los dos pies en los tres últimos peldaños.

Se utilizarán siempre montadas sobre pavimentos horizontales.

### Escaleras metálicas

Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.

Estarán pintadas con pinturas antioxidantes que las preserven de las agresiones de la intemperie no estarán suplementadas con uniones soldadas.

El empalme se realizará mediante la instalación de los dispositivos industriales fabricados para fin.

**EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR** Los equipos de protección a utilizar serán:

Casco de seguridad contra choques e impactos

Guantes de trabajo

Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante

Arnés de seguridad de sujeción

Ropa de protección para el mal tiempo

## **1.6.INSTALACIONES PROVISIONALES**

Se considerarán en este apartado los riesgos y medidas preventivas en las instalaciones provisionales de obra.

### **1.6.1.Instalación provisional eléctrica**

Se procederá al montaje de la instalación provisional eléctrica de la obra desde el punto de toma fijado por la propiedad.

La acometida será preferiblemente subterránea, disponiendo de un armario de protección en módulos normalizados, dotados de contadores en energía activa y reactiva, si así se requiriese.

A continuación se pondrá el cuadro general de mando y protección, dotado de seccionador general de corte automático, interruptor omnipolar y protección contra faltas a tierra, sobrecargas y cortocircuito, mediante interruptores magnetotérmicos y relé diferencial de 300 mA de sensibilidad, puesto que todas las masas y el valor de la toma de tierra es  $< 10\Omega$ . Además en los cuadros parciales se pondrán diferenciales de 30 mA. El cuadro estará constituido de manera que impida el contacto con los elementos en tensión.

De este cuadro saldrán los circuitos necesarios de suministro a los cuadros secundarios para alimentación a los diferentes medios auxiliares, estando todos ellos debidamente protegidos con diferencial e interruptores magnetotérmicos.

Por último, del cuadro general saldrá un circuito para alimentación de los cuadros secundarios donde se conectarán las herramientas portátiles de los tajos. Estos cuadros serán de instalación móvil, según necesidades de obra y cumplirán las condiciones exigidas para instalaciones a la intemperie, estando colocados estratégicamente con el fin de disminuir en lo posible la longitud y el número de líneas.

Las tomas de corriente y clavijas, llevarán contacto de puesta a tierra de manera obligatoria.

#### - RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

Caídas al mismo nivel

Caídas a distinto nivel

Pisadas sobre objetos

Golpes/Cortes con objetos o herramientas

Contactos eléctricos

#### - MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

Solamente el personal capacitado podrá operar en los equipos eléctricos, sean cuadro maniobra, de puesta en marcha de motores, etc.

Los trabajadores considerarán que todo conductor eléctrico, cable o cualquier parte de instalación se encuentra conectado y en tensión. Antes de trabajar en ellos se comprobará ausencia de voltaje con aparatos adecuados y se pondrán a tierra y en cortocircuito.

El tramo aéreo entre el cuadro general de protección y los cuadros para máquinas será tensado con piezas especiales sobre apoyos; si los conductores no pueden soportar la tensión mecánica

prevista, se emplearán cables fiadores con una resistencia de rotura de 800 kilogramos, fijando a estos el conductor con abrazaderas.

Los conductores, en caso de ir por el suelo, no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos; al atravesar zonas de paso estarán protegidos adecuadamente.

El tendido de los cables y mangueras se efectuará a una altura mínima de 2 metros en los lugares peatonales y de 5 metros en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento, como norma general.

Si es posible, no obstante, se enterrarán los cables eléctricos en los pasos de vehículos, señalizando el paso del cable mediante una cubierta permanente de tablones. La profundidad mínima de la zanja será de 40 centímetros, y el cable irá además protegido en el interior de un tubo rígido.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios se efectuará mediante manguera antihumedad.

Los empalmes entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas.

El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro provisional de agua a las plantas.

Los cuadros eléctricos serán metálicos de tipo para intemperie, con puerta y cerrojo de seguridad (con llave), según norma UNE 20.324.

Pese a ser de tipo intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra y poseerán adherida sobre la puerta una señal normalizada de riesgo eléctrico.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de riesgo eléctrico.

Las cajas de interruptores serán colgadas, bien de los paramentos verticales, bien de pies derechos estables.

Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas y siempre que sea posible con enclavamiento.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendiente de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a pies derechos firmes. Si es necesario que sean móviles deberán ser autoportantes.

Cada toma de corriente suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina o máquina- herramienta.

La instalación de alumbrado general para las instalaciones provisionales de obra y de primeros auxilios y demás casetas, estará protegida por interruptores automáticos magnetotérmicos.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe terminantemente utilizarlo para otros usos.

La toma de tierra de las máquinas-herramientas que no estén dotadas de doble aislamiento, se efectuará mediante hilo neutro en combinación con el cuadro de distribución correspondiente y el cuadro general de obra.

El punto de conexión de la pica estará protegido en el interior de una arqueta practicable.

Las tomas de tierra de cuadros eléctricos generales distintos, serán independientes eléctricamente.

El suministro eléctrico al fondo de una excavación se ejecutará por un lugar que no sea la rampa de acceso para vehículos o para el personal y nunca junto a escaleras de mano.

Las mangueras eléctricas, en su camino ascendente a través de la escalera, estarán agrupadas y ancladas a elementos firmes en la vertical.

En la instalación de alumbrado estarán separados los circuitos de valla, acceso a zonas de trabajo, escaleras, almacenes, etc.

Los aparatos portátiles que sea necesario emplear serán estancos al agua y estarán convenientemente aislados.

Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales de presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada.

Estas conexiones, al ser portátiles, no estarán sometidas a tracción mecánica que origine su rotura.

Las lámparas para alumbrado general y sus accesorios se situarán a una distancia mínima de 2,5 metros del piso o suelo; las que se pueden alcanzar con facilidad estarán protegidas con una cubierta resistente.

Existirá una señalización sencilla y clara a la vez, prohibiendo la entrada a personas no autorizadas a los locales donde esté instalado el equipo eléctrico, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.

Igualmente se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.

Se sustituirán inmediatamente las mangueras que presenten algún deterioro en la capa aislante de protección.

#### - EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección personal a utilizar serán:

Casco de seguridad para protección contra arco eléctrico

Guantes de trabajo

Guantes aislantes para baja tensión

Botas de seguridad aislantes, con puntera y plantilla reforzada y suela antideslizante

Ropa de protección para el mal tiempo

#### 1.6.2. Instalación de prevención de incendios

Las causas que propician la aparición de un incendio en una obra no son distintas de las que lo generan en lugar: existencia de una fuente de ignición (hogueras, energía solar, trabajos de soldadura, conexi eléctricas, cigarrillos, etc.), junto a una sustancia combustible (encofrados de madera, carburante para maquinaria, pinturas y barnices, etc.), puesto que el carburante (oxígeno) está presente en todos los casos.

Por todo ello, se realizará una revisión y comprobación periódica de la instalación eléctrica provisional, así como el correcto acopio de sustancias combustibles con los envases perfectamente cerrados e identificados, a lo largo de la ejecución de la obra.

Los medios de extinción serán extintores portátiles de dióxido de carbono y/o de polvo seco. Los caminos de evacuación estarán libres de obstáculos, de aquí la importancia del orden y limpieza en todos los tajos.

Todas estas medidas, han sido consideradas para que el personal extinga el fuego en la fase inicial, si es posible, o disminuya sus efectos hasta la llegada de los bomberos, los cuales, si es necesario, serán avisados inmediatamente.

#### - MEDIDAS DE PREVENCION A APLICAR

Orden y limpieza separando los escombros del material combustible para su mejor control.

Vigilancia y detección de posibles focos de incendio.

Revisión periódica de extintores.

Prohibición de fumar en lugares de mayor peligro de incendio.

Señalización de las zonas de peligro de incendio.

Cartel en sitio visible con el teléfono de bomberos.

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

Se dispondrá de un local, con dos salas, para aseos y vestuarios. En ellos, en aras de la conservación y limpieza, los suelos y paredes serán continuos, lisos e impermeables y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos, con la frecuencia necesaria.

Todos los elementos, tales como grifos, desagües, alcachofas de duchas, etc, estarán en perfecto estado de funcionamiento y los bancos y taquillas aptos para su utilización.

Todos los locales estarán dotados de luz, calefacción y suficiente ventilación.

### **1.7.1.Dotación de aseos**

Por cada 10 trabajadores los aseos estarán equipados como mínimo por:

1 lavabo con espejo, agua corriente fría y caliente

1 ducha con agua corriente fría y caliente

1 inodoro con carga y descarga automática de agua, con papel higiénico

Perchas y jaboneras

### **1.7.2.Dotación de vestuarios**

La sala destinada a los vestuarios estará lo suficientemente dimensionada para cubrir las necesidades previstas. Cada módulo para 25 trabajadores estará equipado como mínimo con:

2 metros cuadrados por cada trabajador

1 taquilla metálica con cerradura por cada trabajador

Bancos de madera corridos

Espejos

## **1.8.MEDICINA PREVENTIVA Y ASISTENCIAL**

### **1.8.1.Reconocimientos médicos**

Todos los trabajadores pasarán como mínimo un reconocimiento médico con carácter anual. El personal eventual antes de su entrada en la obra habrá pasado un reconocimiento médico. Asimismo, cuando los trabajadores vayan a realizar tareas que entrañen riesgos especiales (por ejemplo trabajos en altura) deberán pasar un reconocimiento médico específico que les habilite para realizar dichas tareas.

El resultado de estos reconocimientos está clasificado acorde a los dos siguientes grupos:

Apto para todo tipo de trabajo.

Apto con ciertas limitaciones.

### **1.8.2.Asistencia accidentados**

#### **CENTROS ASISTENCIALES EN CASO DE ACCIDENTE**

Para atención del personal en caso de accidente se contratarán los servicios asistenciales adecuados.

Se dispondrá en la obra, en sitio bien visible, una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados.

#### **BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS**

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la empresa, con medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

Contendrá, de forma orientativa: Agua oxigenada; alcohol de 96 grados, tintura de yodo; “mercurocromo” o “cristalmina”, amoníaco; gasa estéril; algodón hidrófilo estéril; esparadrapo antialérgico; torniquetes antihemorrágicos; bolsa para agua o hielo; guantes esterilizados; termómetro clínico; apósitos autoadhesivos; antiespasmódicos; analgésicos; tónicos cardiacos de urgencia y jeringuillas desechables.

El material empleado se repondrá inmediatamente, y al menos una vez al mes, se hará revisión general de botiquín, desechando aquellos elementos que estén en mal estado o caducados. La ubicación del botiquín debe estar suficientemente señalizada.

## **1.9. PLIEGO DE CONDICIONES**

### **1.9.1. Legislación aplicable a la obra**

Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

Real Decreto 39/1997, de 17 de Enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.

Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23

Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.D. 842/2002 de 2 de agosto).

Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, por el que se establecen las disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

Real Decreto 1407/1992 de 20 de Noviembre por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.

Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios

Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad c incendios en los establecimientos industriales. ontra

n de

Real Decreto 485/1997, de 14 de Abril, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización seguridad y salud en el trabajo.

Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores

Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a trabajos con equipos que incluyen pantallas de visualización.

Real Decreto 773/1997, de 30 de Mayo, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo.

Real Decreto 374/2001, de 6 de Abril, sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos.

Real Decreto 664/1997, de 12 de Mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

Orden del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, de 25 de marzo de 1998, de adaptación y modificación del Real Decreto 664/1997, de 12 de Mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

Real Decreto 665/1997, de 12 de Mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

Real Decreto 1124/2000, de 6 de Junio, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de Mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

Estatuto de los Trabajadores.

Ley General de la Seguridad Social.

Y todas aquellas Normas o Reglamentos en vigor durante la ejecución de las obras que pudieran no coincidir con las vigentes en la fecha de redacción de este Estudio de Seguridad.

### 1.9.2. Consideraciones de los equipos de protección colectiva

Las diversas protecciones colectivas a utilizar en la obra tendrá una calidad adecuada a las prestaciones exigidas, debiendo garantizar su eficacia mediante certificado del fabricante o bien por cálculos y ensayos justificativos realizados al efecto.

Las protecciones colectivas se ajustarán a lo dispuesto en las Disposiciones Legales y Reglamentos Vigentes.

Todos los elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, se desechando término del mismo.

Si por cualquier circunstancia, sea desgaste, uso o deterioro por acción mecánica, un elemento protección colectiva sufriera algún deterioro, se repondrá de inmediato, haciendo caso omiso de su periodo de vida útil.

Los trabajadores serán debidamente instruidos respecto a la correcta utilización de los diferentes elementos de protección colectiva.

Las protecciones colectivas estarán disponibles en obra para su oportuna utilización en las respectivas zonas donde puedan ser necesitadas.

### 1.9.3. Consideraciones de los equipos de protección individual

Los equipos de protección tanto individual como colectiva que se utilicen, deberán reunir los requisitos establecidos en las disposiciones legales o reglamentarias que les sean de aplicación y en particular relativos a su diseño, fabricación, uso y mantenimiento.

Se especifica como condición expresa que todos los equipos de protección individual utilizables en esta obra, cumplirán las siguientes condiciones generales:

Tendrán la marca “CE”, según las normas de Equipos de Protección Individual.

Su utilización se realizará cumpliendo con el contenido del Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual

Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada en el punto primero de este apartado, tienen autorizado su uso durante su período de vigencia.

Todo equipo de protección individual en uso que esté deteriorado o roto, será reemplazado de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo

equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.

Las variaciones de medición de los equipos de protección individual que puedan aparecer en cada plan de seguridad y salud que presenten los diversos contratistas, deberán justificarse técnicamente ante el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Si la justificación no es aceptada, el plan no podrá ser aprobado.

Se recuerda, que en aplicación de los Principios de Acción Preventiva de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, no puede ser sustituida una protección colectiva prevista en este Estudio de Seguridad y Salud por el uso de equipos de protección individual.

#### **1.9.4. Señalización de la obra**

Esta señalización cumplirá con lo contenido en el Real Decreto 485/97 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización y seguridad en el trabajo, que desarrolla los preceptos específicos sobre esta materia contenidos en la Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

#### **1.9.5. Condiciones de seguridad de los medios auxiliares, máquinas y equipos**

De acuerdo con el art. 41 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas obtendrán de los fabricantes y proveedores todas las especificaciones técnicas, normas y material impreso que incluya correspondientes características técnicas de toda la maquinaria, equipos, herramientas, dispositivos y equipo de protección personal a utilizar en las obras. La información facilitada por los fabricantes y proveed deberá incluir:

Instrucciones sobre los procedimientos para el funcionamiento y uso de máquinas, equi herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.

Procedimientos de mantenimiento y conservación de máquinas, equipos, herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.

Los contratistas mantendrán en todo momento en la base de operaciones de su zona de obras copias de los manuales y especificaciones impresas (en adelante, la información técnica) especificadas en el párrafo anterior.

Todos los empleados de los contratistas recibirán información y formación sobre el contenido de los manuales técnicos pertinentes al trabajo que realizan.

Cada contratista facilitará a todos sus empleados el equipo de protección seguridad y salud mínimo recogido en las normas que anteceden. Asimismo, deberá mantener copias de dichas normas en la base de operaciones de la obra.

El Encargado de la obra será el responsable de la recepción de la maquinaria y medios auxiliares, comprobando a su llegada a obra el buen estado de los mismos, con todos sus componentes y de acuerdo con lo solicitado, así como, verificará que cumple la legislación vigente en materia de seguridad y salud que le afecte.

Se prohíbe el montaje de los medios auxiliares, máquinas y equipos, de forma parcial; es decir, omitiendo el uso de alguno o varios de los componentes con los que se comercializan para su función.

El uso, montaje y conservación de los medios auxiliares, máquinas y equipos, se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura, contenidas en el manual de uso editado por su fabricante.

Todos los medios auxiliares, máquinas y equipos a utilizar en esta obra, tendrán incorporados sus propios dispositivos de seguridad exigibles por aplicación de la legislación vigente. Se prohíbe expresamente la introducción en el recinto de la obra, de medios auxiliares, máquinas y equipos que no cumplan la condición anterior.

Si el mercado de los medios auxiliares, máquinas y equipos, ofrece productos con la marca “CE”, cada contratista adjudicatario, en el momento de efectuar el estudio para presentación de la oferta de ejecución de la obra, debe tenerlos presentes e intentar incluirlos, porque son por sí mismos, más seguros que los que no la poseen.

#### **1.9.6. Formación e información a los trabajadores**

Cada contratista adjudicatario está legalmente obligado a formar en un método de trabajo correcto y seguro a todo el personal a su cargo, de tal forma que los trabajadores que realicen trabajos en las obras deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios.

Asimismo todos los trabajadores deberán conocer y estar informados sobre el Plan de Seguridad y Salud específico de la obra, como paso previo a su incorporación al trabajo.

El adjudicatario acreditará que el personal que aporte, posee la formación, la experiencia y el nivel profesional adecuado a los trabajos a realizar. Esta acreditación se indicará especialmente y de forma diferenciada respecto al resto de los trabajadores, para los trabajadores autorizados y cualificados según criterios del 614/2001.

Los trabajos que se realicen en tensión y en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orogr confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios, según criterios del R.D. 614/2001.

#### **1.9.7. Acciones a seguir en caso de accidente laboral**

Cuando un trabajador de una Empresa contratada conozca la existencia de un accidente, procurará el auxilio inmediato que esté a su alcance y lo comunicará, a la mayor brevedad posible a la asistencia médica más cercana.

El Jefe de obra tomará las medidas a su alcance para evitar daños mayores a las personas e instalaciones.

Los accidentes serán notificados a la autoridad laboral en los plazos y términos requeridos por las normas oficiales.

Cada contratista adjudicatario, en cumplimiento del Anexo IV, punto 14, del R.D. 1.627/1.997, tendrá en cuenta los siguientes principios sobre primeros auxilios:

El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.

En caso de caídas a distinto nivel y de accidentes de carácter eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves y en consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de la ambulancia y de reanimación en el caso de accidente eléctrico.

En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia; se evitarán en lo posible, según el buen criterio de las personas que atiendan primariamente al accidentado, la utilización de los transportes particulares, por lo que implican de riesgo e incomodidad para el accidentado.

Cada contratista adjudicatario comunicará, a través del Plan de seguridad y salud que elabore, el nombre y dirección del centro asistencial más próximo previsto para la asistencia sanitaria de los accidentados.

Cada contratista adjudicatario instalará carteles informativos en la obra que suministren a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto, mutua de accidentes concertada, etc.

#### **1.9.8. Comunicaciones inmediatas en caso de accidente**

En caso que se produzca un accidente en la obra, el responsable del contratista al que pertenezca el trabajador accidentado (contrata y/o subcontrata) está obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen en el cuadro siguiente:

#### **1.9.9. Seguridad en la obra**

De acuerdo con lo establecido en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y en el Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, la empresa que ejecute el proyecto deberá contar con un Servicio de Prevención propio o contratado, o trabajador designado, que asesoren e impulsen las actividades y medidas preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud desarrollado en base a este Estudio de Seguridad.

La empresa adjudicataria nombrará a un responsable de Seguridad, que podrá coincidir o no con su jefatura de obra, que será quien la represente ante el Coordinador de Seguridad y Salud en la ejecución del proyecto y será el encargado de velar por el cumplimiento de todo lo estipulado en el Plan de Seguridad y Salud.

Dependiendo de la presencia del responsable de Seguridad en las obras y de acuerdo a lo que se establezca en el Plan de Seguridad, será necesario la designación de un Vigilante de Seguridad que lo represente, y el cual estará permanentemente en obra.

#### **1.9.10. Plan de seguridad y salud**

En aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud, cada contratista que intervenga en la obra, elaborará su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en el cual analizará y

desarrollará las previsiones contenidas en el mismo en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

El contratista incluirá en su Plan de Seguridad las propuestas y medidas alternativas de prevención que considere oportunas, indicando la correspondiente justificación técnica, si bien, no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio de Seguridad y Salud.

El Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, deberá ser aprobado, previamente al inicio de los trabajos, por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Podrá ser modificado en función del proceso de ejecución de la obra, evolución de los trabajos o bien de las posibles incidencias que pudieran surgir durante el desarrollo de los trabajos. La modificación realizada deberá ser aprobada por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Constituirá el elemento básico para identificar y evaluar los riesgos, de manera que permita planificar una acción preventiva.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como aquellas personas con responsabilidades en materia de prevención de riesgos laborales, representantes de los trabajadores, etc..., podrán presentar por escrito y de forma razonada las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el Plan de Seguridad y Salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

#### **1.9.11. Obligaciones de cada contratista adjudicatario en materia de seguridad y salud**

Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente del Es Español y sus Comunidades Autónomas, referida a la seguridad y salud en el trabajo y concorda de aplicación a la obra.

Elaborar en el menor plazo posible y siempre antes de comenzar la obra, un plan de segur cumpliendo con el R. D. 1.627/1.997 de 24 de octubre., que respetará el nivel de prevención definido en todos los documentos de este Estudio de Seguridad y Salud.

Presentar el plan de seguridad para su aprobación por parte del Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, antes del comienzo de la misma, incluyendo todas las modificaciones y/o observaciones que éste pueda sugerirle.

Formar e informar sobre el contenido del plan de seguridad y salud aprobado, a todos los trabajadores propios, subcontratistas y autónomos de la obra y hacerles cumplir con las

medidas de prevención en él expresadas. Por parte de las subcontratas, se firmará un documento de adhesión al Plan de Seguridad de la contrata principal.

Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación empresarial principal, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual definidos en el plan de seguridad y salud aprobado, para que puedan usarse de forma inmediata y eficaz.

Cumplir fielmente con lo expresado en el pliego de condiciones particulares del plan de seguridad y

salud aprobado, en el apartado: “acciones a seguir en caso de accidente laboral”.

Informar de inmediato de los accidentes leves, graves, mortales o sin víctimas al Coordinador en materia de seguridad y salud y/o Dirección Facultativa durante la ejecución de la obra, tal como queda definido en el apartado “acciones a seguir en caso de accidente laboral”.

Colaborar con el Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y con la Dirección Facultativa, en la solución técnico-preventiva, de los posibles imprevistos del proyecto o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante la ejecución de la obra.

### 1.9.1. Coordinador de Seguridad y Salud

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará a un Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

El Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad:

Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultáneamente o sucesivamente.

Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.

Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable

los principios de la acción que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.

Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. La Dirección Facultativa asumirá ésta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.

Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.

### **1.9.2. Libro de incidencias**

Para cada proyecto de obra existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

Dicho libro será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud, tal y como se recoge en el Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en la obras de construcción.

Deberá mantenerse siempre en la obra, y estará en poder del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, o cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la Dirección Facultativa.

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra está legalmente obligado a tenerlo a disposición de: la Dirección Facultativa de la obra, encargado de seguridad, Comité de seguridad y salud, Inspección de Trabajo y Técnicos y Organismos de prevención de riesgos laborales de las Comunidades Autónomas

Efectuada una anotación en el mismo, el Coordinador de seguridad (o Dirección Facultativa cuando no deba ser designado Coordinador), estará obligado a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra.

### 1.9.3. Seguro de responsabilidad civil y patronal

La empresa contratista se responsabilizará de cumplir y hacer cumplir cuantas disposiciones legales relativas a seguridad y salud, medio ambiente y otras en general, les sean de aplicación en el desarrollo de las actividades contratadas.

El contratista concertará a sus expensas, y por la cantidad necesaria (mínimo 600.000 €), el seguro de Responsabilidad Civil que cubra los posibles daños, su personal e instalaciones, y a terceros, derivados de la realización de las obras contratadas, así como la responsabilidad legalmente exigible por los daños ocasionados por el error o negligencia en la gestión de la seguridad.

Igualmente, habrá de concertar el de Responsabilidad Civil Patronal (mínimo 150.000 € por víctima) que cubra

a su propio personal y al de sus subcontratistas, comprometiéndose a ampliar el alcance si se hiciera preciso.

Los vehículos de propulsión mecánica autorizados a circular por vías públicas, estarán obligatoriamente asegurados, como mínimo, con la garantía de Responsabilidad Civil ilimitada durante su permanencia en el recinto de la obra. En caso de tratarse de camiones deberá contratarse una póliza que cubra la Responsabilidad Civil de la carga o en su defecto, deberá presentarse copia de la Póliza de responsabilidad civil general de la empresa propietaria del camión, en la que se garantice dicha cobertura.

### 1.9.4. Subcontratación

Sin previa autorización escrita el contratista no podrá ceder o traspasar a terceros obligaciones o derechos nacidos del pedido o contrato.

El contratista será responsable único de la realización de la obra en su totalidad, independientemente de responsabilidades que él pueda exigir a sus suministradores o subcontratistas.

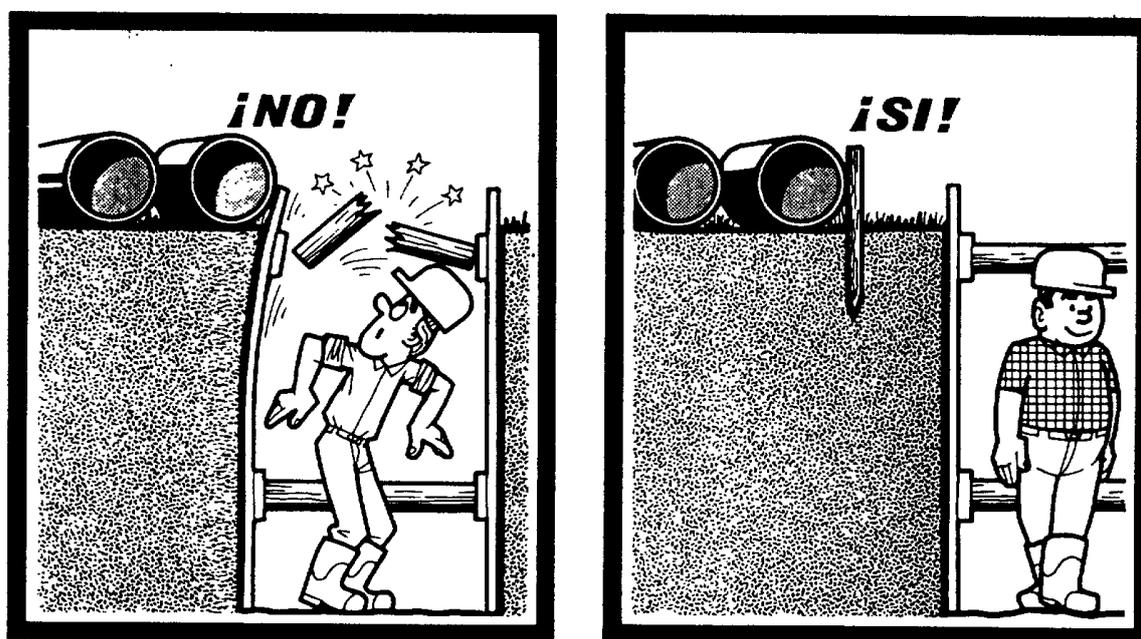
Un plano de seguridad es la representación gráfica de la prevención descrita en la memoria de seguridad y salud y en coordinación con el pliego de condiciones particulares. Son unos planos genéricos, que cumplen tan

solo con la idea de dar pistas al contratista sobre cómo representar coherentemente la prevención. No permiten la medición ni el presupuesto exacto como consecuencia de su indefinición.

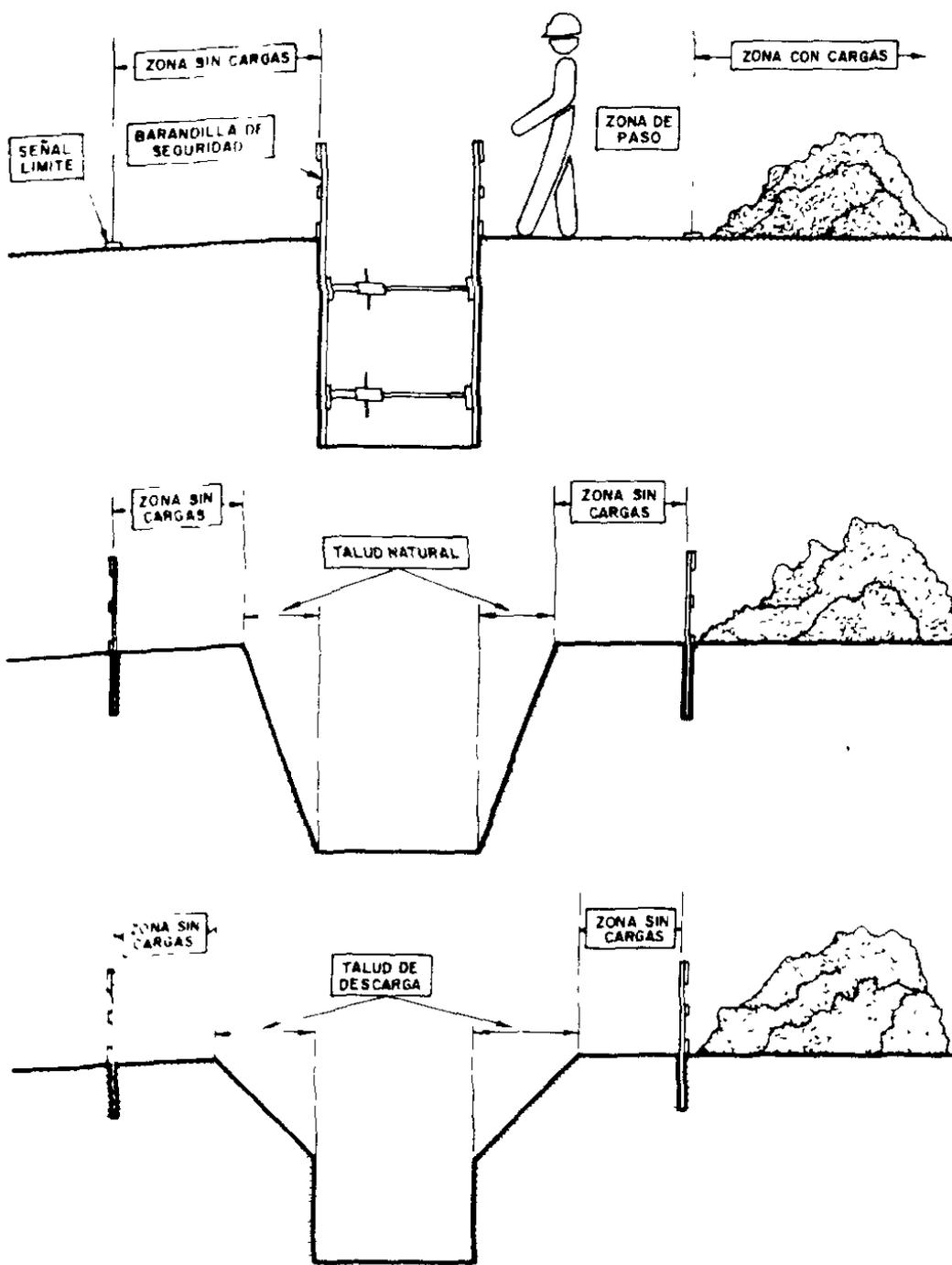
## 1.10. PLANOS DE SEGURIDAD

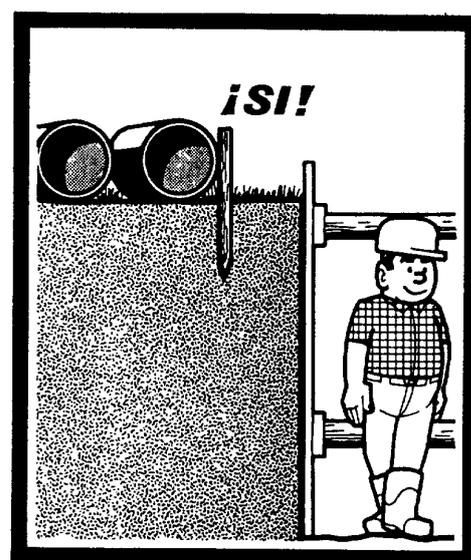
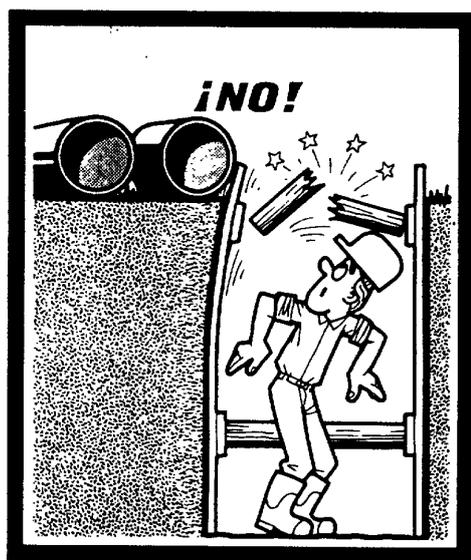
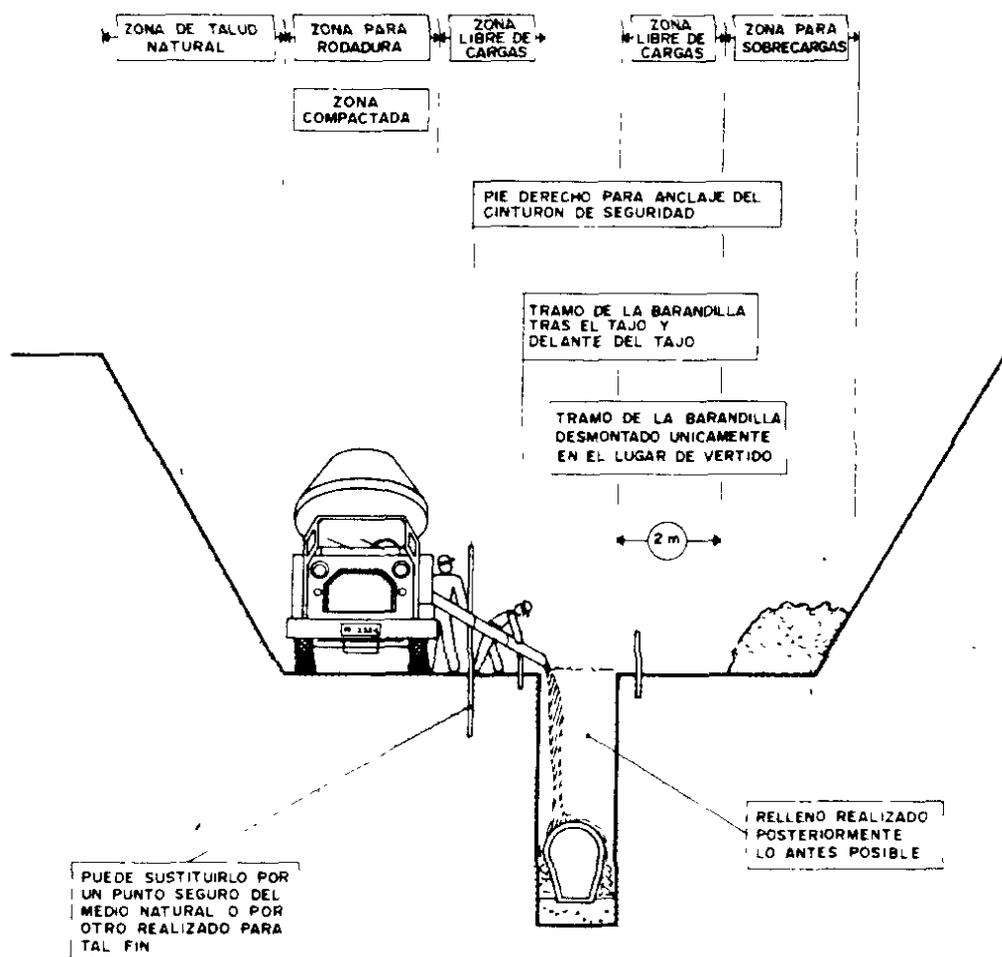
Un plano de seguridad es la representación gráfica de la prevención descrita en la memoria de seguridad y salud y en coordinación con el pliego de condiciones particulares. Son unos planos genéricos, que cumplen tan solo con la idea de dar pistas al contratista sobre cómo representar coherentemente la prevención. No permiten la medición ni el presupuesto exacto como consecuencia de su indefinición.

### EXCAVACIÓN. APERTURA DE ZANJAS



Se debe reservar un espacio suficiente entre el borde de la zanja y los materiales.



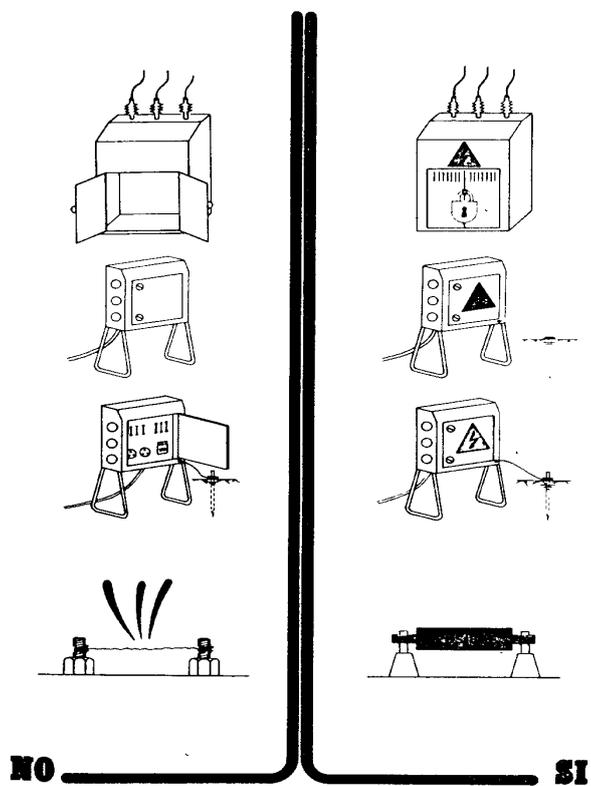


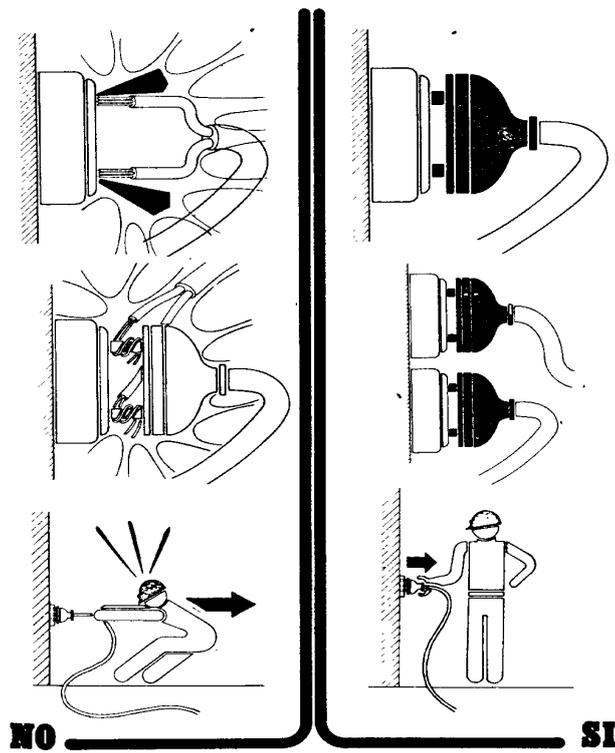
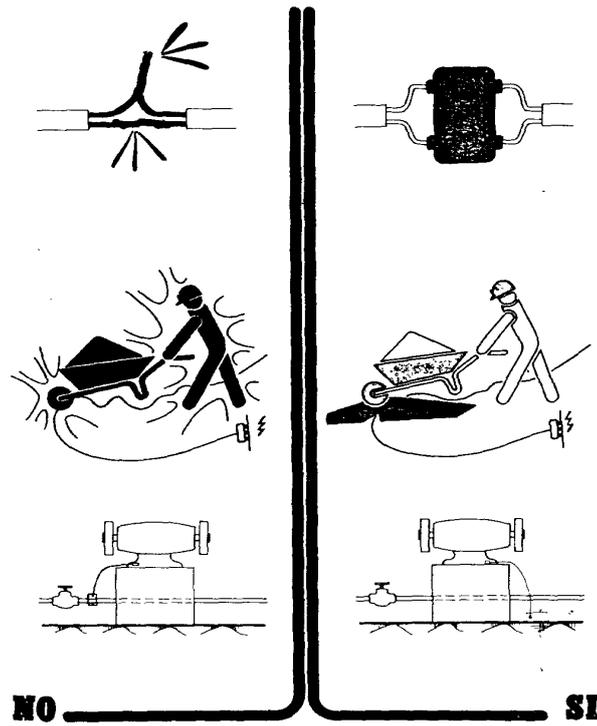
Se debe reservar un espacio suficiente entre el borde de la zanja y los materiales.

Las zanjas deben entibarse.

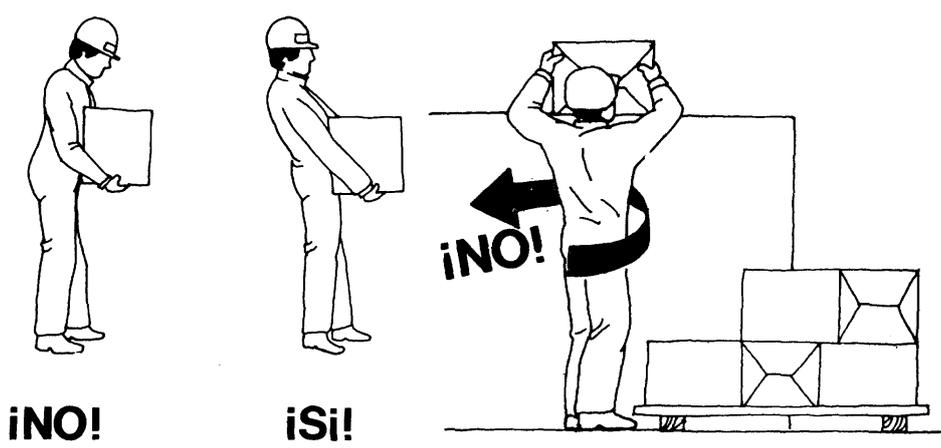
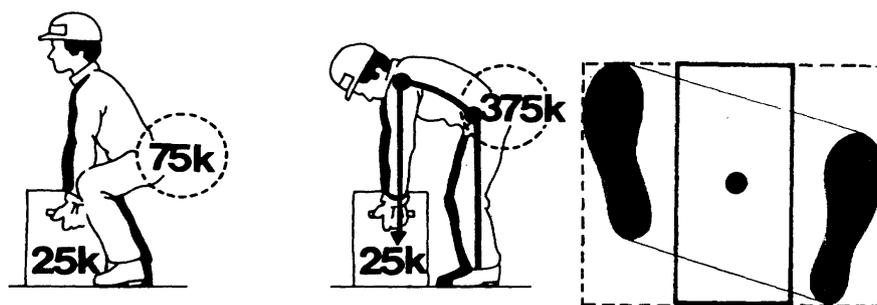


### INSTALACION ELECTRICA PROVISIONAL DE OBRA

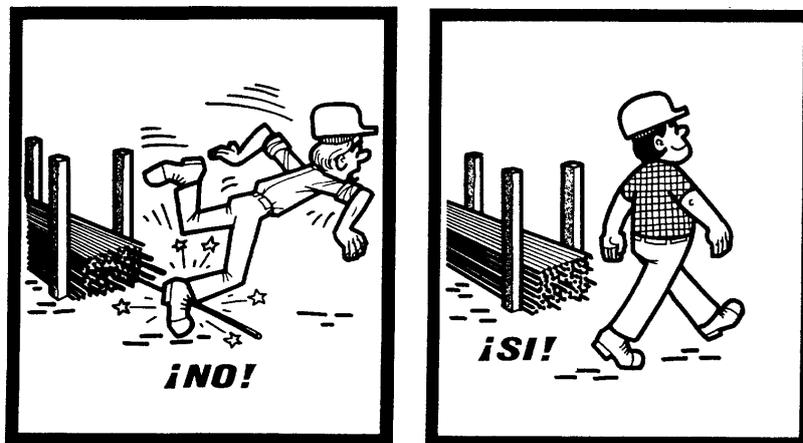




MANIPULACION MANUAL DE CARGAS



### ORDEN Y LIMPIEZA



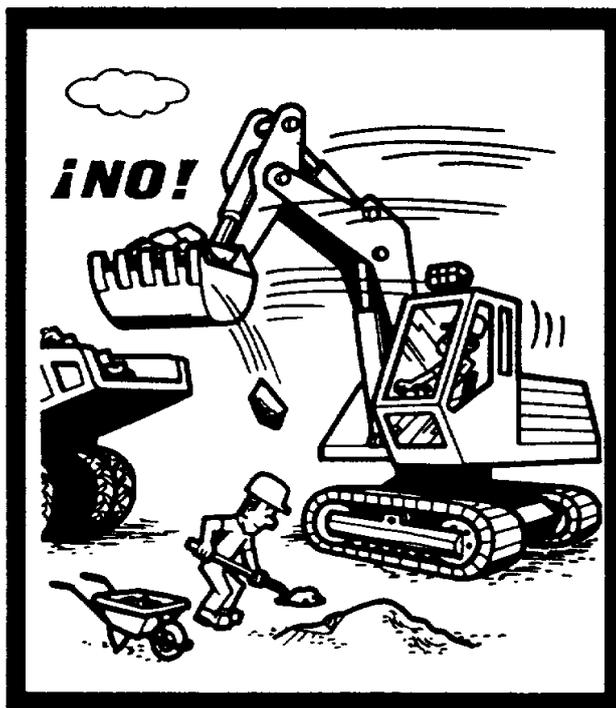
Almacenar los materiales correctamente para evitar todos los riesgos de accidentes debidos al paso de los trabajadores.



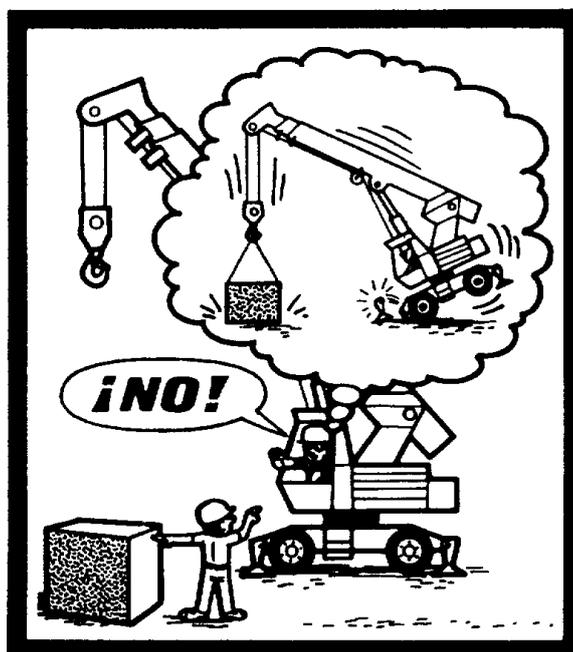
Mantener los puestos de trabajo en orden, los materiales ordenados, la circulación despejada, así se evitarán los resbalones y las caídas.



## MAQUINARIA DE OBRA



Permanecer fuera del radio de acción de la maquinaria de obra



No sobrepasar la carga máxima de utilización, que debe estar bien visible, para los montacargas, grúas y demás aparatos de elevación.



Buen apoyo de la grúa en el suelo. Uso de tablones de madera

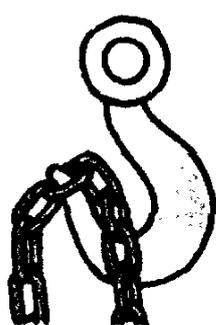


Estabilizadores de la grúa extendidos en su totalidad

## ELEMENTOS DE IZADO



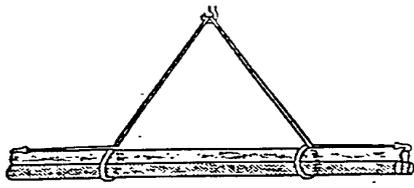
Aislar de las aristas vivas las eslingas, cadenas y cuerdas.



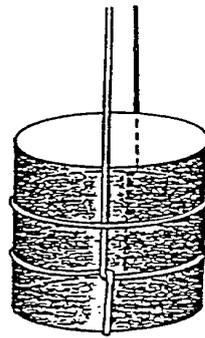
**NO**



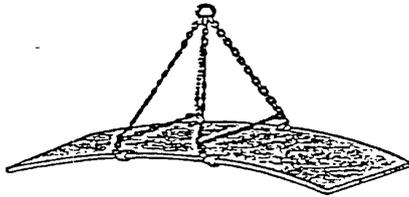
**SI**



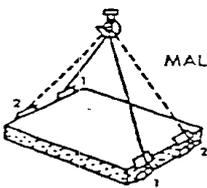
CARGA LARGA (DOS ESLINGAS)



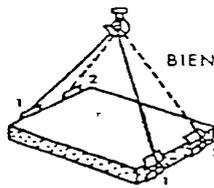
AMARRE DE BIDONES



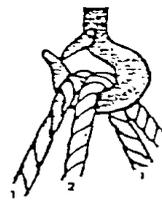
PLANCHA LARGA



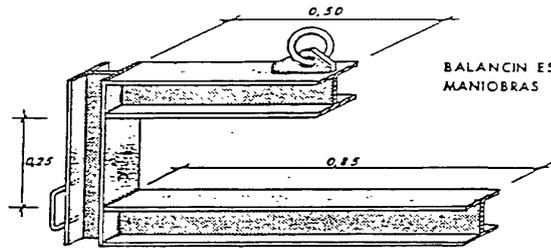
MAL



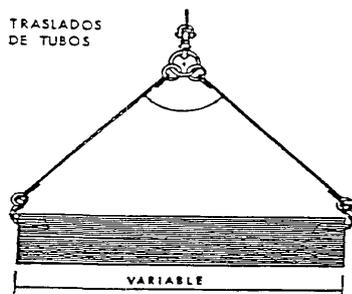
BIEN



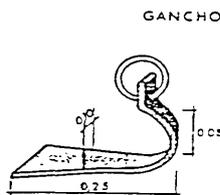
CARGA CON DOS ESLINGAS SIN FIN



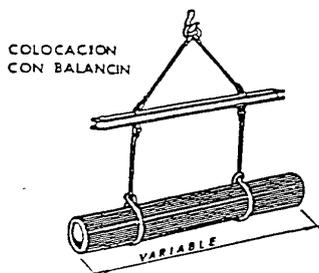
BALANCIN ESPECIAL PARA MANIOBRAS DE OVIDES.



TRASLADOS DE TUBOS



GANCHO

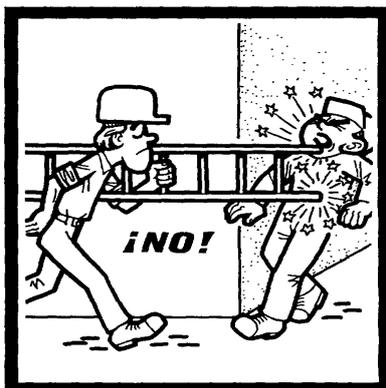


COLOCACION CON BALANCIN



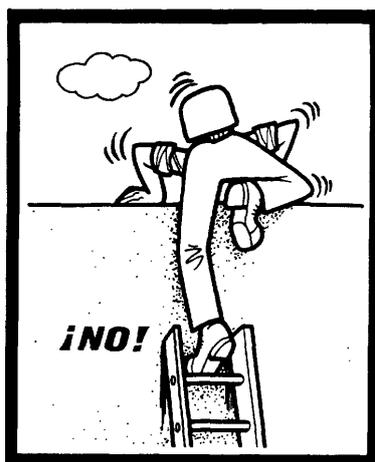
DETALLE DE AMARRE

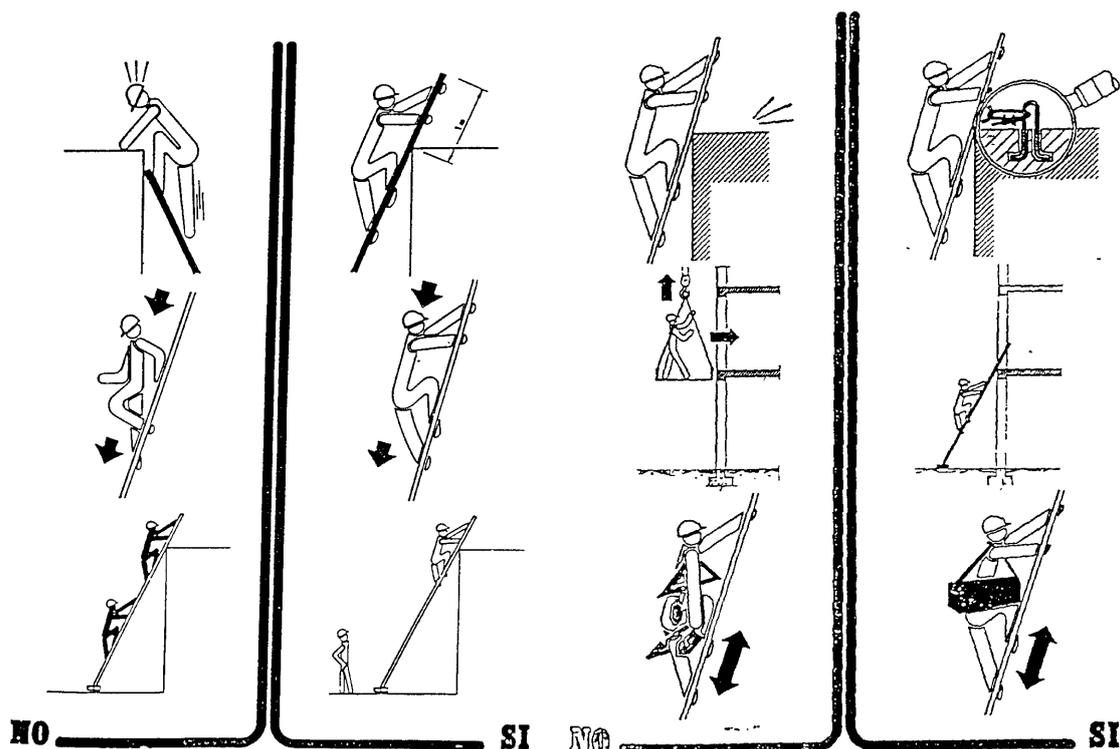
### ESCALERAS



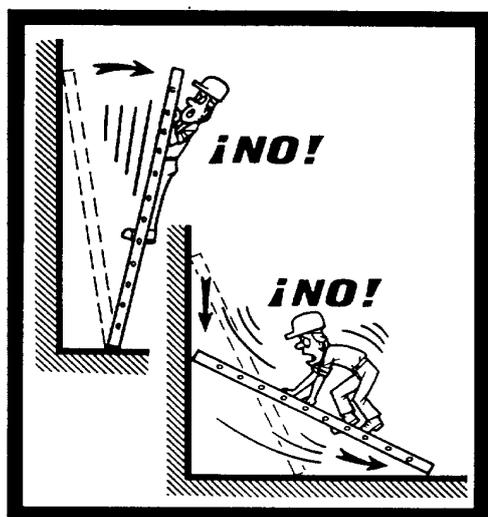
Instalar las escaleras sobre un suelo estable, contra una superficie sólida y fija, y de forma que no puedan resbalar, ni bascular.

Hacer traspasar las escaleras por lo menos un metro por encima del piso de trabajo al que dan paso.

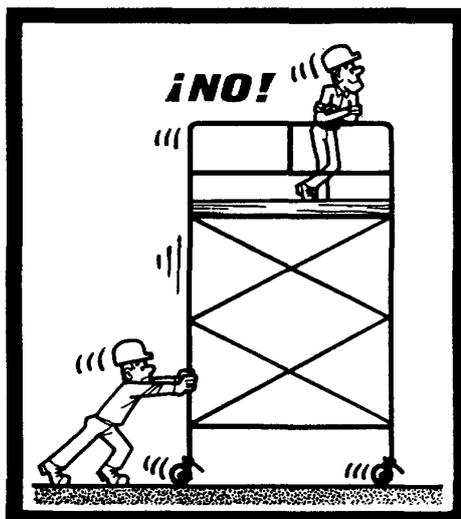




Vigilar que la separación del pié de escalera, de la superficie de apoyo, sea la correcta.



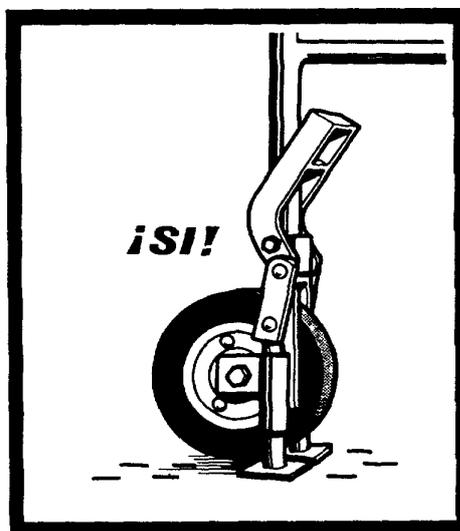
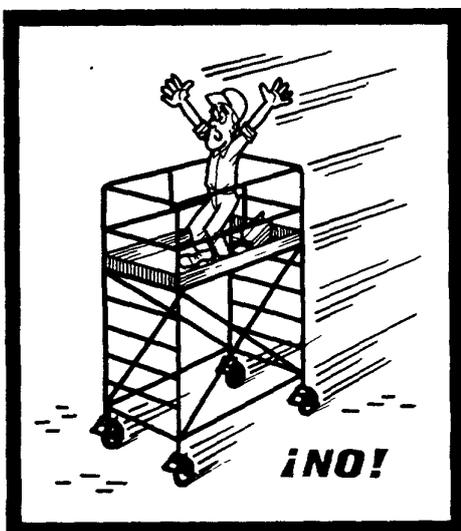
ANDAMIOS



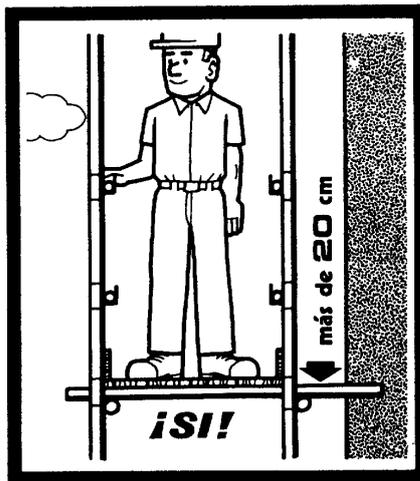
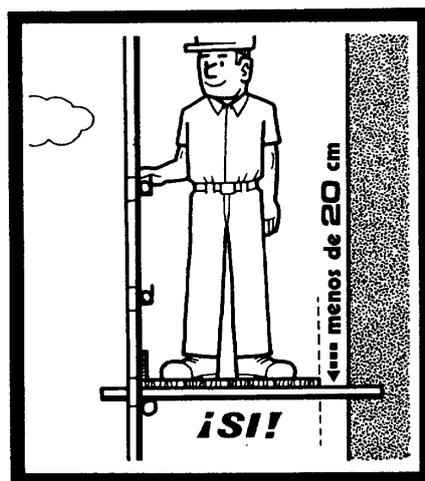
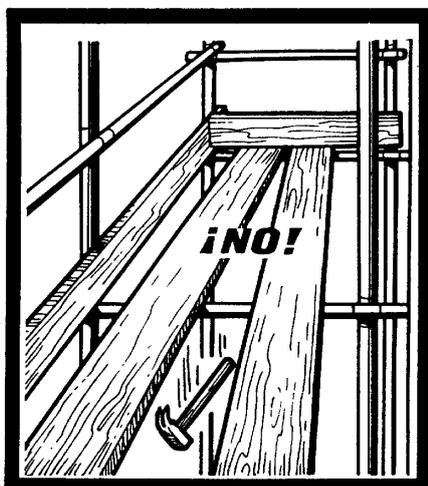
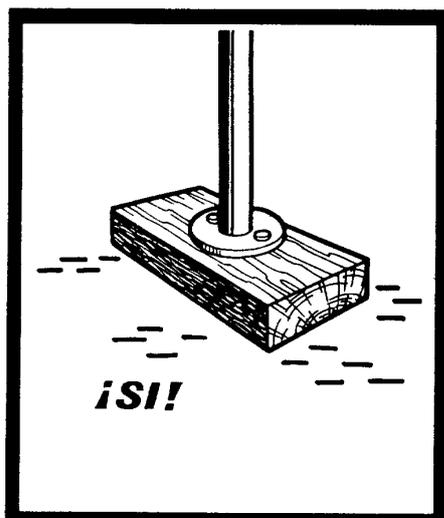
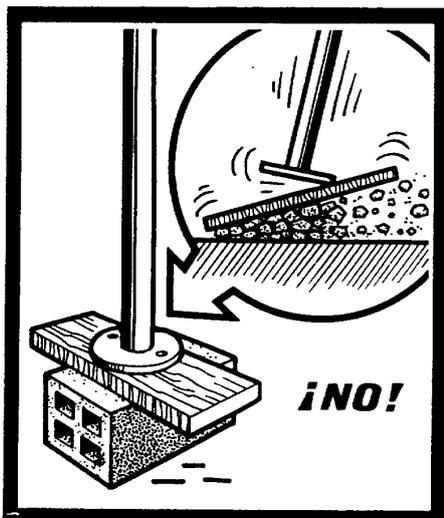
Los andamios rodantes sólo deben ser desplazados lentamente, prefiriendo el sentido longitudinal, sobre suelos bien despejados.

Nadie debe encontrarse en el andamio durante los desplazamientos.

Antes de cualquier desplazamiento, asegurarse de que no pueda caer ningún objeto.



Antes de subir a un andamio rodante, bloquear las ruedas y si es necesario colocar los estabilizadores.



## **1.11. MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

### **1.11.1. Mediciones**

Las mediciones relacionadas con los temas de Seguridad y Salud para la prevención de riesgos, se dimensionarán para su empleo y posterior presupuestación. A efectos de sistematización se establecen los siguientes conceptos:

Prevención y formación

Servicio Médico

Protecciones colectivas

Protecciones personales

Instalaciones de Higiene

Los criterios de medición y presupuestación de cada concepto, se indican a continuación:

#### **PREVENCIÓN Y FORMACIÓN**

La medición se realiza en base a Horas-hombre correspondientes al Técnico de Seguridad y Salud, que se prevén dedicar a la asistencia técnica, inspección, formación, etc.

#### **SERVICIO MÉDICO**

Comprende el reconocimiento anual a cada uno de los trabajadores que intervengan en la ejecución de la obra, así como la emisión del informe correspondiente respecto a si resulta o no apto para el trabajo a desarrollar. Su presupuestación se realiza en base importe por trabajador.

#### **PROTECCIONES COLECTIVAS**

La medición se realiza en base a una determinada dotación anual por operario. Su presupuestación se obtiene partiendo de la citada dotación anual, precio unitario, número de operarios y duración estimada de la obra.

#### **PROTECCIONES INDIVIDUALES**

Tanto su medición como presupuestación, se realiza en base a los mismos conceptos indicados en el concepto anterior de protecciones colectivas.

#### **INSTALACIONES DE HIGIENE Y PRIMEROS AUXILIOS**

Su medición se realiza en base a las unidades previstas, precio unitario, número de operarios y duración estimada de la obra.

### 1.11.2. Presupuesto

La presupuestación del estudio de Seguridad y Salud, se realiza en base a los conceptos indicados en puntos anteriores, se supondrá un tiempo estimado de duración de obra de cinco meses (5/12 año/fracción) y con una media de 6 trabajadores.

#### 1.11.2.1. Prevención y formación

Nº ORDEN	DESCRIPCIÓN	HORAS-HOMBRE-MES	PRECIO UNIDAD [€]	DURACIÓN ESTIMADA [MESES]	COSTE [€]
1	Asistencia técnica, inspecciones, informes...	40 horas	24	5	4.800,00
2	Reuniones de seguridad	1 reuniones	144	5	720,00
3	Formación	0,5 reuniones	240	5	600,00
Subtotal					6.120,00

#### 1.11.2.2. Servicio médico

Nº ORDEN	DESCRIPCIÓN	Nº OPERARIOS	PRECIO UNIDAD [€]	DURACIÓN ESTIMADA [MESES]	COSTE [€]
1	Reconocimiento médico	6	24	5 / 12	60,00
Subtotal					60,00

#### 1.11.2.3. Protecciones colectivas

Nº ORDEN	DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN ANUAL OPERARIO	PRECIO UNIDAD [€]	Nº DE OPERARIOS PREVISTOS	DURACIÓN ESTIMADA [MESES]	COSTE [€]
1	Cerramientos / vallas de obra	0,25	3.000	6	5 / 12	1,875,00
2	Barandillas	0,25	36	6	5 / 12	22,50

3	Señalización zona de trabajo	0,25	12	6	5 / 12	7,50
4	Cintas de balizamiento	2	9	6	5 / 12	45,00
5	Vallas metálicas	0,5	24	6	5 / 12	30,00
6	Andamios	0,15	1.200	6	5 / 12	450,00
7	Chapa protección huecos	0,25	40	6	5 / 12	25,00
8	Escaleras de mano	0,5	48	6	5 / 12	60,00
9	Protección ferralla	30	0,15	6	5 / 12	11,25
10	Extintores portátiles	0,25	100	6	5 / 12	62,50
11	Líneas de vida	0,5	95	6	5 / 12	118,75
Subtotal						2.707,50

#### 1.11.2.4. Protecciones individuales

Nº ORDEN	DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN ANUAL OPERARIO	PRECIO UNIDAD [€]	Nº DE OPERARIOS PREVISTOS	DURACIÓN ESTIMADA [MESES]	COSTE [€]
1	Casco seguridas	1,25	3,60	6	5 / 12	11,25
2	Gafas contra impactos	1	18	6	5 / 12	45,00
3	Gafas ambientes pluvígenos	1	18	6	5 / 12	45,00

4	Gafas soldadura autógena	1	18	6	5 / 12	45,00
5	Guantes de trabajo	12	3	6	5 / 12	90,00
6	Guantes de goma	3	3	6	5 / 12	22,50
7	Guantes aislantes	1	36,06	6	5 / 12	90,15
8	Pantalla arco eléctrico	1	12	6	5 / 12	30,00
9	Mascarilla ambientes pluvígenos	6	1,80	6	5 / 12	27,00
10	Protecciones auditivas	2	7,20	6	5 / 12	36,00
11	Manguitos soldador	1	13	6	5 / 12	32,50
12	Mandil soldador	1	19	6	5 / 12	47,50
13	Polainas soldador	1	12,50	6	5 / 12	31,25
14	Cinturón banda ancha cuero	1	15	6	5 / 12	37,50
15	Arnés seguridad	0,5	36	6	5 / 12	45,00
16	Dispositivos anticaídas	0,5	84,14	6	5 / 12	105,18
17	Botas seguridad	1,25	20	6	5 / 12	62,50
18	Botas de goma	1,25	10,80	6	5 / 12	33,75
19	Traje impermeable	1	30	6	5 / 12	75,00
20	Chaleco reflectante	0,5	21	6	5 / 12	26,25
Subtotal						938,33

## 1.11.2.5. Instalaciones de Higiene y Primeros Auxilios

Nº ORDEN	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNIDAD [€]	DURACIÓN ESTIMADA [MESES]	COSTE [€]
1	Mes alquiler caseta prefabricada oficina	360	5	1.800,00
2	Mes alquiler caseta prefabricada aseos y vestuarios	360	5	1.800,00
3	Botiquín salinario de obra	90	-	90
Subtotal				3.690,00

## 1.11.2.6. Resumen del estudio de seguridad y salud

Prevención y formación	6.120,00 €
Servicio médico	60,00 €
Protecciones colectivas	2.707,50 €
Protecciones individuales	938,33 €
Instalaciones de higiene y primeros auxilios	3.690,00 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>13.515,83 €</b>

# **ANEXO IV**

# **CATÁLOGOS**

## **ÍNDICE**

ÍNDICE.....	2
1. CATÁLOGOS .....	1
1.1. CATÁLOGO AISLADORES.....	1
1.2. CATÁLOGO CONDUCTORES .....	1

# The very Best.



That's what we deliver.

Only a company that develops, produces and delivers products worldwide can provide the optimal solution for your requirements.

The specialists of PPC Insulators are dedicated to supplying you with superior advice and global support.

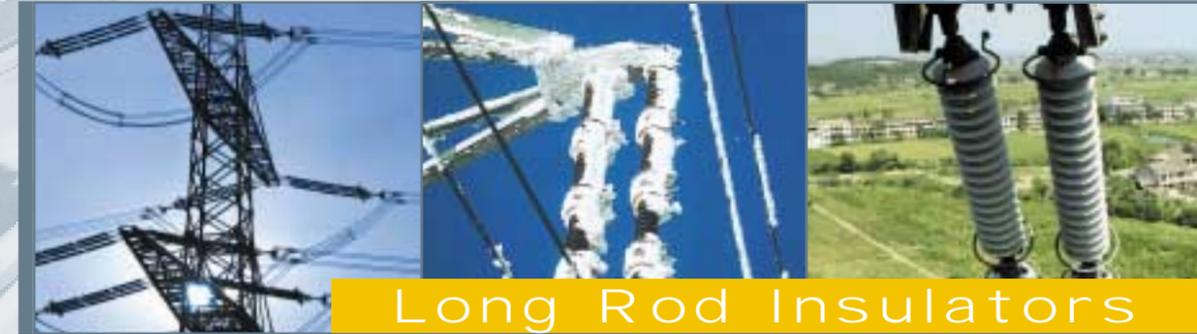
PPC Insulators quality products and service provide time-tested value to fulfill your needs!

Please visit us on the web at [www.ppcinsulators.com](http://www.ppcinsulators.com)



**PPC INSULATORS**

# The very Best.



Long Rod Insulators



**PPC INSULATORS**

# Best Performance in Engineering

## Your Request is our Challenge

› ISO 9001 › IEC › DIN › ÖNORM

Index

Excellent design  
with extra high strength

PPC Insulators is a specialist in long rod insulators with a 60 year history of experience and development of these porcelain insulators.

We produce a comprehensive range of products for overhead transmission lines up to highest system voltages of 525 kV with the most progressive technology, engineering and in-service life.

### › Standards

High Voltage Overhead Transmission Lines	PAGE	4
IEC Publications	PAGE	4
DIN	PAGE	4
ÖNORM	PAGE	4
Couplings	PAGE	5
Locking Device	PAGE	5

### › Design

Electrical Values	PAGE	6
Shed Profiles	PAGE	6
Creepage Distances	PAGE	7

### › Production

Insulating Material	PAGE	8
Insulator Cap Material (Fittings)	PAGE	8
Cementing	PAGE	8
Marking	PAGE	8
Inspection and Testing	PAGE	9

### › Application and Advantages

### › Ball and Socket Couplings

### › Locking Devices

### › Clevis and Tongue Couplings

### › Long Rod Insulators with Ball and Socket Couplings

### › Long Rod Insulators with Clevis and Tongue Couplings



PPC INSULATORS

## High Voltage Overhead Transmission Lines

To specify the correct porcelain long rod insulator, the following characteristics have to be defined:	<ul style="list-style-type: none"> <li>› specified mechanical failing load</li> <li>› minimum nominal creepage distance</li> <li>› environmental conditions and grade of pollution</li> <li>› type of coupling</li> <li>› standard lightning impulse withstand voltage</li> <li>› wet power frequency withstand voltage</li> </ul>
--	--

### Designation

PPC Insulators manufactures long rod insulators according to IEC 60433 (1998) (including the former German standard DIN 48006 (1986)).

According to

**IEC 60433** a porcelain long rod insulator is, for example, defined as follows:

**L 160 B 550**

<b>L</b>	long rod insulator
<b>160</b>	specified mechanical failing load (kN)
<b>B</b>	ball and socket coupling
<b>C</b>	clevis coupling (when B is replaced by C)
<b>550</b>	standard lightning impulse withstand voltage (kV)

According to the former German standard

**DIN 48006** the same insulator was defined as:

**LP 75/22/1250**

<b>LP</b>	porcelain long rod insulator with ball and socket coupling
<b>LG</b>	porcelain long rod insulator with clevis coupling (when LP is replaced by LG)
<b>75</b>	core diameter (mm)
<b>22</b>	number of sheds
<b>1250</b>	total length of the long rod insulator (mm)

According to the former Austrian standards

**ÖNORM** a long rod insulator was defined as shown in the following example:

**L 60/15-125**

<b>L</b>	porcelain long rod insulator with normal shed spacing
<b>60</b>	core diameter (mm)
<b>15</b>	number of sheds
<b>125</b>	mechanical failing load, average value (kN)

Variations are made by changes in the initial letter as shown:

<b>L</b>	standard design with normal creepage distance
<b>LH</b>	normal creepage distance with higher strength
<b>VL</b>	anti-pollution type
<b>NL</b>	fog type
<b>WL</b>	with alternating sheds

# Long Rod Insulators Standards

## Locking Devices

For **ball and socket couplings**, split pins conforming to **IEC 60372 (1984)** are normally used.

Most of these pins also comply with

**DIN 48063 (1978)**  
= **ÖNORM E4130 (1988)**  
**ÖNORM E4131 (1988)**

For **ball and socket couplings** complying to the locking is performed by a corresponding split pin.

**ÖNORM E4104 (1988)**

The **clevis coupling** is locked by a corresponding connecting bolt with grooved nut and cotter pin according to

**DIN 48073**

These connecting bolts are not part of regular supplies, but upon customer request, **PPC** can procure these connecting bolts.

## Couplings

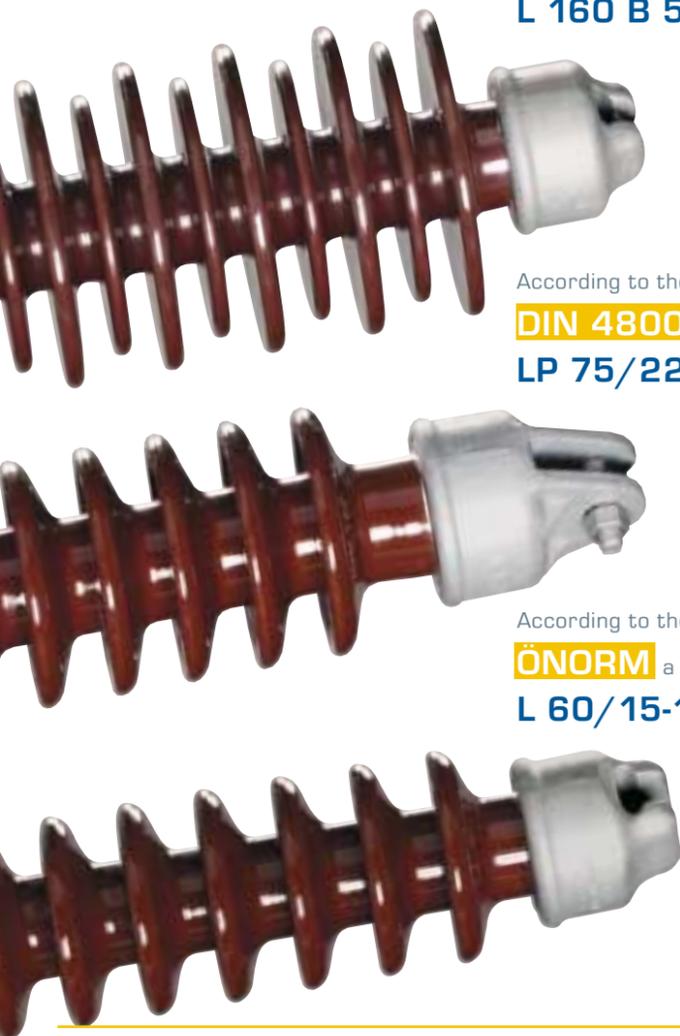
Three types of couplings for porcelain long rod insulators are available:

**Ball and socket couplings** conforming to **1. IEC 60120 (1987)**  
= **DIN 48064 (1982)**  
= **ÖNORM E4125 (1988)**

**2. ÖNORM E4104 (1988)**

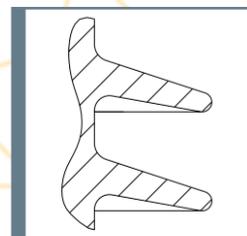
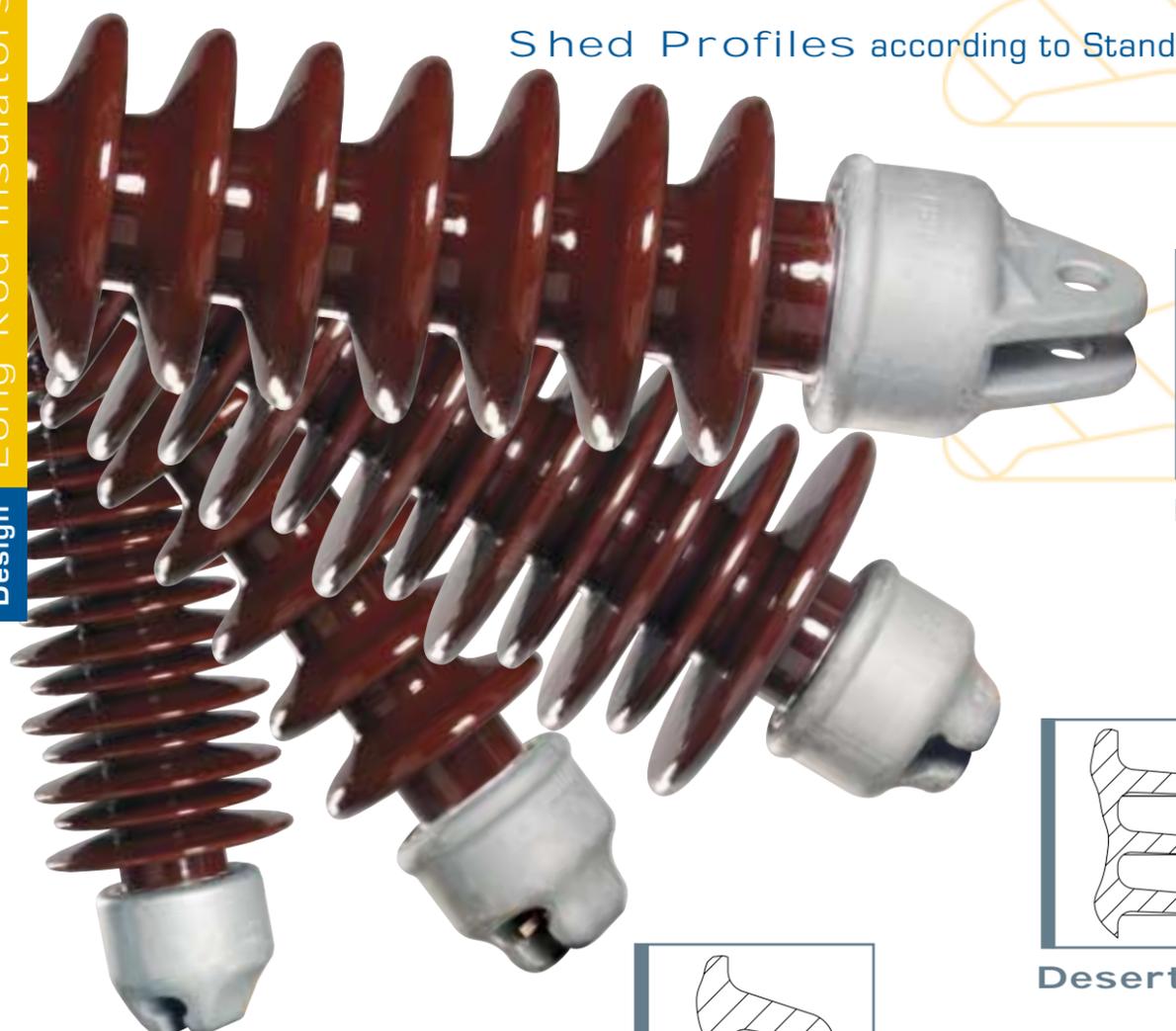
**Clevis couplings** conforming to

**IEC 60471 (1977)**  
= **DIN 48073 (1975)**  
= **DIN 48074 (1990)**  
= **ÖNORM E4126 (1984)**

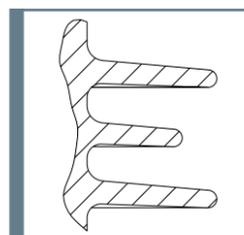


Shed Profiles according to Standard IEC 60815

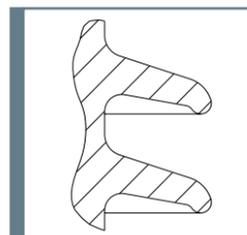
# Long Rod Insulators Design



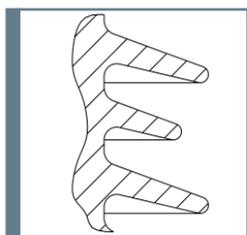
Plain shed



Desert shed



Standard shed acc. to DIN



Alternating shed

## Creepage Distances

Porcelain long rod insulators are produced with different shed profiles to optimize performance according to environmental conditions and the grade of pollution. For example, this includes



### > Fog and Salt Pollution

shed profiles for coastal areas (fog and salt pollution) which require a high protected creepage distance

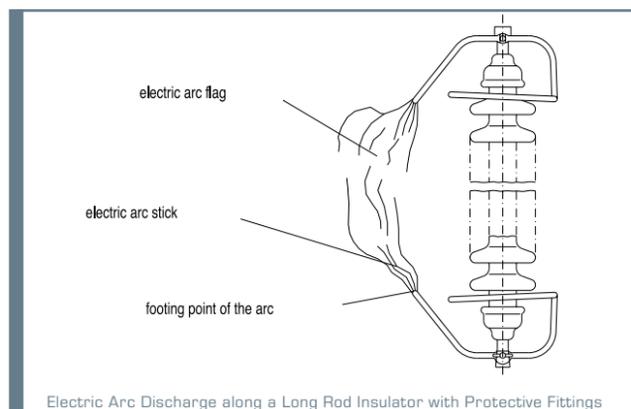
### > Dust Pollution

aerodynamic shed profiles for areas with desert conditions (dust pollution)

### > Industrial Pollution

shed profiles for areas with heavy industrial pollution

## Electrical Values

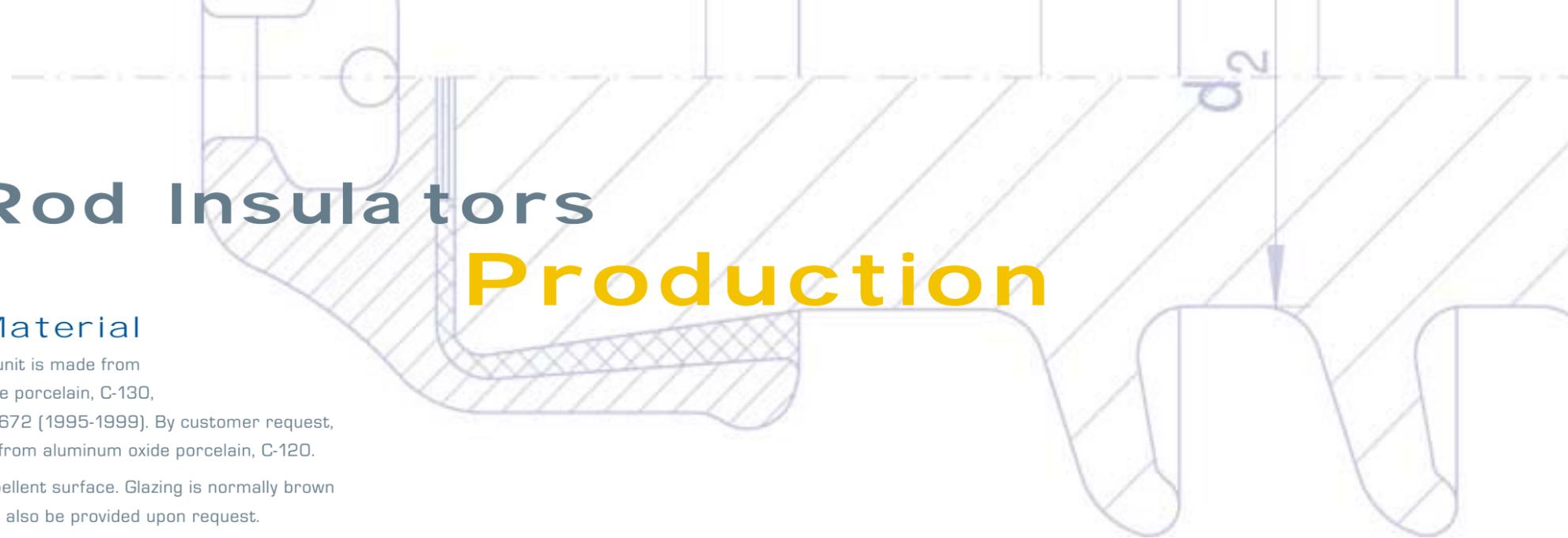


The insulation performance of a long rod insulator is a function of the length, creepage and arcing distance of the insulating part and follows the standard IEC 60071 (1982-1996).

It should be noted that to provide an accurate picture of all electrical relationships, a real tower should be constructed with all relevant distances to earth in conjunction with insulators, arcing horns and protective devices.

The recommendations of standard IEC 60815 (1986) are valid for the design of the shed profiles of porcelain insulators and for the determination of the adequate tolerances.

# Long Rod Insulators Production



## Insulating Material

The insulator body of the unit is made from high quality aluminum oxide porcelain, C-130, which conforms to IEC 60672 (1995-1999). By customer request, we can also manufacture from aluminum oxide porcelain, C-120.

Glazing provides a dirt repellent surface. Glazing is normally brown in color; however grey can also be provided upon request.



## Marking

Each porcelain long rod insulator carries the trademark of the **PPC** Insulators and of the manufacturing factory and the date of manufacture as well as the type designation and the specific mechanical failing load in accordance with standard IEC 60433.



## Cementing

Cementing is provided with a lead-antimony alloy as standard although it is also possible to provide Portland cement or sulfur cement.



## Insulator Cap Material (Fittings)

Insulator caps are manufactured in malleable cast iron, in minimum EN-GJMB-550-4 or EN-GJMW-450-7, according to standard DIN EN 1562 (1997).

The caps are hot dip galvanized according to standard DIN EN ISO 1461 (1999) with a zinc weight of min. 600 g/m<sup>2</sup> (min. 85 µm) average value.

## Inspection and Testing



Porcelain long rod insulators are tested according to standard IEC 60383 (1993).

Inspection and Testing of Porcelain Long Rod Insulators according to Standard IEC 60383

Test programme	Type tests	Sample tests	Routine tests
Dry lightning impulse withstand voltage test	✓		
Wet power-frequency withstand voltage test	✓		
Mechanical failing load test	✓	✓	
Thermal-mechanical performance test	✓		
Verification of the dimensions	✓	✓	
Verification of the displacements		✓	
Verification of the locking system		✓	
Temperature cycle test		✓	
Porosity test		✓	
Galvanizing test		✓	
Routine visual inspection			✓
Routine mechanical test			✓

# Long Rod Insulators

## Application and Advantages



**underribs on sheds not required as the core parts between the sheds contribute to insulation**

**protection against power arcs is achieved by the addition of protective fittings**

- › cascade flashovers are not possible
- › immune to thermal puncture

**minimum use of metal parts, which minimizes corrosion problems and also provides**

- › lower weight for a complete insulator set
- › simpler mounting of strings
- › low level of HF interference to radio and television transmissions

**long rod insulators can be used for tension and compression loads**

**puncture proof**  
 Long rod insulators are solid core and the theoretical puncture path through the porcelain body is almost equal to the dry arcing distance. Since porcelain has several times the dielectric breakdown strength of air, flashover, if any, always occurs in the air outside the porcelain body.

**the creepage distance is comprised of sheds and core parts which have**

- › good self-cleaning properties with respect to climatic conditions
- › better insulation performance under pollution conditions

**packaging in crates offers the maximum protection during shipping and storage**

**lowest maintenance costs**

**long rod insulators can be checked ultrasonically for mechanical soundness**

**electrically and mechanically stressed zones are separated**

**routine test load = 80% of the specified mechanical failing load**

**long rod insulators are recommended for use in direct current applications because there is**

- › no pin corrosion
- › no ion migration
- › no problems with thermal runaway effects

**minimum total life cycle costs through high reliability**

**low surface leakage current resulting in reduced transmission losses**

**self-fractures of long rod insulators made of aluminum oxide porcelain are not known**

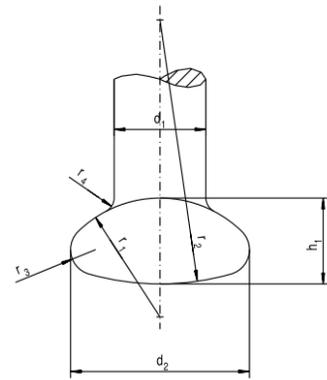
**insulator body made of aluminum oxide porcelain**

- › high mechanical strength
- › free of internal stresses
- › no measurable aging
- › resistant to salt pollution
- › high resistance to temperature variations
- › high resistance to vandalism

# Long Rod Insulators Ball and Socket Couplings

Standard IEC 60120

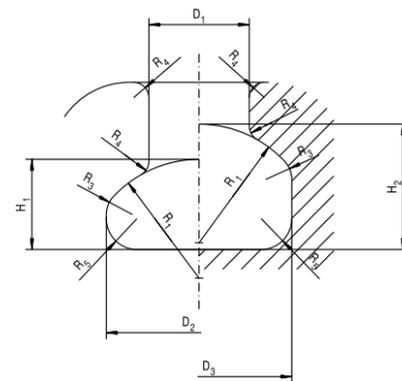
## Dimensions of the Pin Ball



Designated size of coupling	d <sub>1</sub> (mm)	d <sub>2</sub> (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	r <sub>1</sub> (mm)	r <sub>2</sub> (mm)	r <sub>3</sub> <sup>*</sup> (mm)	r <sub>4</sub> (mm)
11	11.9 <sup>+0</sup> <sub>-1.1</sub>	22.8 <sup>+0</sup> <sub>-1.3</sub>	9.1 <sup>+0</sup> <sub>-1.2</sub>	35	35	3.5	1.5 <sup>+1</sup> <sub>-0</sub>
16	17 <sup>+0</sup> <sub>-1.2</sub>	33.3 <sup>+0</sup> <sub>-1.5</sub>	13.4 <sup>+0</sup> <sub>-1.3</sub>	23	50	3	3 <sup>+1</sup> <sub>-0.5</sub>
20	21 <sup>+0</sup> <sub>-1.3</sub>	41 <sup>+0</sup> <sub>-1.6</sub>	19.5 <sup>+0</sup> <sub>-1.4</sub>	27	60	5.7	3.5 <sup>+1</sup> <sub>-1</sub>
24	25 <sup>+0</sup> <sub>-1.4</sub>	49 <sup>+0</sup> <sub>-1.8</sub>	21 <sup>+0</sup> <sub>-1.7</sub>	40	70	6.6	4 <sup>+1.5</sup> <sub>-1</sub>
28	29 <sup>+0</sup> <sub>-1.5</sub>	57 <sup>+0</sup> <sub>-1.9</sub>	23.5 <sup>+0</sup> <sub>-1.8</sub>	55	80	8	4.5 <sup>+1.5</sup> <sub>-1</sub>
32	33 <sup>+0</sup> <sub>-1.6</sub>	65 <sup>+0</sup> <sub>-2.1</sub>	27 <sup>+0</sup> <sub>-1.9</sub>	70	90	10	5 <sup>+1.5</sup> <sub>-1</sub>

\* given for guidance

## Dimensions of the Socket End

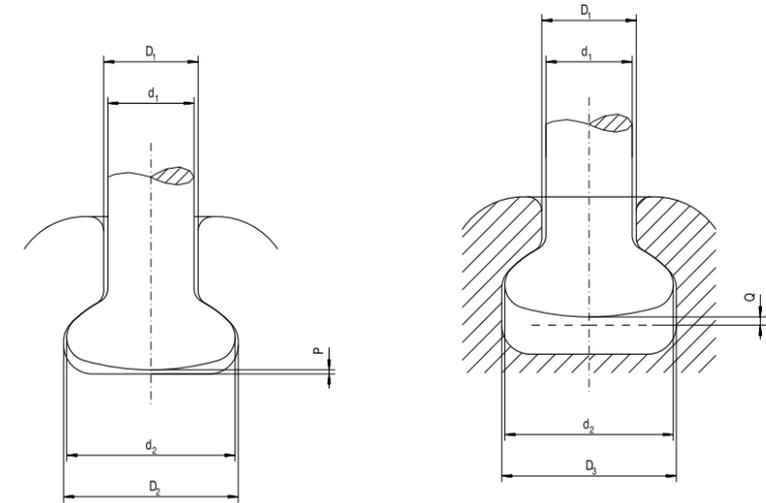


Designated size of coupling	D <sub>1</sub> (mm)	D <sub>2</sub> <sup>*</sup> (mm)	D <sub>3</sub> <sup>*</sup> (mm)	H <sub>1</sub> (mm)	H <sub>2</sub> <sup>*</sup> (mm)	R <sub>1</sub> (mm)	R <sub>2</sub> (mm)	R <sub>3</sub> (mm)	R <sub>4</sub> (mm)	R <sub>5</sub> (mm)	T <sup>**</sup> (mm)
11	12.5 <sup>+1.3</sup> <sub>-0</sub>	24.5	24.5	10.5 <sup>+1.3</sup> <sub>-0</sub>	15.5	35	4	1.5	4	4	4.8
16A	19.2 <sup>+1.6</sup> <sub>-0</sub>	34.5	34.5	14.5 <sup>+1.6</sup> <sub>-0</sub>	20.5	23	3	3	5	5	5.5
16B	19.2 <sup>+1.6</sup> <sub>-0</sub>	34.5	34.5	17 <sup>+1.6</sup> <sub>-0</sub>	25	23	3	3	5	5	7.9
20	23 <sup>+2.1</sup> <sub>-0</sub>	42.5	42.5	20.5 <sup>+2.1</sup> <sub>-0</sub>	28.5	27	6	3.5	7	7	7.0
24	27 <sup>+2.5</sup> <sub>-0</sub>	51	51	23.5 <sup>+2.5</sup> <sub>-0</sub>	33.5	40	5	4	10	10	8.7
28	32 <sup>+2.9</sup> <sub>-0</sub>	59	59	26 <sup>+2.9</sup> <sub>-0</sub>	36.5	55	8	4.5	12	12	10.5
32	36 <sup>+3.3</sup> <sub>-0</sub>	67.5	67.5	30 <sup>+3.3</sup> <sub>-0</sub>	42	70	10	5	14	14	11.5

\* minimal value

\*\* minimal value of the thickness of the locking device

## Clearance between the Pin Ball and the Socket End



The pin ball in the socket entry.

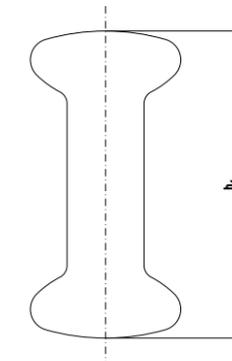
The pin ball in the socket interior.

Designated size of coupling	D <sub>1</sub> - d <sub>1</sub>		D <sub>2</sub> - d <sub>2</sub>		D <sub>3</sub> - d <sub>3</sub>		P		Q <sup>*</sup>
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	
11	0.6	3.0	1.7	1.7	1.4	3.9	1.6	1.6	
16A	2.2	5.0	1.2	1.2	1.1	4.0	1.6	1.6	
16B	2.2	5.0	1.2	1.2	3.6	6.5	3.7	3.7	
20	2.0	5.4	1.5	1.5	1.0	4.5	2.0	2.0	
24	2.5	6.4	2.0	2.0	2.5	6.7	2.8	2.8	
28	3.0	7.4	2.0	2.0	2.5	7.2	3.0	3.0	
32	3.0	7.9	2.5	2.5	3.0	8.2	3.5	3.5	

\* clearance between the pin ball and the locking device

## Dimensions of the Twin-Balled Pins

Designated size of coupling	h <sub>4</sub> (mm)
11	47 <sup>+0</sup> <sub>-2.5</sub>
16	63 <sup>+0</sup> <sub>-3.0</sub>
20	83 <sup>+0</sup> <sub>-3.2</sub>
24	90 <sup>+0</sup> <sub>-3.5</sub>
28	97 <sup>+0</sup> <sub>-3.5</sub>
32	120 <sup>+0</sup> <sub>-4.0</sub>

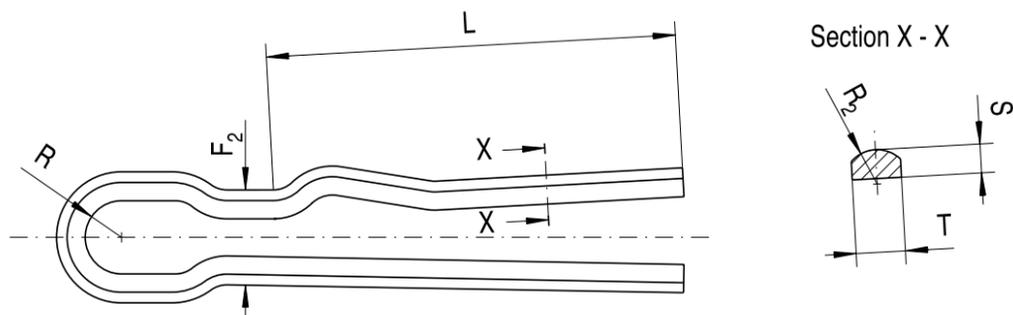


# Long Rod Insulators

## Locking Devices

Standard IEC 60372

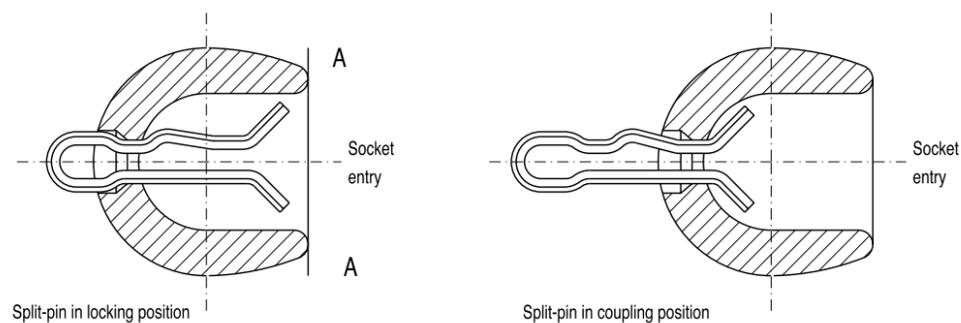
### Dimensions of the Split - Pin (V-Type) for Ball and Socket Couplings



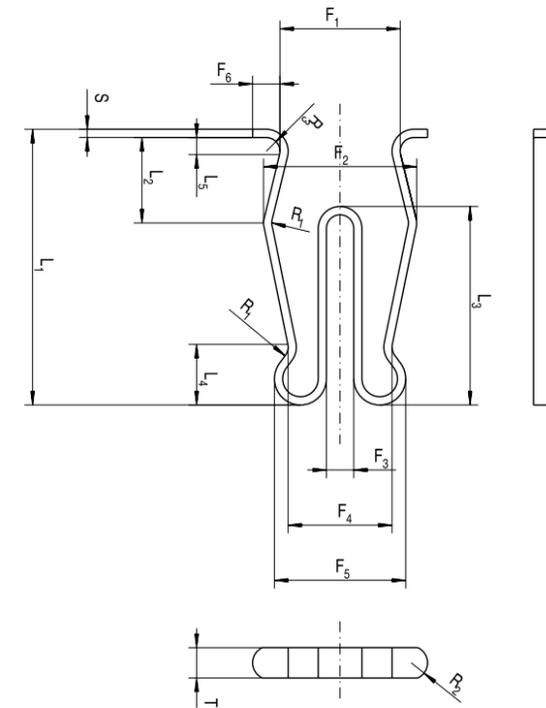
Designated size of standard coupling	Standard V-type split-pin						Alternative V-type split-pin*
	S	T	R <sub>2</sub>	F <sub>2min</sub>	R <sub>min</sub>	L <sub>min</sub>	F <sub>2 max</sub>
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
11	2.2 ± 0.1	4.8 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	3.3	8.2	2.5	29	7.3
16A	3.2 ± 0.1	5.5 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	3.8	10.3	3.0	38	9.2
16B	3.2 ± 0.1	7.9 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	4.8	10.7	3.0	38	9.7
20	3.2 ± 0.1	7.0 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	4.8	10.7	3.0	49	9.7
24	4.0 ± 0.1	8.7 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	5.7	12.8	3.5	60	11.7
28	4.5 ± 0.1	10.0 <sup>+0.3</sup> <sub>0</sub>	6.2	13.8	3.5	71	12.7
32	5.2 ± 0.1	11.5 <sup>+0.3</sup> <sub>0</sub>	7.2	15.8	3.5	81	14.7

\* all the dimensions are the same as for standard split-pins, except the value F<sub>2</sub> replaced by F<sub>2</sub><sup>max</sup>  
The dimension L<sub>max</sub> shall be specified by the purchaser of the split-pin.

#### V-Type Split-Pin in Locking and in Coupling Positions

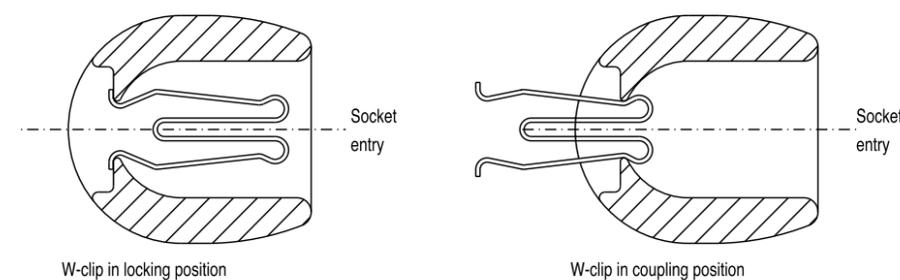


### Dimensions of the W-Clip for Ball and Socket Couplings



Designated size of standard coupling	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>	F <sub>6</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3max</sub>	S	T
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
11	15	20	4	13	19	4 <sup>+0.6</sup> <sub>0</sub>	37 ± 1.5	12.0	24 ± 1.5	8.0	3	2.5	3.0	1.5	1.2 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	4.8 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>
16A	22	28	5	19	24	5 <sup>+1</sup> <sub>0</sub>	50 ± 1.5	15.5	36 ± 1.5	10.5	3	2.5	3.0	2.5	1.5 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	5.5 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>
16B	22	28	5	19	24	5 <sup>+1</sup> <sub>0</sub>	50 ± 1.5	15.5	36 ± 1.5	10.5	3	2.5	4.5	2.5	1.5 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	7.9 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>
20	22	30	5	19	24	5 <sup>+1</sup> <sub>0</sub>	62 ± 1.5	15.5	42 ± 1.5	10.5	3	2.5	4.5	2.5	2.0 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	7.0 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>
24	22	30	5	19	25	5 <sup>+1</sup> <sub>0</sub>	72 ± 1.5	15.5	50 ± 1.5	10.5	3	2.5	5.0	2.5	2.0 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	8.7 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>
28	24	32	6	21	28	6 <sup>+1</sup> <sub>0</sub>	83 ± 1.5	16.0	62 ± 1.5	12.5	4	3.0	6.0	3.0	2.2 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	10.0 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>
32	26	36	6	24	33	7 <sup>+1</sup> <sub>0</sub>	96 ± 1.5	18.0	71 ± 1.5	16.0	4	3.0	7.0	3.0	2.6 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	11.5 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>

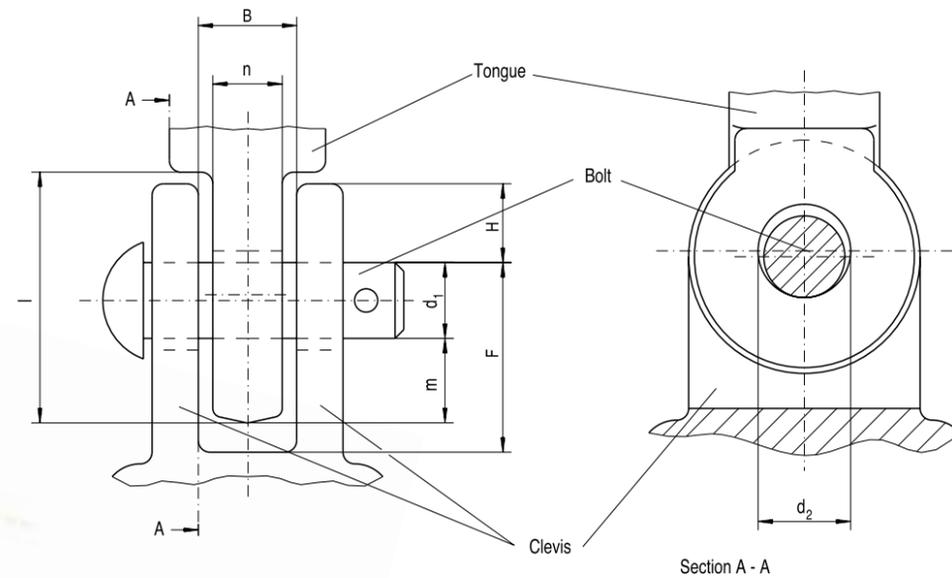
#### W-Clip in Locking and in Coupling Positions



# Long Rod Insulators Clevis and Tongue Couplings

Standard IEC 60471

## Dimensions of Clevis and Tongue Coupling

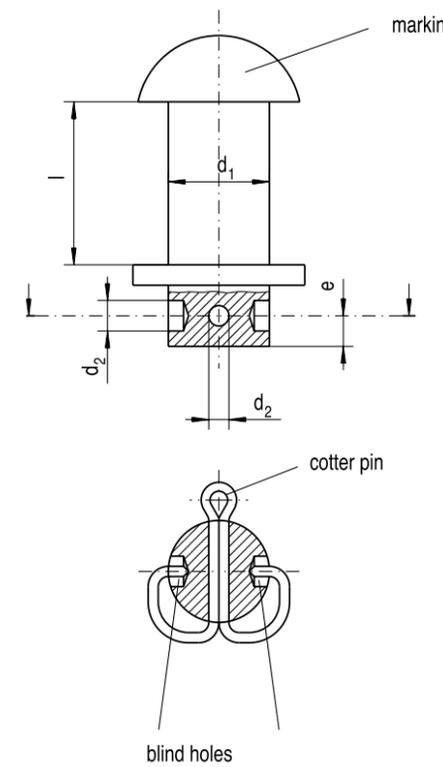


Designation		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	n	B	m	F	H	l
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
13L	Min.	12.8	14	12	14	10	32	-	45
	Nom.	13	14	13	14	13	-	-	-
	Max.	13.5	15	13.5	15.5	15	34.5	15	-
19L	Min.	18.6	19.8	17.5	20	14.5	46	-	65
	Nom.	19	20	19	20	18	-	-	-
	Max.	19.4	21.4	19.5	22	22	48.5	22	-
22L	Min.	21.8	23	17.5	20	17.5	53	-	75
	Nom.	22	24	19	20	22	-	-	-
	Max.	22.6	24.6	19.5	22	25	55.5	25	-
25L	Min.	24.2	26	23	26	18	57.5	-	80
	Nom.	25	27	24	26	23	-	-	-
	Max.	25.6	28	25.5	28	26.5	60	26.5	-
28L	Min.	27.2	29	23	26	21.5	67	-	90
	Nom.	28	30	24	26	26	-	-	-
	Max.	28.6	31	25.5	28	30	69.5	30	-
32L	Min.	31.2	33	23	26	24.5	77	-	100
	Nom.	32	34	24	26	29	-	-	-
	Max.	32.6	35	25.5	28	33	79.5	33	-

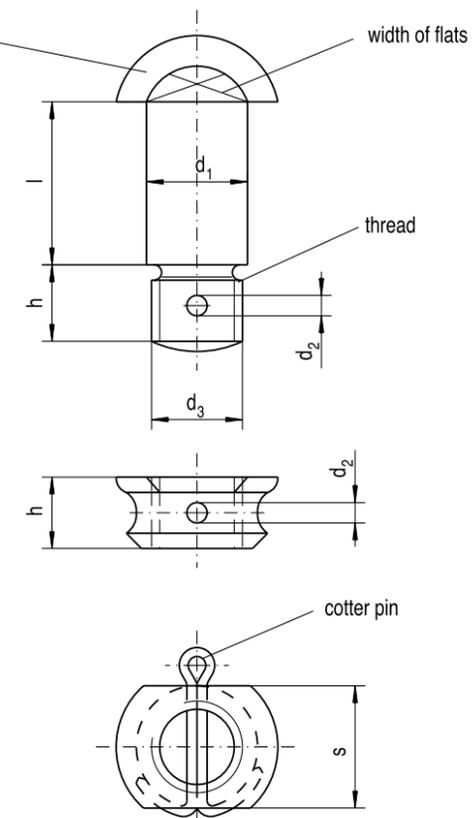
Standard DIN 48 073

## Dimensions of Connecting Bolts

Shape N  
with cotter pin  
and disk



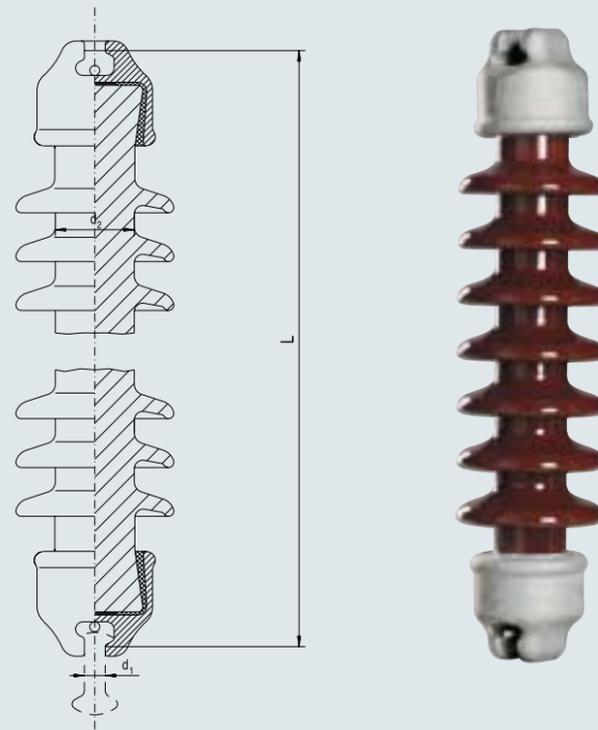
Shape S  
with grooved nut  
and cotter pin



Designation	d <sub>1</sub>	l + 2*	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	e + 2	h ± 2	Width of flats s	Disk acc. to	Cotter pin acc. to
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	DIN 1441	DIN 94
N 13	13 <sup>+0.3</sup> <sub>-0.6</sub>	28, 32, 40, 45	5*	-	5	-	-	15	4 x 25
S 13	-	-	5	M12	-	14	19	-	-
N 19	19 <sup>+0.3</sup> <sub>-0.6</sub>	34, 38, 43, 48, 52, 60, 105, 125, 145, 165, 185, 205, 225	6	-	6	-	-	21	5 x 45
S 19	-	-	5	M16 x 1.5	-	16	24	-	4 x 40
N 22	22 <sup>+0.5</sup> <sub>-0.3</sub>	34, 38, 43, 48, 52, 57, 60, 66	6	-	6	-	-	23	5 x 45
S 22	-	-	5	M18 x 1.5	-	16	27	-	4 x 40
N 25	25 <sup>+0.3</sup> <sub>-0.8</sub>	48, 65, 110, 130, 150, 170, 190, 210, 230, 250, 270, 290, 310, 330	6	-	6	-	-	26	5 x 50
S 25	-	-	6	M22 x 1.5	-	16	32	-	-
N 28	28 <sup>+0.4</sup> <sub>-0.8</sub>	43, 48, 52, 57, 75, 83, 215, 235, 255, 275, 295, 315, 335	6	-	8	-	-	29	5 x 50
S 28	-	-	6	M24 x 2	-	20	36	-	-
N 32	32 <sup>+0.5</sup> <sub>-0.8</sub>	43, 48, 52, 57, 83, 215, 235, 255, 275, 295, 315, 335	6	-	8	-	-	33	5 x 71
S 32	-	-	6	M27 x 2	-	20	41	-	-

\* Section of the length depending on outside distance of clevis

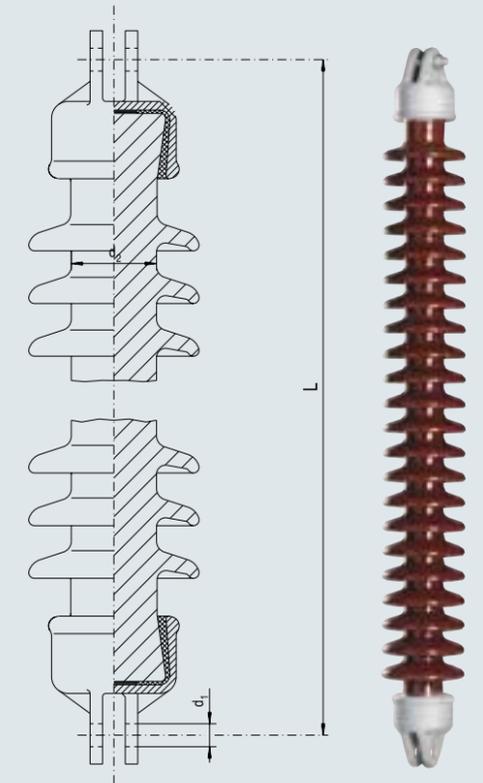
# Long Rod Insulators with Ball and Socket Couplings



Characteristics of Long Rod Insulators with Ball and Socket Couplings "B" according to the Standard IEC 60433 (1998) and according to the former German Standard DIN 48006 / Part 1

Designation		Core diameter d <sub>2</sub>	Highest system voltage U <sub>m</sub>	Standard lightning impulse withstand voltage	Wet power frequency withstand voltage	Specified mechanical failing load	Routine mechanical test load	Minimum nominal creepage distance (1.6 mm/kV)	Maximum nominal length L	Standard coupling size (pin diameter) d <sub>1</sub>
according to IEC 60433	according to former DIN 48006/1									
L 40 B 170	LP 60/5/380	60	36	170	70	40	32	576	380	11
L 60 B 170	LP 60/5/390	60	36	170	70	60	48	576	400	
L 100 B 170	-	60	36	170	70	100	80	576	450	16
L 100 B 250	-		52	250	95	100	80	832	580	
L 100 B 325	LP 60/19/870		72.5	325	140	100	80	1160	870	
L 100 B 450	-		123	450	185	100	80	1968	1085	
L 100 B 550	LP 60/30/1240	123	550	230	100	80	1968	1240	16	
L 120 B 325	LP 60/19/870	60	72.5	325	140	120	96	1160		870
L 120 B 450	-		123	450	185	120	96	1968		1085
L 120 B 550	LP 60/30/1240		123	550	230	120	96	1968	1240	
L 120 B 650	-	145	650	275	120	96	2320	1430	20	
L 160 B 325	LP 75/14/870	75	72.5	325	140	160	128	1160		885
L 160 B 450	-		123	450	185	160	128	1968		1100
L 160 B 550	LP 75/22/1250		123	550	230	160	128	1968	1255	
L 160 B 650	-	145	650	275	160	128	2320	1445	20	
L 210 B 325	LP 85/14/900	85	72.5	325	140	210	168	1160		905
L 210 B 450	-		123	450	185	210	168	1968		1120
L 210 B 550	LP 85/22 /1270		123	550	230	210	168	1968	1275	
L 210 B 650	-	145	650	275	210	168	2320	1465	24	
L 250 B 550	LP 95/22/1300	95	123	550	230	250	200	1968		1305
L 250 B 650	-		145	650	275	250	200	2320		1500
L 300 B 550	LP 105/22/1330		123	550	230	300	240	1968	1330	
L 300 B 650	-	145	650	275	300	240	2320	1520	24	

# Long Rod Insulators with Clevis and Tongue Couplings



Characteristics of Long Rod Insulators with Clevis and Tongue Couplings "C" according to the Standard IEC 60433 (1998) and according to the former German Standard DIN 48006 / Part 2

Designation		Core diameter d <sub>2</sub>	Highest system voltage U <sub>m</sub>	Standard lightning impulse withstand voltage	Wet power frequency withstand voltage	Specified mechanical failing load	Routine mechanical test load	Minimum nominal creepage distance (1.6 mm/kV)	Maximum nominal length L	Standard coupling size (connecting bolt diameter) d <sub>1</sub>
according to IEC 60433	according to former DIN 48006/2									
L 100 C 170	-	60	36	170	70	100	80	576	475	19
L 100 C 250	-		52	250	95	100	80	832	605	
L 100 C 325	LG 60/14/860		72.5	325	140	100	80	1160	900	
L 100 C 450	-		123	450	185	100	80	1968	1120	
L 100 C 550	LG 60/30/1270	123	550	230	100	80	1968	1270	19	
L 120 C 325	LG 60/19/900	60	72.5	325	140	120	96	1160		905
L 120 C 450	-		123	450	185	120	96	1968		1120
L 120 C 550	LG 60/30/1270		123	550	230	120	96	1968	1275	
L 120 C 650	-	145	650	275	120	96	2320	1465	19	
L 160 C 325	LG 75/14/900	75	72.5	325	140	160	128	1160		920
L 160 C 450	-		123	450	185	160	128	1968		1135
L 160 C 550	LG 75/22/1270		123	550	230	160	128	1968	1290	
L 160 C 650	-	145	650	275	160	128	2320	1465	22	
L 210 C 325	LG 85/14/940	85	72.5	325	140	210	168	1160		940
L 210 C 450	-		123	450	185	210	168	1968		1155
L 210 C 550	LG 85/22/1310		123	550	230	210	168	1968	1310	
L 210 C 650	-	145	650	275	210	168	2320	1500	22	
L 250 C 550	LG 95/22/1340	95	123	550	230	250	200	1968		1335
L 250 C 650	-		145	650	275	250	200	2320		1530
L 300 C 550	LG 105/22/1370		123	550	230	300	240	1968	1365	
L 300 C 650	-	145	650	275	300	240	2320	1560	25	

 **selt**



**SELT** es una empresa especializada en asesoramiento técnico, comercialización y venta de **CABLES** de Baja, Media y Alta Tensión: en cobre, aluminio, aluminio/acero, aleaciones especiales. Cables de fibra óptica, cables marinos... Así como Equipos y Componentes relacionados. Aportamos una amplia gama, desde la perspectiva del mercado global, que nos permite ofrecer la solución mas adecuada y competitiva, a las necesidades de nuestros clientes. Nuestra empresa la componen un equipo de profesionales con amplia experiencia nacional e internacional en fabricación y comercialización de productos para el sector eléctrico y de telecomunicaciones.

Somos proveedores habituales de compañías eléctricas y grandes empresas instaladoras, con las que colaboramos en sus proyectos internacionales.

**SELT** dispone de las Certificaciones ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, Certificado Repro y nuestros productos están certificados por AENOR, Compañías Eléctricas y por distintos Organismos Internacionales de Certificación.

Especialistas en el asesoramiento técnico y comercialización de:

- **CABLES** baja, media y alta Tensión.
- **CABLES y EQUIPAMIENTOS** de fibra óptica.
- **CABLES** navales.
- **CABLES** especiales.

Como últimas referencias de suministro, hemos obtenido la adjudicación de los cables de alimentación del tren de alta velocidad Medina - La Meca. Suministro de cables de alimentación en el proyecto integral de electrificación de los ferrocarriles de Israel. Suministro de cables BT y MT en Gas Natural Fenosa Chile, Panamá y Moldavia. Concurso EDP - España

## MERCADOS

### COMPAÑÍAS ELÉCTRICAS

- Líneas aéreas MT y AT
- Líneas subterráneas MT y AT
- Redes distribución de energía
- Aisladores composite MT y AT
- Subestaciones

### FERROCARRIL CONVENCIONAL Y ALTA VELOCIDAD

- Cables tierra
- Alimentación líneas
- Aisladores ferroviarios

### ENERGÍAS RENOVABLES

- Parques eólicos
- Parques eólicos offshore
- Parques solares
- Plantas biodiesel / biomasa

### INSTALACIONES

- Industriales
- Infraestructuras urbanas
- Autopistas
- Aero-portuarias
- Túneles

### NAVAL

- Cables navales certificados

### COMUNICACIONES

- Infraestructuras operadoras de cable
- Infraestructuras telefonía móvil/ fija
- FTTH

## PRODUCTOS

Cables baja, media y alta Tensión  
Cables Navales  
Conductores Desnudos, aluminio, aluminio-acero, aleaciones  
Fibra a la Casa FTTH  
Cables Fibra Óptica: Monomodo y Multimodo  
Cableado Estructurado y Telefónico  
Cables Instrumentación y Control

## Cables Desnudos

AAC	Conductores de Aluminio Desnudo .....	04-05
ACSR	Conductores de Aluminio con alma de acero ACSR .....	06-07
ACSR/AW	Conductores de Aluminio con alma de acero recubierta de AL (Alumoweld) .....	08
AAAC	Cables de Aleación de Aluminio .....	09-10
ACAR	Cables de Aluminio con alma de Aleación de Aluminio .....	11
OPGW	Cables de guarda con Fibra Óptica .....	12-13

## Cables Aislados

### Cables de Baja Tensión (0,6/1 kV)

· Conductores aislados BT AL unipolares .....	14
· Conductores aislados BT AL trenzados .....	15

### Cables de Media Tensión (12 a 30 kV)

· RHZ1 (AL) .....	16-17
· RH5Z1 (AL) .....	18



# AAC



## Construcción

Los cables de Aluminio o aleación son conductores cableados concéntricos, compuestos de una o más capas de hilos de Aluminio del tipo AL1 o AL2.

## Utilización

Los cables de Aluminio o aleación se utilizan normalmente en líneas aéreas.

## Normas aplicables

UNE-EN 50 889 | UNE-EN 50 183 | UNE-EN 50 182 | UNE 21 018

## All Aluminum Conductor

## Especificaciones Técnicas

Código	Nuevo Código	Sección mm <sup>2</sup>	Composición		Diámetro mm	Fuerza Nominal kN	Resistencia Eléctrica Ω/km	Peso Cable Kg/km	Capacidad de Transporte de Corriente 1 (A)
			Nº	Ømm					
16	16-AL1	15,89	7	1,7	5,1	2,84	1,802	44	110
25	24-AL1	24,25	7	2,1	6,3	4,17	1,181	67	145
35	34-AL1	34,46	7	2,5	7,5	5,74	0,833	94	180
50	49-AL1	49,48	7	3	9	7,95	0,579	135	225
50	48-AL1	48,36	19	1,8	9	8,44	0,575	133	225
70	66-AL1	65,82	19	2,1	10,5	11,25	0,437	181	270
95	93-AL1	93,27	19	2,5	12,5	15,65	0,309	256	340
120	117-AL1	117	19	2,8	14	18,75	0,246	322	390
150	147-AL1	147,1	37	2,25	15,7	25,25	0,196	406	455
185	182-AL1	181,6	37	2,5	17,5	30,45	0,159	501	520
240	243-AL1	242,5	61	2,25	20,2	39,35	0,119	670	625
300	299-AL1	299,4	61	2,5	22,5	47,55	0,097	827	710
400	400-AL1	400,1	61	2,89	26	60,7	0,072	1,105	855
500	600-AL1	499,8	61	3,3	29,1	74,5	0,058	1,381	990
625	626-AL1	626,3	91	2,96	32,6	95	0,046	1,733	1,14
800	802-AL1	802,1	91	3,35	36,8	118,2	0,036	2,219	1,34
1000	1000-AL1	999,7	91	3,74	41,1	145,5	0,029	2,766	1,54

Notas: La dirección de la colocación de la capa externa es a derechas (Z)

## All Aluminum Conductor

## Especificaciones Técnicas

### Características de conductores de aluminio usados en España - Tipo AL1

Código	Nuevo Código	Sección mm <sup>2</sup>	Composición		Fuerza Nominal kN	Resistencia Eléctrica Ω/km	Peso Cable Kg/km	Capacidad de Transporte de Corriente 1 (A)
			Nº	Ømm				
L-28	28-AL1	27,8	7	2,25	6,75	5,01	1,0268	76,2
L-40	43-AL1	43,1	7	2,80	8,40	7,33	0,663	118
L-56	55-AL1	54,6	7	3,15	9,45	9,00	0,5239	149,3
L-80	76-AL1	75,5	19	2,25	11,35	13,60	0,3804	208
L-110	117-AL1	117,0	19	2,80	14,0	19,89	0,2456	322
L-145	148-AL1	148,1	19	3,15	15,8	24,43	0,1941	407
L-180	188-AL1	188,1	19	3,55	17,8	30,09	0,1528	517
L-280	279-AL1	279,3	37	3,10	21,7	46,08	0,1038	770
L-400	301-AL1	381,4	61	2,82	25,4	64,77	0,0759	1053
L-450	454-AL1	454,5	61	3,08	27,7	74,99	0,0639	1256
L-550	547-AL1	547,3	61	3,38	30,4	90,3	0,0529	1512
L-630	638-AL1	638,3	61	3,65	32,9	102,2	0,0453	1763

Notas: La dirección de la colocación de la capa externa es a derechas (Z)



# AAC

## All Aluminum Conductor

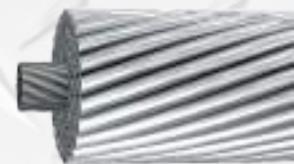
## Especificaciones Técnicas

ASTM - B 231

Designación	Tamaño	Hilos	Sección	Diámetro	Masa por Unidad de Longitud	Carga Rotura Nominal	Resistencia Eléctrica Ohm/km		Capacidad Nominal
	AWG MCM	Nº x mm	mm <sup>2</sup>	mm	kg/km	kN	C.C. 20°C	C.A. 75°C	Amps
PEACHBELL	6	7 x 1,55	13,21	4,65	36,6	2,50	1,170	2,65	110
ROSE	4	7 x 1,96	21,12	5,88	58,3	3,92	1,364	1,666	145
IRIS	2	7 x 2,47	33,54	7,41	92,7	6,01	0,857	1,049	195
PANSY	1	7 x 2,78	42,49	8,34	116,8	7,30	0,68	0,831	225
POPPY	1/0	7 x 3,12	53,52	9,36	147,5	8,86	0,539	0,659	260
ASTER	2/0	7 x 3,50	67,34	10,5	185,9	11,17	0,428	0,523	305
PHLOX	3/0	7 x 3,93	84,91	11,79	234,4	13,35	0,339	0,415	350
OXLIP	4/0	7 x 4,42	107,4	13,26	295,6	17,05	0,269	0,329	410
SNEEZEWORD	250	7 x 4,80	127,6	14,4	349,3	20,12	0,227	0,278	455
VALERIAN	250	17 x 2,91	126,4	14,55	349,3	20,74	0,227	0,278	455
DAISY	266,8	7x4,96	135,3	14,88	327,8	21,50	0,213	0,261	475
LAUREL	266,8	19 x 3,01	135,2	15,05	327,8	22,12	0,213	0,261	475
PEONY	300	19 x 3,19	151,9	15,95	419,1	24,38	0,190	0,232	515
TULIP	336,4	19 x 3,38	170,5	16,9	470	27,37	0,169	0,208	555
DAFFODIL	350	19 x 3,45	177,6	17,25	489	28,45	0,163	0,200	565
CANNA	397,5	19 x 3,68	202,1	18,4	55,4	31,64	0,143	0,166	615
GOLDENTUFT	450	19 x 3,91	228,1	19,55	682,6	35,11	0,126	0,156	665
COSMOS	477	19 x 4,02	241,2	20,1	666,4	37,20	0,119	0,147	690
SYRINGA	477	37 x 2,95	241	20,16	666,4	38,67	0,119	0,147	690
ZINNIA	500	19 x 4,95	253,3	20,60	698,6	38,98	0,114	0,137	715
HYACINTH	500	37 x 2,95	252,9	20,65	698,6	40,54	0,114	0,137	715
DAHLIA	556,5	19 x 4,35	282,4	21,75	777,4	43,39	0,102	0,126	765
MISLETOE	556,5	37 x 3,11	281,1	21,77	774,4	44,25	0,102	0,126	765
MEADOWSWEET	600	37 x 3,23	303,2	22,61	838,1	47,62	0,095	0,012	800
ORCHID	636	37 x 3,33	322,2	23,31	888,4	50,73	0,089	0,111	835
HEUHERA	650	37 x 3,37	320	23,59	908,1	51,84	0,087	0,109	855
VERBANA	700	37 x 3,49	354	24,43	977,9	55,63	0,081	0,101	880
FLAG	700	61 x 2,72	354,5	24,48	977,9	57,1	0,081	0,098	900
VIOLET	715	37 x 3,53	362,1	24,71	999,6	56,96	0,080	0,098	900
NASTURTIUM	715,5	61 x 2,75	24,75	24,71	999,6	58,3	0,795	0,098	900
PETUNNIA	750	37 x 3,62	380,8	25,34	1047,7	58,3	0,076	0,094	922

Notas: La dirección de la colocación de la capa externa es a derechas (Z)

# ACSR



AENOR



Producto  
Certificado

## Construcción

Los cables de Aluminio o aleación con alma de acero son conductores cableados concéntricos, compuestos de un alma de acero del tipo ST1A y una o más capas de hilos de aleación del tipo AL2.

## Utilización

Los cables de Aluminio o aleación con alma de acero se utilizan normalmente en líneas aéreas.

## Normas aplicables

UNE-EN 50 189 | UNE-EN 50 183 | UNE-EN 50 889 | UNE-EN 50 182 | UNE 21 018

## Características de conductores de aluminio reforzados con acero usados en España - Tipo AL1/ST1A

Código	Código	Sección			Composición Nº x Ø mm		Diámetro Total mm		Fuerza Nominal kN	Resistencia Eléctrica Ω/km	Peso Cable Kg/km
		Aluminio	Acero	Total	Aluminio	Acero					
27-AL1/4-ST1A	LA-30	26,7	4,45	31,1	6x2,38	1x2,38	2,38	7,14	9,74	1,0736	107,8
47-AL1/8-ST1A	LA-56	46,8	7,79	54,6	6x3,15	1x3,15	3,15	9,45	16,29	0,6129	188,8
67-AL1/11-ST1A	LA-78	67,3	11,2	78,6	6x3,78	1x3,78	3,78	11,34	23,12	0,4256	271,8
94-AL1/22-ST1A	LA-110	94,2	22,0	116,2	30x2,00	7x2,00	6,00	14,0	43,17	0,3067	432,5
119-AL1/28-ST1A	LA-145	119,3	27,8	147,1	30x2,25	7x2,25	6,75	15,75	54,03	0,2423	547,4
147-AL1/34-ST1A	LA-180	147,3	34,4	181,6	30x2,50	7x2,50	7,50	17,5	64,94	0,1963	675,8
242-AL1/39-ST1A	LA-280 HAWK	241,6	39,5	281,1	26x3,44	7x2,68	8,04	21,8	84,89	0,1195	976,2
337-AL1/44-ST1A	LA-380 GULL	337,3	43,7	381,0	54x2,82	7x2,82	8,46	25,4	107,18	0,0857	1274,6
402-AL1/52-ST1A	LA-455 CONDOR	402,3	52,2	454,5	54x3,08	7x3,08	9,24	2,7	123,75	0,0719	1520,5
485-AL1/63-ST1A	LA-545 CARDINAL	484,5	62,8	547,3	54x3,38	7x3,38	10,14	30,42	149,04	0,0597	1831,1
565-AL1/72-ST1A	LA-635 FINCH	565,0	71,6	636,6	54x3,65	19x2,19	10,95	32,85	174,14	0,0512	2123,0

Notas: La dirección de la colocación de la capa externa es a derechas (Z)



EN 50182

6

# ACSR

## Aluminum Conductor Steel Reinforced

## Especificaciones Técnicas

Designación	Denominación	Hilos Nº x Ø mm		Sección mm²		Diámetro mm <sup>i</sup>	
		Aluminio	Acero	Total	Aluminio	Total	Núcleo de Acero
TURKEY	6	6X1,68	1X1,68	15,52	13,3	5,04	1,68
SWAN	4	6X2,12	1X2,12	24,71	21,18	6,36	2,12
SWANATE	4	7X1,96	1X2,61	26,47	21,12	6,53	2,6
SPARROW	2	6X2,67	1X2,67	39,2	33,6	8,01	2,67
SPARATE	2	7X2,47	1X3,30	42,09	33,54	5,24	3,3
ROBIN	1	6X3,00	1X3,00	49,48	42,41	9	3
RAVEN	1/0	6X3,37	1X3,37	62,44	53,52	10,11	3,37
QUAIL	2/0	6X3,78	1X3,78	78,55	67,33	11,34	3,78
PIGEON	3/0	6X4,25	1X4,25	99,31	85,12	12,75	4,25
PENGUIN	4/0	6X4,77	1X4,77	125,09	107,22	14,31	4,77
WAXWING	266,8	18X3,09	1X3,09	142,5	135	15,45	3,09
PARTRIDGE	266,8	26X2,57	7X2,00	156,9	134,9	16,28	6
ORSTRICH	300	26X2,73	7X2,12	176,9	152,2	17,28	6,36
MERLIN	336,4	18X3,47	1X3,47	179,7	170,2	17,35	3,47
LINNET	336,4	26X2,89	7X2,25	198,4	170,6	18,31	6,75
ORIOLE	336,4	30X2,69	7X2,69	210,3	170,5	18,83	8,07
CHICKADEE	397,5	18X3,77	1X3,77	212,1	200,9	18,85	3,77
BRANT	397,5	24X3,27	7X2,18	227,7	201,6	19,62	6,54
IBIS	397,5	26X3,14	7X2,44	234	201,3	19,88	7,32
LARK	397,5	30X2,92	7X2,92	247,8	200,9	20,44	8,76
PALICAN	477	18X4,14	1X4,14	255,8	242,3	20,7	4,14
FLICKER	477	26X3,58	7X2,39	278	241,6	21,19	7,17
HAWK	477	26X3,44	7X2,67	280,8	241,6	21,77	8,01
HEN	477	30X3,20	7X3,20	297,6	241,3	22,4	9,6
OSPREY	556,5	18X4,47	1X4,47	298,2	282,5	22,35	4,47
PARAKEET	556,5	24X3,87	7X2,58	318,9	282,3	23,22	7,74
DOVE	556,5	26X3,72	7X2,89	328,5	282,6	23,55	6,67
EAGLE	556,5	27X3,30	7X3,46	347,9	282,1	24,27	1,38
PEACOCK	605	24X4,03	7X2,69	345,9	306,1	24,19	8,07
SQUAB	605	26X3,87	7X3,01	355,6	305,8	24,51	9,03
WOODUCK	605	30X3,61	7X3,61	378,8	307,1	25,27	10,83
TEAL	605	30X3,61	19X2,16	376,1	307,1	25,24	10,8
KINGBIRD	636	18X4,78	1X4,78	340,9	323	23,9	4,78
ROOK	636	24X4,14	7X2,76	365	323,1	24,84	8,28
GROSBKAK	636	26X3,97	7X3,09	321,8	25,15	9,27	1302,2
SCOTER	636	30X3,70	7X3,70	397,9	322,6	25,9	11,1
EGRET	636	30X3,70	19X2,22	396,1	322,6	25,9	11,1
SWIFT	636	36X3,38	1X3,38	332	323	23,66	3,58
FLAMINGO	666,6	24X4,23	7X2,82	381	337,3	25,38	8,46
GANNET	666,6	26X4,07	7X3,16	393,2	338,3	25,76	9,48
STILT	715,5	24X4,39	7X2,92	410,2	363,3	26,32	8,76
STARLING	715,5	26X4,21	7X3,28	421	361,9	26,68	9,84
REDWING	715,5	30X3,92	19X2,35	444,5	362,1	27,43	11,75

Notas: La dirección de la colocación de la capa externa es a derechas (Z)

ASTM - B 232

7

# ACSR/AW



6/1  
hilos



7/1  
hilos



18/1  
hilos



12/7  
hilos



24/7  
hilos



26/7  
hilos



30/7  
hilos



30/19  
hilos



45/7  
hilos



54/7  
hilos



54/19  
hilos

AENOR



Producto  
Certificado

## Construcción

Los cables de Aluminio con alma de acero recubierto de Aluminio son conductores cableados concéntricos, compuestos de una alma de uno o más hilos de acero recubierta de Aluminio del tipo 20SA y una o más capas de hilos de Aluminio del tipo AL1.

## Utilización

Los cables de Aluminio con alma de acero recubierto de Aluminio se utilizan normalmente en líneas aéreas en sustitución de los cables de Aluminio con alma de acero. Son adecuados en zonas con contaminación salina fuerte o muy fuerte.

## Normas aplicables

UNE-EN 61 232 | UNE-EN 50 889 | UNE-EN 50 182

## Aluminium Conductors - Aluminium Clad Steel Reinforced

Número de Código	Sección de Corte			Nº de hilos y Diámetro		Diámetro Total	Peso Unitario			Fuerza Nominal	Resistencia Eléctrica a 20°C
	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	Nº x mm	Nº x mm		kg/km	kg/km	kg/km		
	Aluminio	ACS	Total	Aluminio	ACS	Conductor	Aluminio	ACS	Conductor	Conductor	Conductor
LARL-30	26,7	4,4	31,1	6x2,38	1x2,38	7,14	73,2	29,3	102,5	10,2	1,0175
LARL-56	46,8	7,8	54,6	6x3,15	1x3,15	9,45	128,3	51,4	179,7	17,2	0,5808
LARL-78	67,4	11,2	78,6	6x3,78	1x3,78	11,34	185,0	74,0	259,0	23,0	0,4033
LARL-145	119,3	27,8	147,1	30x2,25	7x2,25	15,75	330,0	184,0	514,0	55,1	0,2244
LARL-180	147,3	34,3	181,6	20x2,50	7x2,50	17,50	407,0	227,0	634,0	66,3	0,1818
LARL-280	241,7	39,4	281,1	26x3,44	7x2,68	21,80	667,0	262,0	929,0	87,6	0,1131
LARL-380	337,3	43,7	381,0	54x2,82	7x2,82	25,38	932,0	290,0	1,222,0	109,6	0,0820
LARL-455	402,3	52,2	454,4	54x3,08	7x3,08	27,72	1,112,0	345,0	1,457,0	129,4	0,0688
LARL-516	483,4	33,4	516,8	45x3,70	7x2,47	29,61	1,339,0	221,0	1,560,0	117,4	0,0585
LARL-545	484,5	62,8	547,3	54x3,38	7x3,38	30,42	1,339,0	416,0	1,755,0	153,2	0,0571
LARL-635	565,0	71,6	636,6	54x3,65	19x2,19	32,85	1,562,0	475,0	2,037,0	177,5	0,490

Notas: La dirección de la colocación de la capa externa es a derechas (Z)

8

EN 50182



# AAAC

## Características de conductores de aleación de aluminio usados en España - Tipo AL2

Código	Código Antiguo	Área mm <sup>2</sup>	Nº de hilos	Diámetro		Masa por Unidad de Longitud Kg/km	Fuerza Nominal kN	Resistencia DC Ω/km
				Hilo mm	Conductor mm			
28-AL2	D 28	27,8	7	2,25	6,75	76,0	9,05	1,193 0
43-AL2	D 40	43,1	7	2,80	8,40	117,7	14,01	0,770 4
55-AL2	D 56	54,6	7	3,15	9,45	148,9	17,73	0,608 7
76-AL2	D 80	75,5	19	2,25	11,3	207,4	24,55	0,442 0
117-AL2	D 110	117,0	19	2,80	14,0	321,2	38,02	0,285 4
148-AL2	D 145	148,1	19	3,15	15,8	406,5	48,12	0,225 5
188-AL2	D 180	188,1	19	3,55	17,8	516,3	59,24	0,177 6
279-AL2	D 280	279,3	37	3,10	21,7	769,3	90,76	0,120 0
381-AL2	D 400	381,0	61	2,82	25,4	1053,0	123,82	0,088 2
454-AL2	D 450	454,5	61	3,08	27,7	1256,1	147,71	0,074 0
547-AL2	D 550	547,3	61	3,38	30,4	1512,7	177,88	0,061 4
638-AL2	D 630	638,3	61	3,65	32,9	1764,0	201,06	0,052 7

Notas: La dirección de la colocación de la capa externa es a derechas (Z)



EN 50182

9

# AAAC



ASTM - B 399

Código	Sección de corte mm <sup>2</sup>		Hilos Nº x mm	Diámetro Total mm	Peso Unitario kg/km	Carga Nominal de Rotura kN	Resistencia Eléctrica a 20°C Ω/km
	Equivalente Aluminio 1350	Aleación Aluminio	Aleación		Aleación		
ALTON	21,1	24,7	7 x 2,12	6,36	68	7,84	1,3576
AMES	33,6	39,3	7 x 2,67	8,02	108	12,4	0,8533
AZUSA	53,5	62,5	7 x 3,37	10,11	172	19	0,5364
ANAHEIM	67,4	78,7	7 x 3,78	11,35	217	24	0,4255
AMHERST	85,0	99,2	7 x 4,25	12,75	273	30,2	0,3379
ALLIANCE	107,2	125,1	7 x 4,77	14,31	345	38,1	0,2658
BUTTE	135,2	158,5	19 x 3,26	16,3	437	46,7	0,2114
CANTON	170,5	199,9	19 x 3,66	18,3	551	59	0,1675
CAIRO	201,4	235,8	19 x 3,98	19,88	650	69,6	0,1421
DARIEN	241,7	283,5	19 x 4,36	21,79	781	83,6	0,1181
ELGIN	282,0	330,6	19 x 4,71	23,54	911	97,5	0,1013
FLINT	322,3	375,4	37 x 3,59	25,16	1,035	108	0,0892
GREELEY	402,8	469,8	37 x 4,02	28,14	1,295	136	0,0712

Notas: La dirección de la colocación de la capa externa es a derechas (Z)

10

Código	Sección de corte mm <sup>2</sup>	Número de Hilos y Ø	Diámetro Total mm	Peso Unitario kg/km	Carga Nominal de Rotura kN	Resistencia Eléctrica a 20°C Ω/km
	Aleación Aluminio	Aleación Nº x mm		Aleación		
2	33,6	7 x 2,47	7,41	93	10,7	0,9942
1/0	53,5	7 x 3,12	9,36	148	17	0,6256
2/0	67,4	7 x 3,50	10,5	186	20,5	0,4959
3/0	85	7 x 3,93	11,79	234	25,9	0,3936
4/0	107,2	7 x 4,42	13,26	296	32,7	0,3119
250	126,7	19 x 2,91	14,55	349	39	0,2642
300	152	19 x 3,19	15,95	419	46,8	0,2199
350	177,3	19 x 3,45	17,25	489	52,3	0,1887
400	202,7	19 x 3,69	18,45	559	59,8	0,165
450	228	19 x 3,91	19,55	629	67,3	0,1467
500	253,4	19 x 4,12	20,6	698	74,7	0,1321
550	278,7	37 x 3,10	21,7	768	83,9	0,1202
600	304	37 x 3,23	22,61	838	91,5	0,1102
650	329,4	37 x 3,37	23,59	908	95	0,1016
700	354,7	37 x 3,49	24,43	978	102	0,0944
750	380	37 x 3,62	25,34	1.049	110	0,088
800	405,4	37 x 3,73	26,11	1.117	117	0,0826
900	456	37 x 3,96	27,72	1.258	132	0,0733
1.000	506,7	37 x 4,18	29,26	1.399	146	0,066

Notas: La dirección de la colocación de la capa externa es a derechas (Z)

# ACAR

## All Aluminum Alloy Reinforced

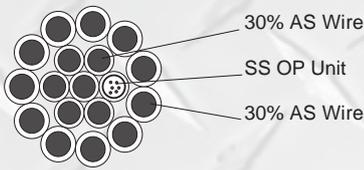
## Especificaciones Técnicas

ASTM - B 254 / EN 50182

11

Denominación del Conductor AWG o Kcmil	Hilos		Diámetro del Hilo mm	Diámetro del Conductor mm	Sección mm <sup>2</sup>	Peso Unitario kg/km	Carga Nominal de Rotura daN	Máx. Resistencia Eléctrica a 20°C Ω/km
	1350-H19	6201-T81						
30,6	4x1,679	3x1,679	1,679	5,03	15,5	43	367	1,983
4	4x1,961	3x1,961	1,961	5,89	21,2	59	498	1,454
48,7	4x2,118	3x2,118	2,118	6,35	24,7	68	573	1,246
2	4x2,474	3x2,474	2,474	7,42	33,6	93	777	0,913
77,5	4x2,672	3x2,672	2,672	8,03	39,3	109	893	0,721
1/0	4x3,119	3x3,119	3,119	9,35	53,5	148	1.195	0,575
123,3	4x3,371	3x3,371	3,371	10,11	62,5	173	1.395	0,492
2/0	4x3,503	3x3,503	3,503	10,52	67,4	187	1.470	0,455
155,4	4x3,785	3x3,785	3,785	11,35	78,7	218	1.700	0,390
3/0	4x3,932	3x3,932	3,932	11,80	85	235	1.820	0,361
195,7	4x4,247	3x4,247	4,247	12,74	99,1	274	2.130	0,310
4/0	4x4,417	3x4,417	4,417	13,25	107	297	2.300	0,286
246,9	4x4,770	3x4,770	4,770	14,31	125	346	2.682	0,245
250	15x2,913	4x2,913	2,913	14,56	127	350	2.430	0,235
250	12x2,913	7x2,913	2,913	14,56	127	350	2.750	0,240
300	15x3,193	4x3,193	3,193	15,96	152	420	2.885	0,195
300	12x3,193	7x3,193	3,193	15,96	152	420	3.275	0,200
350	15x3,447	4x3,447	3,447	17,24	177	490	3.315	0,168
350	12x3,447	7x3,447	3,447	17,24	177	490	3.735	0,172
400	15x3,685	4x3,685	3,685	18,44	203	560	3.745	0,147
400	12x3,685	7x3,685	3,685	18,44	203	560	4.230	0,135
450	15x3,909	4x3,909	3,909	19,55	228	630	4.150	0,130
450	12x3,909	7x3,909	3,909	19,55	228	630	4.710	0,133
500	15x4,120	4x4,120	4,120	20,60	253	700	4.620	0,117
500	12x4,120	7x4,120	4,120	20,60	253	700	5.240	0,120
500	33x2,951	4x2,951	2,951	20,65	253	700	4.440	0,116
500	30x2,951	7x2,951	2,951	20,65	253	700	4.795	0,117
500	24x2,951	13x2,951	2,951	20,65	253	700	5.285	0,120
500	18x2,951	19x2,951	2,951	20,65	253	700	5.860	0,123
550	15x4,321	4x4,321	4,321	21,66	279	770	5.060	0,107
550	12x4,321	7x4,321	21,66	21,66	279	770	5.770	0,110
550	33x2,951	4x2,951	2,951	21,66	279	770	4.800	0,105
550	30x2,951	7x2,951	2,951	21,66	279	770	5.195	0,106
550	24x2,951	13x2,951	2,951	21,66	279	770	5.730	0,109
550	18x2,951	19x2,951	2,951	21,66	279	770	6.395	0,111
600	15x4,513	4x4,513	4,513	22,58	304	840	5.550	0,097
600	12x4,513	7x4,513	4,513	22,58	304	840	6.260	0,100
600	33x3,230	4x3,230	3,230	22,63	304	840	5.240	0,096
600	30x3,230	7x3,230	3,230	22,63	304	840	5.680	0,097
600	24x3,230	13x3,230	3,230	22,63	304	840	6.260	0,100
600	18x3,230	19x3,230	3,230	22,63	304	840	7.020	0,102
650	33x3,360	4x3,360	3,360	23,57	329	910	5.680	0,089
650	30x3,360	7x3,360	3,360	23,57	329	910	6.130	0,090
650	24x3,360	13x3,360	3,360	23,57	329	910	6.800	0,092
650	18x3,360	19x3,360	3,360	23,57	329	910	7.600	0,095
700	33x3,490	4x3,490	3,490	24,46	355	980	6.040	0,083
700	30x3,490	7x3,490	3,490	24,46	355	980	6.530	0,084
700	24x3,490	13x3,490	3,490	24,46	355	980	7.150	0,086
700	18x3,490	19x3,490	3,490	24,46	355	980	7.950	0,088
750	33x3,620	4x3,620	3,620	25,32	380	1.050	6.400	0,077
750	30x3,620	7x3,620	3,620	25,32	380	1.050	6.930	0,078
750	24x3,620	13x3,620	3,620	25,32	380	1.050	7.600	0,080

Notas: La dirección de la colocación de la capa externa es a derechas (Z)



# OPGW 24



## Construcción

Los cables OPGW están cableados concéntricamente, compuestos de uno o más grupos de hilos de aleación de Aluminio, del tipo AL2, AL3, AL4 o AL5, y un núcleo de acero galvanizado de alta resistencia, del tipo ST1A, ST2B, ST3D, ST4A, ST5E o de ACS del tipo 20 SA.

La unidad óptica está compuesta por un número definido de fibras ópticas, acondicionadas en el interior de uno o más tubos de acero inoxidable.

## Utilización

El cable de guarda con fibra óptica (OPGW) integra en el concepto del tradicional cable de tierra un componente de telecomunicaciones de alto rendimiento. A pesar de esta función adicional, el cable OPGW no dejará de ser un cable cuya función primaria es la protección de las líneas aéreas contra descargas atmosféricas, garantizando a la vez una disipación eficaz de las corrientes de cortocircuito.

## Normas aplicables

UNE-EN 50 183 | UNE-EN 50 189 | UNE-EN 61 232 | UNE-EN 50 182

## OPGW Cable Specifications / 24 G.652D Fibers

Structure:	Material	Nº	Material	Nº	Material Ø			
Fiber	G.652D	24						
Center	AS wire	1			Diameter	2,60	mm.	
Layer 1	AS wire	5	AA wire	0	Diameter	2,60	mm.	
	SS Tube	1	Fibers (single tube)	24	Tube-Dia.	2,50	mm.	
Layer 2	AS wire	11	AA wire	0	Diameter	3,05	mm.	

Technical Data:		
	According to IEC60794-4-1, IEEE-1138 standards	
	Stranding direction of outer layer is right hand (Z-stranding)	
	Stranded: core and layer1 greased	No
	Cable Diameter	13,9 mm.
	Cable Weight	657 kg/km
	Supporting Cross Section	112,2 mm <sup>2</sup>
	Section of AS Wire	112,2 mm <sup>2</sup>
	Rated Breaking Strength (RBS)	98,8 kN
	Rated Tensile Strength (RTS)	93,8 kN
	Modulus of Elasticity (E-Modulus)	132,0 kN/mm <sup>2</sup>
	Thermal Elongation Coefficient	13,80 10 <sup>-6</sup> /°C
	Permissible Maximum Working Stress (42% RTS)	351,1 N/mm <sup>2</sup>
	Everyday Stress (EDS) (20% RTS)	167,2 N/mm <sup>2</sup>
	Ultimate Exceptional Stress (72% RTS)	601,9 N/mm <sup>2</sup>
	Max. DC Resistance at 20°C	0,521 Ω/km
	Short Time Current (0,3s, 30°C ~ 200°C)	17,1 kA
	Short Time Current Capacity I <sup>2</sup> t	88,1 kA <sup>2</sup> s
	Minimum Bending Radius Installation	278 mm
	Minimum Bending Radius Operation	208 mm
	Ratio of RTS to weight	14,6 km
Temperature range:	Installation	-10°C ~ +50°C
	Transportation and Operation	-40°C ~ +80°C

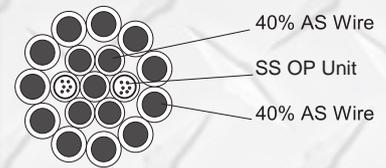
Remarks: All Sizes and Values are Nominal Values

12

2S 1x24SM



# OPGW 48



## OPGW Cable Specifications / 48 G.652D Fibras

Structure:	Material	Nº	Material	Nº	Material Ø		
Fiber	G.652D	48					
Center	AS wire	1			Diameter	2,65	mm.
Layer 1	AS wire	4	AA wire	0	Diameter	2,65	mm.
	SS Tube	2	Fibras por tubo	24	Tube-Dia.	2,60	mm.
Layer 2	AS wire	11	AA wire	0	Diameter	3,00	mm.

Technical Data:		
	According to IEC60794-4-1, IEEE-1138 standards Stranding direction of outer layer is right hand (Z-stranding)	
	Stranded: core and layer1 greased	No
	Cable Diameter	14,0 mm.
	Cable Weight	529 kg/km
	Supporting Cross Section	105,3 mm <sup>2</sup>
	Section of AS Wire	105,3 mm <sup>2</sup>
	Rated Breaking Strength (RBS)	71,6 kN
	Rated Tensile Strength (RTS)	68,0 kN
	Modulus of Elasticity (E-Modulus)	109,0 kN/mm <sup>2</sup>
	Thermal Elongation Coefficient	15,50 10 <sup>-6</sup> /°C
	Permissible Maximum Working Stress (42% RTS)	271,3 N/mm <sup>2</sup>
	Everyday Stress (EDS) (20% RTS)	129,2 N/mm <sup>2</sup>
	Ultimate Exceptional Stress (72% RTS)	465,1 N/mm <sup>2</sup>
	Max. DC Resistance at 20°C	0,416 Ω/km
	Short Time Current (0,3s, 30°C ~ 200°C)	17,9 kA
	Short Time Current Capacity I <sup>2</sup> t	95,9 kA <sup>2</sup> s
	Minimum Bending Radius Installation	279 mm
	Minimum Bending Radius Operation	209 mm
	Ratio of RTS to weight	13,1 km
Temperature range:	Installation	-10°C ~ +50°C
	Transportation and Operation	-40°C ~ +80°C

Remarks: All Sizes and Values are Nominal Values



2S 2X24SM

# Cables aislados de baja tensión en Aluminio, unipolares



**Tensión:** 0,6/1 kV

## Construcción

Conductor circular de Aluminio, clase 2.

Aislamiento constituido por una mezcla sólida extrudida de polietileno reticulado (XLPE).

Cubierta exterior negra de:

- Policloruro de vinilo (PVC) -RV
- Poliolefina termoplástica libre de halógenos y resistente a las radiaciones UV - XZ1 (S).

La cubierta confiere también al cable características mejoradas en presencia del fuego;

- No propagación de la llama
- Baja emisión y reducida opacidad de los humos
- Reducida emisión de gases ácidos

## Utilización

En las instalaciones de líneas subterráneas de BT, se utilizan en las derivaciones o acometidas a las CGP (cajas generales de protección), y en los puentes de unión de los transformadores de potencia con sus correspondientes cuadros de distribución de BT.

## Normas aplicables

UNE 21 002 | UNE-EN 60 228 | UNE-HD 603-5N | IEC 60 502-1 | UNE-HD 211603-5N1  
 UNE-EN 50 268 | IEC 61034-2 | UNE-EN 50 267-2-3 | IEC 60754-2

## Características eléctricas y dimensionales de los cables RV-AL

Designación	Diámetro del Conductor	Espesor del aislamiento	Diámetro sobre aislamiento	Espesor de la cubierta	Diámetro exterior Cable	Peso del Cable	Resistencia Eléctrica Máxima a 20°C	Reactancia a 50 Hz	Intensidad Admisible		Caída de tensión entre fases	
									(1)	(2)	cosφ 0,8	cosφ 1,0
Sección nominal mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	mm	mm	Kg/Km	Ω/km	Ω/km	A		V/A.Km	
RV 1x25 KAI	6,0	0,9	8,0	1,4	11,0	155	1,200	0,097	93	125	2,22	2,65
RV 1x50 KAI	8,1	1,0	10,3	1,4	13,3	240	0,641	0,092	140	180	1,23	1,41
RV 1x95 KAI	11,4	1,1	13,8	1,5	17,0	410	0,320	0,084	220	260	0,65	0,71
RV 1x150 KAI	14,5	1,4	17,5	1,6	20,9	610	0,206	0,083	300	330	0,45	0,45
RV 1x240 KAI	18,5	1,7	22,1	1,7	25,7	950	0,125	0,081	420	430	0,31	0,28

## Características eléctricas y dimensionales de los cables XZ1-AL

Designación	Diámetro del Conductor	Espesor del aislamiento	Diámetro sobre aislamiento	Espesor de la cubierta	Diámetro exterior Cable	Peso del Cable	Resistencia Eléctrica Máxima a 20°C	Reactancia a 50 Hz	Intensidad Admisible		Caída de tensión entre fases	
									(1)	(2)	cosφ 0,8	cosφ 1,0
Sección nominal mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	mm	mm	Kg/Km	Ω/km	Ω/km	A		V/A.Km	
XZ1 (S) 1x25 KAI	6,0	0,9	8,0	1,3	10,8	130	1,200	0,097	93	125	2,22	2,65
XZ1 (S) 1x50 KAI	8,1	1,0	10,3	1,3	13,1	205	0,641	0,092	140	180	1,23	1,41
XZ1 (S) 1x95 KAI	11,4	1,1	13,8	1,4	16,8	360	0,320	0,084	220	260	0,65	0,71
XZ1 (S) 1x150 KAI	14,5	1,4	17,5	1,4	20,5	540	0,206	0,083	300	330	0,45	0,45
XZ1 (S) 1x240 KAI	18,5	1,7	22,1	1,5	25,3	860	0,125	0,081	420	430	0,31	0,28

(1) al aire a 40°C

(2) enterrados profundidad 70cm a 25°C

**Tensión:** 0,6/1 kV

**Construcción**

Conductor circular de Aluminio, clase 2.

Aislamiento constituido por una mezcla solida extrudida de polietileno reticulado (XLPE).

**Utilización**

Los cables sin neutro fiador se utilizarán en acometidas y los cables con neutro fiador en redes.

**Normas aplicables**

UNE 21 022 | UNE-EN 60 228 | UNE-EN 21 030 | UNE-HD 626

**AENOR**



Producto  
Certificado

## Características eléctricas y dimensionales de los cables RZ-AL

Composición	Diámetro del Conductor		Espesor del Aislamiento		Diámetro del Conductor Aislado		Diámetro exterior aprox. del haz	Peso aprox. del haz	Resistencia eléctrica máx. a 20°C		Intensidad máx. admisible (1)	Caída de tensión	
	fases	neutro	fases	neutro	fases	neutro			fases	neutro		cosφ 0,8	cosφ 1,0
	mm		mm		mm				Kg/Km	Ω/km		A	V/A.Km
2x16 Al	4,8	4,8	1,2	1,2	7,4	7,4	14,8	135	1,910	1,910	75	4,03	4,87
2x25 Al	6,0	6,0	1,4	1,4	9,0	9,0	18,0	204	1,200	1,200	100	2,55	3,08
4x16 Al	4,8	4,8	1,2	1,2	7,4	7,4	17,9	269	1,910	1,910	75	3,45	4,22
4x25 Al	6,0	6,0	1,4	1,4	9,0	9,0	21,8	408	1,200	1,200	100	2,21	2,67
3x95/50 Al	11,4	8,1	1,8	1,8	15,2	11,5	34,5	1164	0,320	0,641	230	0,64	0,71
3x150/95 Al	14,5	14,4	1,8	1,8	18,3	15,2	42,4	1792	0,206	0,320	305	0,45	0,48
1x25 Al/54.6 Alm	6,0	13,0	1,4	1,6	9,6	16,4	25,4	315	1,200	0,630	100	2,55	3,08
1x50 Al/54.6 Alm	8,1	13,0	1,6	1,6	11,5	16,4	27,9	391	0,320	0,630	150	1,40	1,65
3x25 Al/29,5 Alm	6,0	10,1	1,4	1,4	9,0	13,1	24,3	431	1,200	1,150	100	2,21	2,67
3x25 Al/54.6 Alm	6,0	13,0	1,4	1,6	9,0	16,4	26,3	519	1,200	0,630	100	2,21	2,67
1x50 Al/29,5 Alm	8,1	10,1	1,6	1,4	11,5	13,1	26,3	657	0,641	1,150	150	1,21	1,42
3x50 Al/54.6 Alm	8,1	13,0	1,6	1,6	11,5	16,4	26,3	746	0,641	0,630	150	1,21	1,42
3x95 Al/54.6 Alm	11,4	13,0	1,8	1,6	15,2	16,4	28,8	1200	0,320	0,630	230	0,64	0,71
3x150 Al/80,0 Alm	14,5	11,6	1,8	1,8	18,3	15,4	30,8	1770	0,206	0,437	305	0,45	0,48

(1) Temperatura máxima del conductor: 90°C

## Factores de corrección para temperatura ambiente diferente a los 40°C

Temperatura ambiente (°C)	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
Factor de corrección	1,26	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84

Cables sin neutro fiador

Cables con neutro fiador de Aleación

# Cables de media tensión RHZ1 (AL)



Tensión: 12/20 kV | 18/30 kV

## Construcción

Conductor circular de Aluminio o Cobre, clase 2 (con obturación longitudinal - RHZ1-2OL)

Pantalla extrusionada sobre el conductor. Aislamiento en XLPE.

Pantalla extrusionada sobre el aislamiento. Pantalla metálica en hilos y cinta de Cobre.

Cinta hinchable (obturación longitudinal - RHZ1-OL)

Cubierta exterior:

- en compuesto de Poliolefina - RHZ1
- en compuesto de Poliolefina, no propagador de la llama - RHZ1 (S)
- en compuesto de Poliolefina, no propagador del incendio - RHZ1 (AS)

## Utilización

Red de distribución en media tensión, conexión a la estación transformadora y líneas aéreas.

Canalizaciones en zanja, en tubo y en galería.

## Normas aplicables

UNE-HD 620 S2 | IEC 60502-2 | UNE-EN 30332-1-2 | UNE-EN 50266-2-3

## Características eléctricas y dimensionales de los cables RHZ1

Sección nominal	Diámetro nominal Conductor	Espesor del aisl. XLPE	Diámetro sobre aisl. exterior	Espesor de la cubierta exterior	Diámetro Cable	Peso aprox. del cable	Resistance CC 20 gr C	Longitud bobina standard
mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	Nom. mm	Nom. mm	Kg/Km	Ω/km	m
95	11,5	4,9	24	2,75	35	1000	0,32	1000
120	12,9	4,9	25	2,75	37	1100	0,253	1000
150	14,3	4,9	27	2,75	38	1200	0,206	1000
185	16	4,9	28	2,75	40	1400	0,164	1000
240	18,3	4,9	31	2,75	43	1600	0,125	1000
300	20,4	4,9	33	2,75	45	1700	0,1	1000
400	23,4	4,9	36	2,75	49	2100	0,077	1000
500	26,8	4,9	39	2,75	52	2450	0,06	1000
630	30,5	4,9	43	2,75	55	2900	0,0469	1000
<b>12/20 kV según HD 620 10E</b>								
95	11,5	7,25	28	2,75	39	1200	0,32	1000
120	12,9	7,25	30	2,75	41	1350	0,253	1000
150	14,3	7,25	31	2,75	42	1500	0,206	1000
185	16	7,25	33	2,75	44	1600	0,164	1000
240	18,3	7,25	35	2,75	47	1850	0,125	1000
300	20,4	7,25	37	2,75	48	2050	0,1	1000
400	23,4	7,25	40	2,75	52	2400	0,077	1000
500	26,8	7,25	44	2,75	55	2750	0,06	1000
630	30,5	7,25	47	2,75	58	3250	0,0469	1000

12/20 kV según HD 620 10E

18/30 kV según UNE21620-10E



# Cables de media tensión RHZ1 (AL)

Sección nominal	Resistencia eléctrica				Intensidad en régimen permanente (A)				Caída de tensión	
	DC a 20°C (Ω/km)		AC a 90°C (Ω/km)		Instalación subterránea <sup>(1)</sup>		Instalación al aire <sup>(2)</sup>		cosφ = 0,8	
	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu
35	0,868	0,524	1,113	0,664	151	190	161	201	1,68	1,06
50	0,641	0,387	0,822	0,490	180	226	190	241	1,27	0,81
70	0,443	0,268	0,568	0,340	220	276	235	299	0,91	0,60
95	0,320	0,193	0,411	0,245	260	329	290	362	0,69	0,46
120	0,253	0,153	0,325	0,194	300	373	330	416	0,57	0,39
150	0,206	0,124	0,265	0,158	335	415	375	469	0,48	0,33
185	0,164	0,099	0,211	0,127	378	468	430	536	0,40	0,29
240	0,125	0,075	0,161	0,097	438	541	508	630	0,33	0,24
300	0,100	0,060	0,129	0,078	496	608	588	717	0,28	0,21
400	0,078	0,047	0,101	0,062	560	684	680	823	0,24	0,19
500	0,061	0,037	0,080	0,050	636	762	790	929	0,21	0,17

Las intensidades y caídas de tensión son indicadas para una canalización trifásica (terna de cables unipolares).

(1) Temperatura máxima en suelo de 20 °C;

(2) Temperatura máxima al aire libre de 30 °C.

# Cables de media tensión RH5Z1 (AL)



**Tensión:** 12/20 kV | 18/30 kV

## Construcción

Cable de Media Tensión de aluminio, con aislamiento de XLPE, libre de halógenos con pantalla longitudinal de fleje de aluminio.

Pantalla semiconductor interna. Material semiconductor termoestable aplicado sobre el conductor.

Aislamiento. Polietileno reticulado (XLPE), en catenaria de atmósfera seca, mediante proceso de triple extrusión.

Pantalla semiconductor externa. Material semiconductor aplicado sobre el aislamiento. Pelable.

Protección al agua. Cinta semiconductor para obturación del agua (water blocking).

Pantalla metálica. Fleje longitudinal de aluminio con copolímero adherido a la cubierta.

Cubierta exterior. Poliolefina libre de halógenos, de color rojo.

## Utilización

Transporte y distribución de energía en redes de media tensión. Al aire, entubado y enterrado.

## Normas aplicables

UNE-211620 | UNE-EN 60228 | IEC 60228 | UNE-EN 60754 | UNE-211605

## Características eléctricas y dimensionales de los cables RH5Z1

Sección nominal	Diámetro nominal Conductor	Espesor del aisl. XLPE	Diámetro sobre aisl. exterior	Espesor de la cubierta exterior	Diámetro Cable	Peso aprox. del cable	Resistance CC 20 gr C	Longitud bobina standard
mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	Nom. mm	Nom. mm	Kg/Km	Ω/km	m
95	11,5	4,9	24	2,75	32	1000	0,32	1000
120	12,9	4,9	25	2,75	35	1100	0,253	1000
150	14,3	4,9	27	2,75	36	1200	0,206	1000
185	16	4,9	28	2,75	38	1400	0,164	1000
240	18,3	4,9	31	2,75	41	1600	0,125	1000
300	20,4	4,9	33	2,75	43	1700	0,1	1000
400	23,4	4,9	36	2,75	47	2100	0,077	1000
500	26,8	4,9	39	2,75	50	2450	0,06	1000
630	30,5	4,9	43	2,75	53	2900	0,0469	1000
<b>12/20 kV según UNE211620-10E</b>								
95	11,5	7,25	28	2,75	35	1100	0,32	1000
120	12,9	7,25	30	2,75	37	1230	0,253	1000
150	14,3	7,25	31	2,75	38	1350	0,206	1000
185	16	7,25	33	2,75	40	1500	0,164	1000
240	18,3	7,25	35	2,75	41	1750	0,125	1000
300	20,4	7,25	37	2,75	44	2200	0,1	1000
400	23,4	7,25	40	2,75	47	2300	0,077	1000
500	26,8	7,25	44	2,75	50	2700	0,06	1000
630	30,5	7,25	47	2,75	54	3200	0,0469	1000

12/20 kV según UNE211620-10E

18/30 kV según HD 620 10E







Manuel Núñez 4 - 6ª planta  
36203 - Vigo (Spain)

Telf.: (+34) 986 441 639

Fax: (+34) 986 441 832

Móvil: (+34) 607 223 188

email: [selt@selt.es](mailto:selt@selt.es)

web: [www.selt.es](http://www.selt.es)



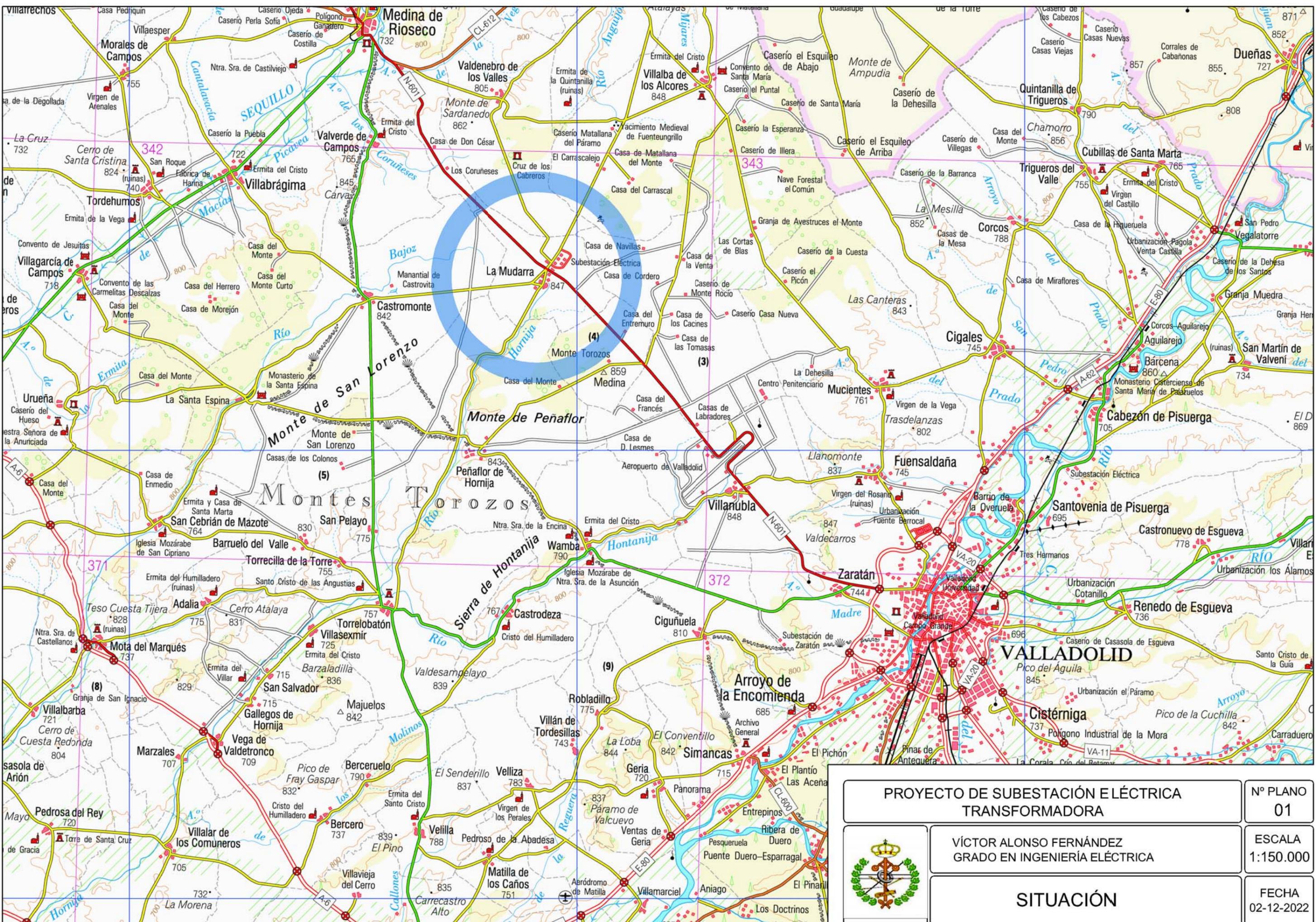
# **DOCUMENTO 4**

## **PLANOS**

## **ÍNDICE**

### ÍNDICE

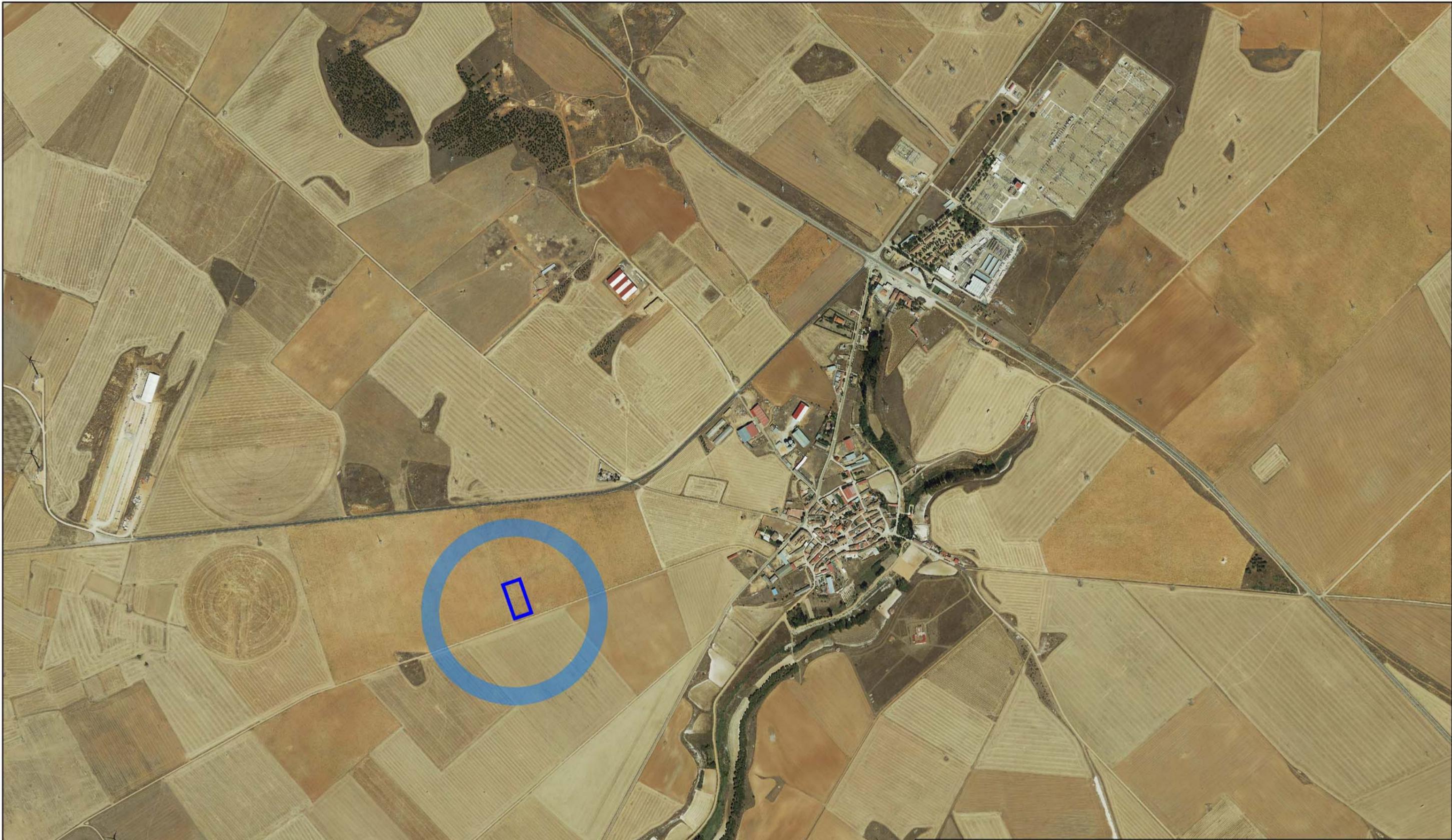
1. PLANO 1: Situación
2. PLANO 2: Emplazamiento
3. PLANO 3: Emplazamiento II
4. PLANO 4: Esquema Unifilar
5. PLANO 5: Planta SET
6. PLANO 6: Perfil SET
7. PLANO 7: Movimiento de Tierras



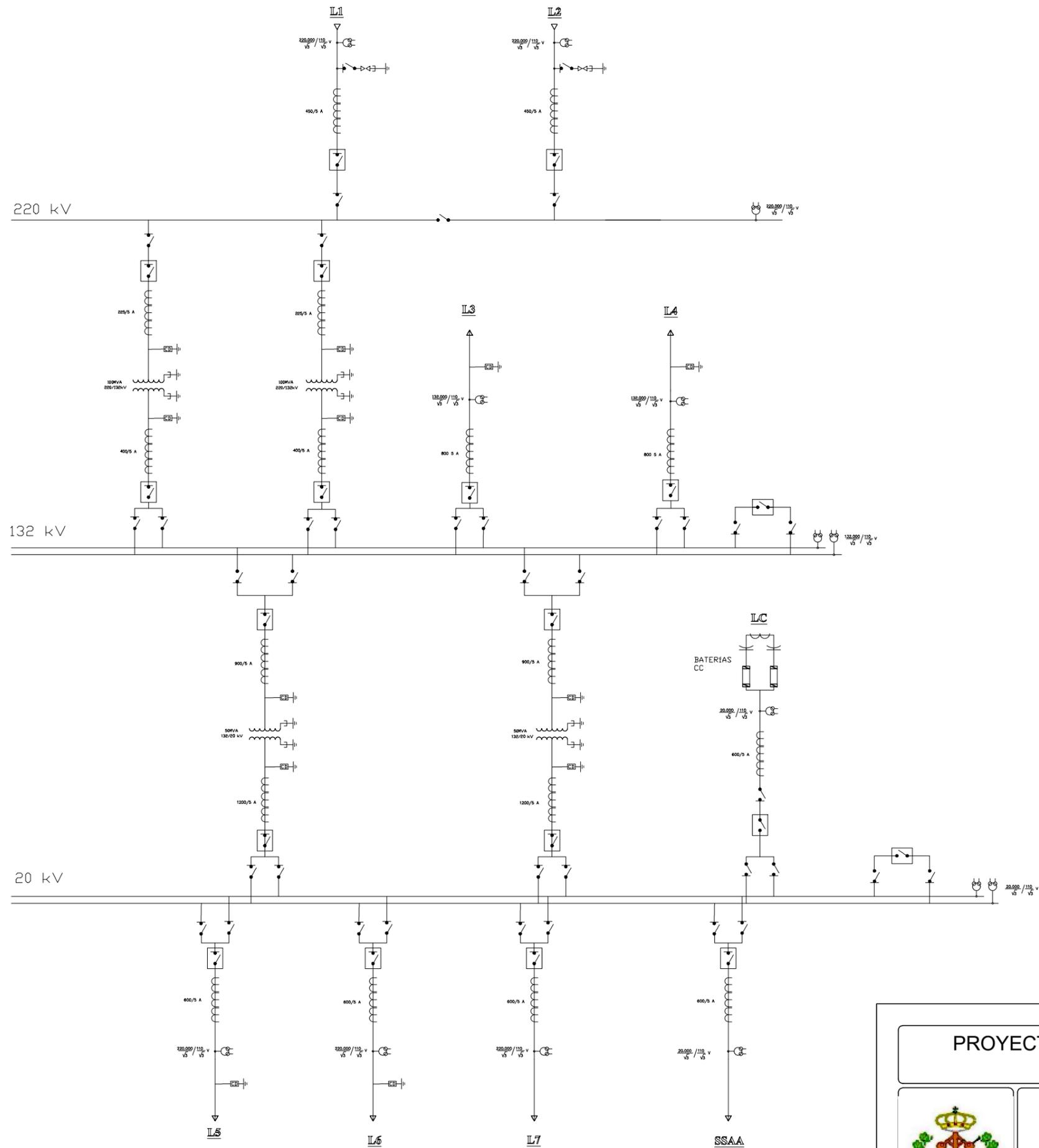
	<p align="center"><b>PROYECTO DE SUBESTACIÓN E LÉCTRICA TRANSFORMADORA</b></p>	<p>Nº PLANO <b>01</b></p>
	<p>VÍCTOR ALONSO FERNÁNDEZ GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA</p>	<p>ESCALA <b>1:150.000</b></p>
	<p align="center"><b>SITUACIÓN</b></p>	<p>FECHA <b>02-12-2022</b></p>



PROYECTO DE SUBESTACIÓN E LÉCTRICA TRANSFORMADORA		Nº PLANO 02
	VÍCTOR ALONSO FERNÁNDEZ GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	
	ESCALA 1:10.000	
EMPLAZAMIENTO I		FECHA 02-12-2022



PROYECTO DE SUBESTACIÓN E LÉCTRICA TRANSFORMADORA		Nº PLANO 03
	VÍCTOR ALONSO FERNÁNDEZ GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	ESCALA 1:10.000
	EMPLAZAMIENTO II	



PROYECTO DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA  
TRANSFORMADORA

Nº PLANO  
04

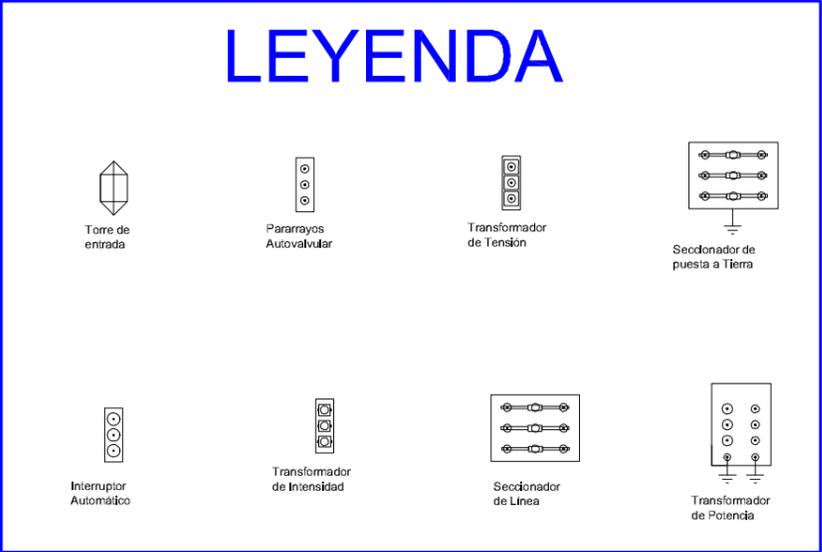
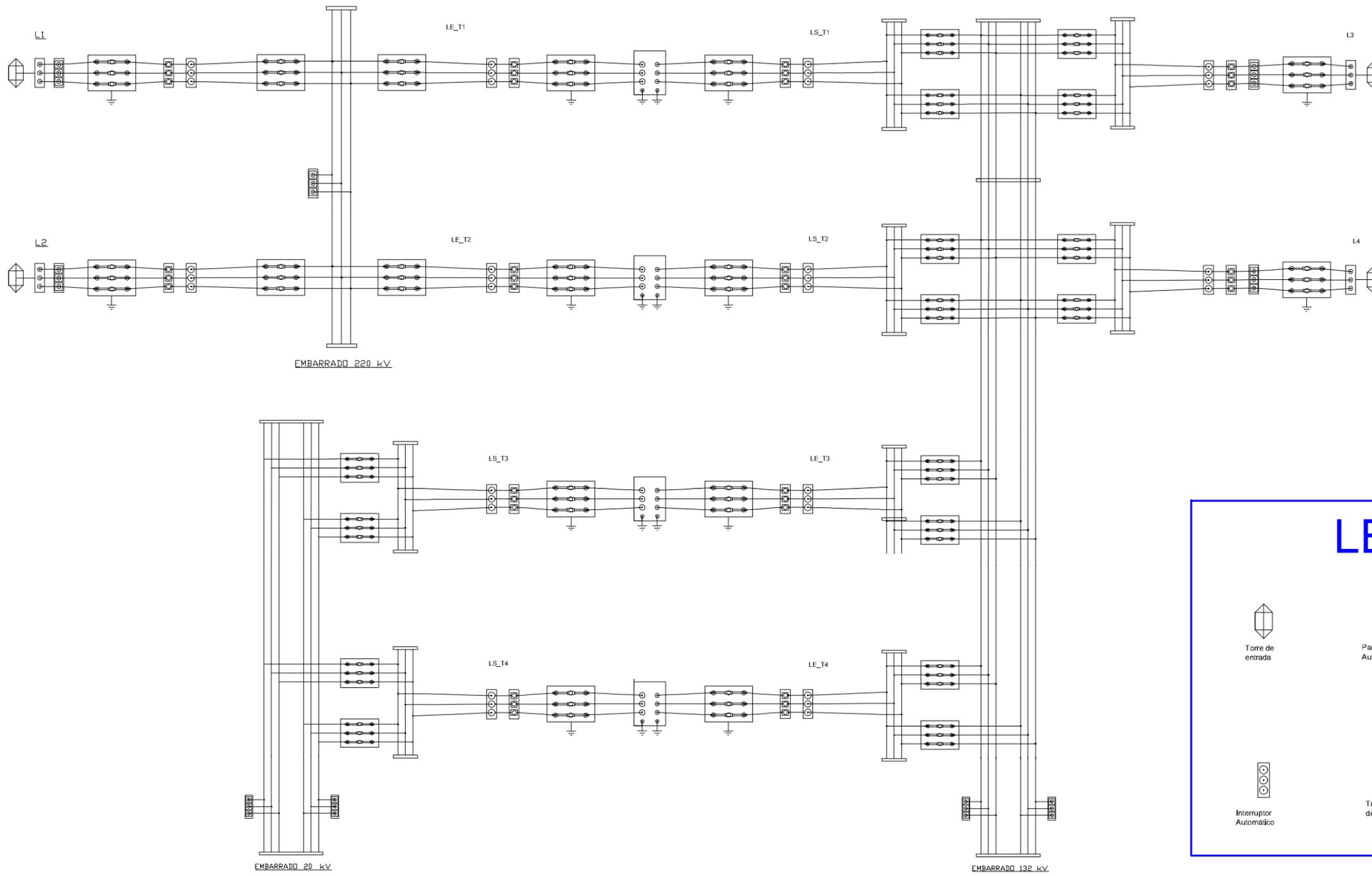
VÍCTOR ALONSO FERNÁNDEZ  
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

ESCALA  
1:1200



ESQUEMA UNIFILAR

FECHA  
02-12-2022



**PROYECTO DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA  
TRANSFORMADORA**

Nº PLANO  
**05**

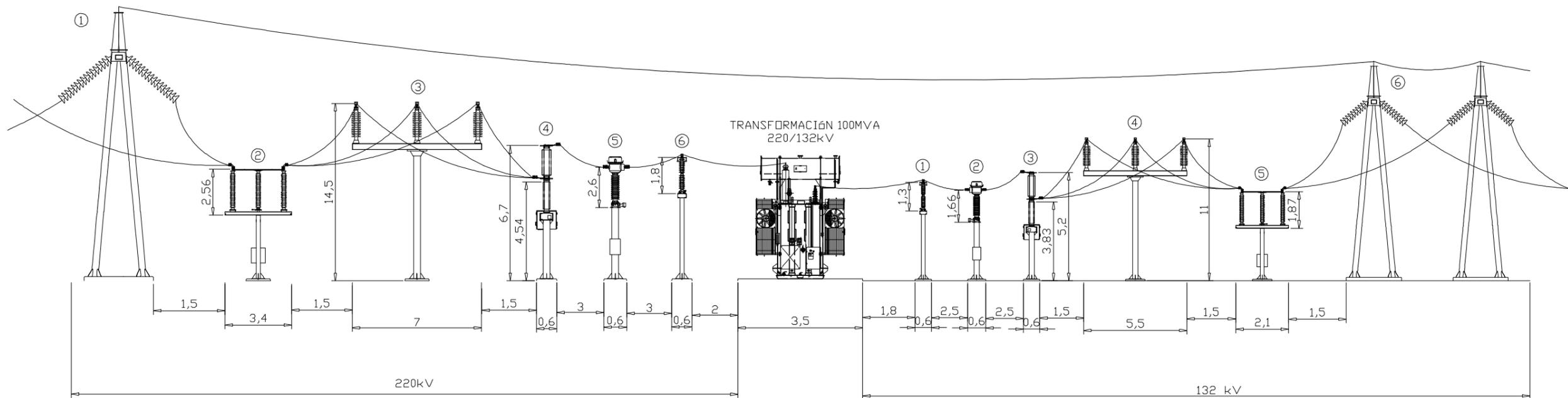


VÍCTOR ALONSO FERNÁNDEZ  
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

ESCALA  
**1:400**

**PLANTA SET**

FECHA  
**00-00-2022**



LEYENDA 220 kV

1	Embarrado 220 kV
2	Embarrado 220 kV
3	Embarrado de Separación
4	Interruptor Automático
5	Transformador de Intensidad
6	Pararayos Autovalvular

LEYENDA 132 kV

1	Pararayos Autovalvular
2	Transformador de Intensidad
3	Interruptor Automático
4	Embarrado de Separación
5	Seccionador de Cuchillas
6	Embarrado 132 kV

PROYECTO DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA  
TRANSFORMADORA

Nº PLANO  
06



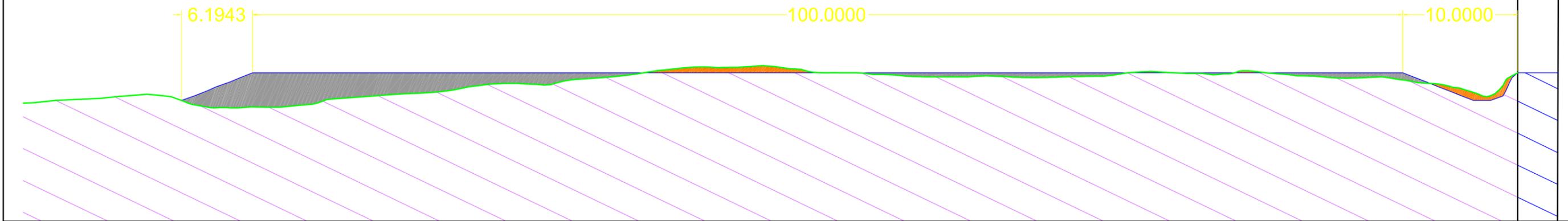
VÍCTOR ALONSO FERNÁNDEZ  
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

ESCALA  
1:125

PERFIL SET

FECHA  
00-00-2022

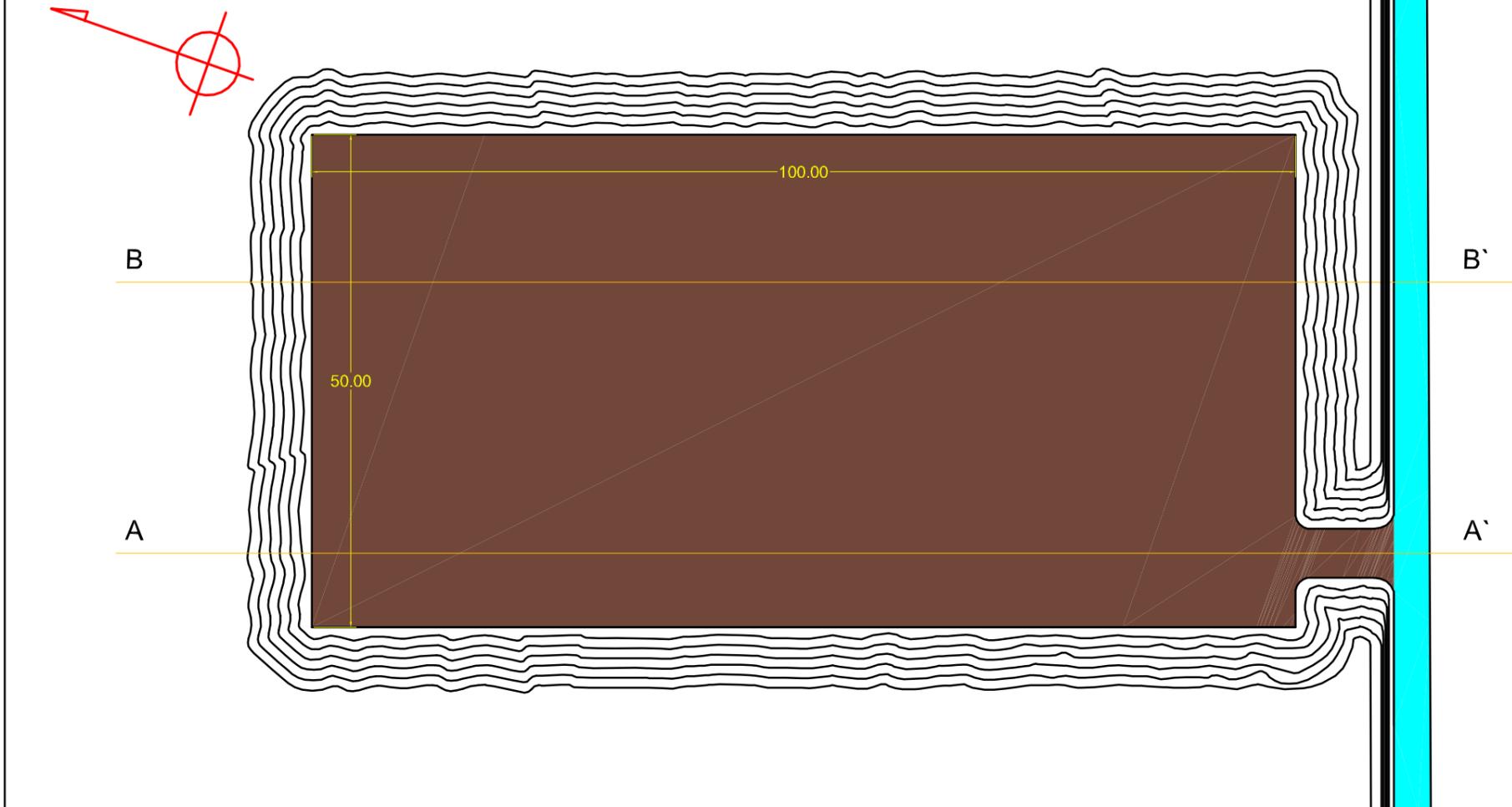
SECCIÓN B-B` Escala 1:350



SECCIÓN A-A` Escala 1:350



PLANTA Escala 1:600



LEYENDA

-  Plataforma SET
-  Sección suelo plataforma
-  Sección suelo camino
-  Sección suelo desmonte
-  Sección suelo terraplén
-  Camino
-  Línea de tierra final
-  Línea de tierra previa
-  Curvas de nivel
-  Ejes secciones A y B
-  Cotas
-  Norte

PROYECTO DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA  
TRANSFORMADORA

Nº PLANO  
08



VÍCTOR ALONSO FERNÁNDEZ  
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

ESCALA  
VARIAS

MOVIMIENTO DE TIERRAS

FECHA  
02-12-2022

# **DOCUMENTO 5**

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

## ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
1. OBJETO .....	1
2. ABREVIATURAS .....	1
3. DISPOSICIONES GENERALES .....	1
3.1. Seguridad en el trabajo.....	1
3.1.1. Gestión ambiental.....	2
3.1.2. Códigos y normas .....	2
3.2. Condiciones para la ejecución por contrata .....	3
4. CONDICIONES DE LOS MATERIALES DE LA OBRA .....	3
4.1. Rellenos.....	3
4.2. Hormigones.....	4
4.3. Áridos para morteros y hormigones.....	5
4.4. Morteros .....	5
4.5. Cementos.....	6
4.6. Agua.....	6
4.6.1. Armaduras .....	7
4.6.2. Piezas de hormigón armado o pretensado .....	7
4.6.3. Materiales siderúrgicos, características y ensayos .....	7
4.6.4. Laminados de acero para estructuras.....	7
5. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	8
5.1. Movimiento de tierras .....	8
5.1.1. Desbroce y limpieza del terreno .....	8
5.1.2. Demoliciones.....	8
5.1.3. Comprende el derribo o demolición, total o parcialmente, de todas las construcciones que obstaculicen la obra a realizar y la retirada de la obra del material que no se tenga que reutilizar. Escarificación y compactación.....	8
5.1.4. Excavaciones, rellenos, terraplenes, pedraplenes, sub-bases granulares, redes de drenaje... ..	8
5.2. Hormigones.....	9
5.3. Pavimentos de hormigón.....	9
5.4. Armaduras.....	9

---

5.5. Laminados.....	10
5.6. Encofrados .....	10
5.7. Piezas prefabricadas de hormigón armado o pretensado .....	10
5.8. Estructura metálica.....	10
5.9. Embarrados y conexiones .....	10
5.10. Aparellaje .....	11
5.10.1. Interruptores.....	11
5.10.2. Seccionadores. ....	11
5.10.3. Resto de aparellaje.....	11
5.11. Transformadores .....	11
5.12. Batería de condensadores (opcional) .....	12
5.13. Cables de potencia .....	12
5.14. Cables de fuerza y control.....	12
5.14.1. Puesta a tierra.....	13
6. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD .....	13
6.1. Replanteos.....	13
6.2. Movimientos de tierras .....	14
6.3. Hormigón .....	14
6.4. Piezas prefabricadas de hormigón armado o pretensado .....	14
6.4.1. Armaduras .....	14
6.5. Montaje de Estructuras Metálicas y Soportes .....	14
7. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS .....	15
7.1. Medición y comprobaciones .....	16
7.2. Pruebas locales y P.E.S. de equipos de baja tensión.....	16
7.3. Pruebas de control, telecontrol y P.E.S. del aparellaje de AT .....	16

## **1. OBJETO**

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

## **2. ABREVIATURAS**

<b>PG3</b>	Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes
<b>PGCT</b>	Pliego General de Condiciones Técnicas de Obra Civil
<b>UNE</b>	Una Norma Española
<b>IEC</b>	International Electrotechnical Commission
<b>EHE-08</b>	Instrucción de Hormigón Estructural
<b>BOE</b>	Boletín Oficial del Estado
<b>NTE</b>	Normas Tecnológicas de la Edificación
<b>ET</b>	Especificación /es Técnica/s
<b>MOPT</b>	Ministerio de Obras Públicas y Transportes
<b>MIE</b>	Ministerio de Industria y Energía
<b>MAT</b>	Muy Alta Tensión
<b>AT</b>	Alta Tensión
<b>MT</b>	Media tensión
<b>BT</b>	Baja tensión
<b>CPC</b>	Condiciones Particulares de Contratación
<b>NLT</b>	Normas de ensayo del Laboratorio del Transporte y mecánica del suelo

## **3. DISPOSICIONES GENERALES**

### **3.1. Seguridad en el trabajo**

Conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción, al amparo de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales se incluye en el

presente proyecto, el Estudio de Seguridad y Salud correspondiente para su ejecución, en base al cual cada contratista elaborará un Plan que deberá ser aprobado por el Coordinador en materia de seguridad y salud nombrado al efecto por el promotor, previo al inicio de las obras.

Además, se tendrá en cuenta la normativa:

- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobada en el Decreto del 9 de marzo de 1971, o en su caso la última edición o revisión de la misma.
- Prescripciones de Seguridad para Trabajos y Maniobras en Instalaciones Eléctricas, edición 2ª revisada (AMYS), o en su caso la última edición o revisión de la misma.
- RD 614 / 2001 “Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico”.
- RD 1627 / 1997 “Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción”.

#### **3.1.1. Gestión ambiental**

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

#### **3.1.2. Códigos y normas**

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

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el suministro de Energía.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Normas “UNE”, “IEC” y aplicables.
- Instrucciones de carreteras (Secciones de firme 6.1 IC, 6.2 IC y secciones aplicables).

- NTE aplicables.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de carreteras y Puentes (PG-3), con sus correspondientes revisiones y actualizaciones, tanto en el BOE como en el propio documento.
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
- Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE-08).
- Instrucciones Técnicas del fabricante, aplicables a los equipos y componentes a instalar y correspondientes a almacenamiento, manipulación, montaje, ensayos y puesta en servicio.
- NLT.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

### **3.2. Condiciones para la ejecución por contrata**

La contrata está obligada al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio Familiar y de Vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

## **4. CONDICIONES DE LOS MATERIALES DE LA OBRA**

Los componentes fundamentales de la Subestación están definidos en la Memoria Descriptiva y en los planos incluidos en el presente Proyecto. La información se completa con la relación de materiales que figura en el Presupuesto. Respecto a la obra civil se indica a continuación la calidad y preparación de los materiales a utilizar.

### **4.1. Rellenos**

El material del relleno se debe colocar en capas paralelas a la superficie, preferentemente horizontales, con el espesor especificado y de manera uniforme para obtener el grado de compactación exigido según el material. Los materiales de cada capa deben ser de características uniformes. No se debe colocar ninguna capa adicional hasta que la anterior cumpla las condiciones exigidas; las capas deben tener adherencia y homogeneidad entre sí. El espesor de la capa compactada debe ser el menor entre el calculado como 1,5 veces el tamaño máximo del material o 0,20 m.

A menos que se indique otro método, cuando se mezclen dos o más materiales se debe hacer en seco para obtener una mezcla uniforme y luego se puede añadir agua por medio de riego y mezclas sucesivas hasta alcanzar la humedad especificada y uniforme en todo el material. Cuando se llenen oquedades, el material debe quedar compactado de forma que la resistencia del relleno sea al menos la del suelo que se llena y en el caso de rocas en ningún caso menor de 500 kPa.

En las zonas del relleno de tuberías en donde no es posible trabajar con equipos mecánicos y se compacta a mano, deben disminuirse los espesores de las capas para lograr el porcentaje de compactación establecido.

Los materiales utilizados como relleno deben presentar como mínimo las siguientes características generales:

- No deben tener características expansivas, colapsibles, erodables o cársticas.
- Los materiales no deben tener materia orgánica.
- Deben estar constituidos por material limpio, resistente, duro, durable.
- No pueden ser desintegrables, deleznable, meteorizables ni solubles.
- Deben estar sanos, sin agrietamientos, sin exceso de partículas planas y/o blandas.

Los materiales pueden ser utilizados de forma individual (un único material) o empleando una combinación de dos o más materiales considerando o no una estabilización mecánica o química de los mismos.

## **4.2.Hormigones**

La composición del hormigón será la adecuada para que la resistencia de proyecto o resistencia característica especificada del hormigón a compresión a los veintiocho días, expresada en N/mm<sup>2</sup>, tal y como se especifica en los artículos 31 y 39 de la EHE-08 sea según su uso, la expresada en el cuadro adjunto.

Las dosificaciones de hormigón a emplear en las distintas estructuras, en contacto con el suelo y por debajo de la cota 0,00 de la explanación tendrá una relación agua/cemento menor o igual a 0,60.

Dadas las particulares condiciones de uso de los viales de subestaciones, no es necesaria ninguna exigencia específica para los hormigones a utilizar en esta unidad, que se ejecutará con el tipo de hormigón especificado en el siguiente cuadro.

<b>TIPO DE HORMIGÓN</b>	<b>TENSIÓN (N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>USO</b>
HA-25/P/20/IIa	25	Obras de hormigón armado como soleras, forjados, depósitos, bancadas de transformadores, etc
HM-20/P/20/IIa	20	Obras de hormigón en masa como cimientos, viales, solados, bordillos, cunetas, arquetas, zanjas, etc
HM-10/P/40/IIa	10	Hormigones de limpieza, rellenos, etc

### **4.3. Áridos para morteros y hormigones**

Los áridos serán de cantera, río o bien procedentes de machaqueo, debiendo ser limpios y exentos de tierra arcilla o materia orgánica.

El tamaño máximo del árido estará limitado por el tamiz 40 UNE y su proporción de mezcla definida por porcentaje en peso de cada uno de los diversos tamaños utilizados.

Deberán encontrarse saturados y superficialmente secos, a fin de obtener un hormigón de la máxima compacticidad, manejable, sin segregación, bien ligado y de la resistencia exigida.

Los áridos cumplirán como mínimo las condiciones en el artículo 28 de la EHE-08.

### **4.4. Morteros**

La composición del mortero será adecuada a la aplicación de las obras de fábrica que se ejecute.

**Tabla: Dosificación de morteros tipo. Partes en volumen de sus componentes**

USO	MORTERO	TIPO	CEMENTO	CAL AÉREA	CAL HIDRÁULICA	ARENA
Fábricas ordinarias, relleno mortero para solados	M-20	a	1	-	-	8
		b	1	2	-	10
		c	-	-	1	3
Fábricas cargadas y enfoscados	M-40	a	1	-	-	6
		b	1	1	-	7
Bóvedas, doblados de rasilla, escaleras	M-80	a	1	-	-	4
		b	1	0,5	-	4
Enlucidos, revocos, cornisas, enfoscados impermeables	M-160	a	1	-	-	3
		b	1	0,25	-	3

#### **4.5.Cementos**

El tipo de cemento utilizado para la ejecución de los hormigones, “cemento de la clase resistente 32,5 N/mm<sup>2</sup> o superior”, se determinará teniendo en cuenta entre otros factores la aplicación del hormigón, las condiciones ambientales a las que va a estar expuesto y las dimensiones de las piezas y cumplirá como mínimo las condiciones exigidas en el artículo 26 de la EHE-08.

La dosificación del cemento se realizará en base al tipo de hormigón a conseguir y el tipo de cemento a utilizar, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tipo de Hormigón Tipo de cemento Dosificación H. en masa C. comunes C. para usos especiales - H. armado C. comunes Mínimo 275Kg/ m<sup>3</sup> de cemento H. pretensado C. comunes del tipo CEM I y CEM II/A-D Mínimo 300Kg/ m<sup>3</sup> de cemento.

#### **4.6.Agua**

Cumplirá como mínimo las condiciones impuestas en el artículo 27 de la EHE-08.

No se utilizarán aguas del mar o aguas salinas análogas, tanto para amasar como para curar hormigones, y se rechazarán, salvo justificación especial, todas aquellas aguas que no cumplan las siguientes condiciones:

- Un PH  $\geq$  5.

- Sustancias disueltas:  $\leq 15$  g/l
- Contenido de sulfato:  $\leq 1$ g/l.
- Contenido de Ion Cloruro  $\leq 3$ g/l para hormigón armado u hormigón en masa y  $\leq 1$ g/l para hormigón pretensado.
- Hidratos de carbono: 0
- Sustancias orgánicas solubles en éter en cantidad:  $\leq 15$ g/l. 4.7

#### **4.6.1. Armaduras**

Las armaduras para el hormigón serán de acero y estarán constituidas por:

- Barras corrugadas designadas en la tabla 32.2.a del artículo 32 de la EHE-08 como B 400 S y B 500 S y cumplirán como mínimo las condiciones impuestas en el mencionado artículo.
- Mallas electrosoldadas designadas en la tabla 33.1.1 del artículo 33 de la EHE-08 como ME500T y cumplirán como mínimo las condiciones impuestas en el mencionado artículo.

#### **4.6.2. Piezas de hormigón armado o pretensado**

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

#### **4.6.3. Materiales siderúrgicos, características y ensayos**

Los tornillos serán de la clase ordinaria y de una calidad del acero 5.6 y cumplirán, así como las tuercas y arandelas, las condiciones impuestas en el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

#### **4.6.4. Laminados de acero para estructuras**

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

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

## **5. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

### **5.1. Movimiento de tierras**

#### **5.1.1. Desbroce y limpieza del terreno**

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

#### **5.1.2. Demoliciones**

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

Pueden presentarse 2 tipos diferentes de terrenos a escarificar:

- Terrenos sin firme existente.
- Terrenos con firme existente.

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

La compactación se realizará hasta conseguir una densidad de al menos, un 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado, según norma UNE 103.501/1994.

#### **5.1.4. Excavaciones, rellenos, terraplenes, pedraplenes, sub-bases granulares, redes de drenaje...**

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

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

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

Los materiales de la capa granular, empleados entre la base del firme y la explanada, se ajustará a lo indicado en los artículos 500 y 501 del PG-3.

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

## **5.2.Hormigones**

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

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

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

No se podrá colocar hormigón cuando la temperatura baje de 2° C, ni cuando siendo superior se prevea que puede bajar de 0° C durante las 48 horas siguientes, ni cuando la temperatura ambiente alcance los 40° C. Se suspenderá el hormigonado cuando el agua de lluvia pueda producir deslavado del hormigón.

Se garantizarán las condiciones de ejecución de las obras de hormigón exigidas en el Capítulo XIII de la EHE-08.

## **5.3.Pavimentos de hormigón**

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

## **5.4.Armaduras**

La disposición de las armaduras una vez hormigonadas, será tal y como figura en los planos e instrucciones del proyecto, debiendo estar perfectamente sujetas para soportar el vertido,

peso y vibrado del hormigón, respetándose especialmente los recubrimientos mínimos indicados en la EHE-08 en vigor.

### **5.5.Laminados**

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

### **5.6.Encofrados**

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

### **5.7.Piezas prefabricadas de hormigón armado o pretensado**

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

### **5.8.Estructura metálica**

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

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

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

### **5.9.Embarrados y conexiones**

- Embarrados de cable y derivaciones

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

- Embarrados rígidos de tubo o pletina

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

- Conexiones

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

## **5.10. Aparellaje**

### **5.10.1. Interruptores.**

Los interruptores, una vez nivelados, se regulan y ajustan comprobándose también la presión y densidad del gas a través del densímetro. El Constructor del interruptor debe aprobar la bondad del montaje.

### **5.10.2. Seccionadores.**

Se cuidará especialmente la regulación, ajuste del mando y engrase finales, así como la penetración de las cuchillas.

### **5.10.3. Resto de aparellaje.**

Se procederá a la situación, nivelación y fijación a los soportes correspondientes y, en donde proceda, se instalarán las conducciones necesarias hasta las cajas de centralización.

## **5.11. Transformadores**

Actividades principales a desarrollar en el montaje:

- Descarga y traslado hasta su emplazamiento definitivo junto con sus accesorios.
- Montaje de accesorios y bornas.
- Tratamiento y llenado de aceite bajo vacío.
- Recepción final.

Se comprobará la existencia de una ligera sobrepresión de gas en la cuba del transformador. Se efectuará el vacío de la cuba, al mismo tiempo se realizará el filtrado del aceite en depósitos aparte.

Una vez conseguidos los valores de rigidez dieléctrica y vacío indicados en la Especificación Técnica de Montaje de Transformadores de Potencia, se iniciará el llenado de la cuba por la parte inferior hasta alcanzar un nivel cercano a la tapa.

Se procederá a la rotura de vacío.

Una vez montados todos los elementos del transformador se procederá a su llenado final. El aceite antes del llenado debe tener un contenido de humedad de 10 ppm o menos y el contenido de gases no debe exceder del 1%.

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

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

### **5.12. Batería de condensadores (opcional)**

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

Se efectuará el montaje de los embarrados y derivaciones.

Se realizarán mediciones de las series con todos sus elementos, y eliminando elementos hasta que la sobretensión a que queda sometida sea del 10%.

En la puesta en servicio de las modernas, se vigilará la corriente residual entre los neutros para detectar el desequilibrio.

### **5.13. Cables de potencia**

El tendido se realizará formando ternas trifásicas (fases 0, 4, 8).

No se admitirán empalmes en el tendido inicial de los cables de potencia.

Se comprobará el cumplimiento de las instrucciones del tendido y montaje dadas por el fabricante del cable, así como los ensayos eléctricos previos a la puesta en servicio.

Los cables irán marcados identificando circuito y fase en las zonas visibles y arquetas de registro.

### **5.14. Cables de fuerza y control**

Se incluyen en este apartado las siguientes actividades:

- Plan de tendido y conexionado.
- Tendido.
- Conexionado
- Mediciones y comprobaciones.

Los cables se fijarán en los extremos mediante prensaestopas o grapas de presión.

Todos los cables estarán identificados y marcados. Cada hilo será igualmente identificado en sus dos extremos y marcado con la numeración que figure en los planos de cableado correspondiente.

#### 5.14.1. Puesta a tierra

Cualquier elemento que no soporte tensión deberá estar conectado a la malla de tierra. El contacto de los conductores de tierra deberá hacerse de forma que quede completamente limpio y sin humedad.

La malla de tierra se tenderá a la profundidad indicada en el proyecto, siguiendo la disposición indicada en los planos del mismo.

Las conexiones se efectuarán con soldadura aluminotérmica y los cruzamientos se harán sin cortar el cable.

No se tapará ningún tramo de malla de tierra, ni soldadura alguna, sin la autorización previa de la dirección de obra.

## **6. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD**

El plan de control, tanto de la ejecución como de los materiales utilizados, se preparará en base a los criterios de buena práctica y conforme a las instrucciones, normas, pliegos, etc., de aplicación en cada caso, debiéndose cumplir como mínimo los requisitos expuestos en los siguientes apartados. El contratista de acuerdo con lo indicado en las Especificaciones Técnicas, o en su defecto en las Normas e Instrucciones de Organismos Oficiales, encargará la realización de ensayos y pruebas a laboratorios homologados. Mensualmente el contratista entregará los certificados de calidad de todos los materiales utilizados, indicando las unidades de obra a que afecta, al término de la obra civil se cumplimentará un anexo con los trabajos realizados.

### **6.1.Replanteos**

Los errores máximos permitidos serán:

Entre ejes de replanteo y ejes de cimentaciones      2 mm.

Entre ejes de cimentaciones y testas de los pernos      1 mm.

En nivelación de bases de cimentaciones      1 mm.

En nivelación de carreteras y viales      5 mm.

En nivelación de explanada 20 mm.

## **6.2.Movimientos de tierras**

Cuando se efectúen movimientos de tierras para explanación de carreteras, viales, etc. se deberán cumplir los valores de Límite de Atteberg, análisis granulométrico, equivalente de arena, Proctor normal/modificado, CBR de laboratorio, materia orgánica y densidad “in situ”, según especifica en cada caso las correspondientes normas NLT o UNE.

Se realizará un control de ejecución de los terraplenes.

## **6.3.Hormigón**

Para garantizar las condiciones de ejecución de las obras de hormigón exigidas en el Capítulo XIII de la EHE-08, se realizará un control de ejecución a nivel normal.

La comprobación de la resistencia del hormigón se realizará en el laboratorio, mediante la rotura a compresión de probetas sacadas a pie de obra, a la edad de 7 y 28 días, según normas UNE-EN 12350-1:2009, UNE-EN 12390-1:2013.

La comprobación de su consistencia se realizará a pie de obra, mediante el cono de Abrams, según norma UNEEN 12350-2:2009.

## **6.4.Piezas prefabricadas de hormigón armado o pretensado**

El fabricante presentará un expediente en el que se recojan las características tales como:

- Calidad del Hormigón.
- Calidad del acero.
- Dimensiones y tolerancias.
- Solicitaciones.
- Precauciones durante su montaje.

### **6.4.1.Armaduras**

- Verificación de la sección equivalente.
- Ensayos y características según Norma UNE 36068:2011.
- Comprobación de los valores característicos del material, límite elástico, rotura y alargamiento.
- Verificar que las características de las mallas electrosoldadas de acero para hormigón armado, cumplen con la norma UNE 36092:2014.

## **6.5.Montaje de Estructuras Metálicas y Soportes**

Las tolerancias dimensionales de los conjuntos montados serán indicadas en los planos. Las tolerancias admitidas son:

	<b>SOPORTES</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>	<b>DINTELES</b>
<b>Aplomado</b>	$\pm \text{altura}/1000 \leq 25$ mm	$\pm 3 \%$ de la altura	
<b>Nivelación</b>	$\pm 2,5$ mm (* )Con un máximo de 2,5 mm entre cada soporte de seccionadores	$\pm 2,5$ mm	Horizontal: $\pm 3\%$ de la longitud
<b>Alineación</b>	$\pm 2,5$ mm (anclaje mediante hormigón)		
	Holgura que permita el taladro , $< 2,5$ mm (anclaje mediante pernos)		
<b>Flecha</b>		$\pm \text{altura}/1000 \leq 15$ mm (F. de los pilares de la estructura respecto a su eje vertical)	$\pm \text{Longitud}/1000 \leq 10$ mm (F. entre ejes de apoyo)

Notas: Encarado de pilares para estructuras:  $\pm 3 \%$  del eje de alineación.

Longitud del dintel:  $\pm 5$  mm (en los casos que tenga junta de dilatación  $\pm 15$  mm)

Para garantizar las condiciones, el control de la ejecución del resto de la obra se ajustará a las Normas, Pliegos e Instrucciones que les sean de aplicación en cada caso y en particular a las señaladas en el Apartado 3.2 del presente documento.

## **7. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS**

Al término de las obras comprendidas en el Proyecto, se hará una recepción de las mismas, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si éste es el caso, dándose la obra por terminada si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones.

En el caso de no hallarse la obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta, y se darán las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Para la recepción y puesta en servicio de la instalación se realizarán las pruebas que se precisen para asegurar su correcto funcionamiento. Se pueden distinguir tres fases, en las cuales se exponen los ejemplos más significativos, teniendo que cumplimentar en cada fase los Planes de Puntos de Inspección correspondientes.

### **7.1. Medición y comprobaciones**

- Medida de resistencia de la malla de tierra y de las tensiones de paso y contacto.
- Medida de aislamiento de cables y del aparellaje de AT.
- Medida de rigidez dieléctrica del aceite de los trafos y aislamiento de los bobinados.
- Polaridad de los TI.
- Timbrado de cables de control.

### **7.2. Pruebas locales y P.E.S. de equipos de baja tensión**

- Pruebas funcionales de seccionadores.
- Pruebas funcionales de interruptores.
- Pruebas funcionales de transformadores de potencia.
- Pruebas y puesta en servicio de rectificadores y baterías de acumuladores.
- Puesta en servicio de armarios de servicios Auxiliares.

### **7.3. Pruebas de control, telecontrol y P.E.S. del aparellaje de AT**

- Comprobación de los circuitos de mando, control, señalización y alarma de interruptores y seccionadores, de intensidades y tensiones de los transformadores de medida, de bloqueos y condicionantes de control.
- Pruebas de regulación de tensión de transformadores de potencia.
- Pruebas de protecciones, equipos de medida, de telecontrol, registradores cronológicos.
- Energización de todos los elementos de la Subestación y prueba de su funcionamiento a tensión normal.
- Puesta en servicio.

A la finalización de la obra, el contratista entregará un expediente de Fin de Obra que comprenderá:

- Los protocolos de pruebas realizadas.
- Dos copias de planos “AS-BUILT”, en rojo y amarillo.

# **DOCUMENTO 6**

# **MEDICIONES**

## **MEDICIONES**

1. OBRA CIVIL
2. CONDUCTORES
3. ESTRUCTURAS, SOPORTES Y ACCESORIOS
4. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS
5. TRANSFORMADORES DE POTENCIA
6. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN
7. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD
8. SECCIONADORES
9. AUTOVÁLVULAS
10. EQUIPOS AUXILIARES
11. RELÉS DE PROTECCIÓN
12. EQUIPOS DE MEDIDA
13. ALUMBRADO
14. VARIOS

# MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO A OBRA CIVIL</b>							
A1	<b>m2 DESBR.Y LIMP.TERRENO A MÁQUINA</b> Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.						69,20
A2	<b>m3 EXC.VAC.A MÁQUINA T.COMPACTOS</b> Excavación a cielo abierto, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.						2.010,00
A3	<b>m3 EXC.ZANJA A MÁQUINA T. COMPACTO</b> Excavación en zanjas, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.						18,80
A4	<b>m3 EXC.POZOS A MÁQUINA T.COMPACT.</b> Excavación en pozos en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.						234,00
A5	<b>m3 EXC.ZANJA SANEAM. T.DURO A MANO</b> Excavación en zanjas de saneamiento, en terrenos de consistencia dura, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, y con posterior relleno y apisonado de las tierras procedentes de la excavación y con p.p. de medios auxiliares.						73,00
A6	<b>m3 EXC.POZOS A MANO &lt;2m.T.COMPACT.</b> Excavación en pozos hasta 2 m. de profundidad en terrenos compactos, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.						5,05
A7	<b>m3 TRANSP.VERTED.&lt;20km.CARGA MEC.</b> Transporte de tierras al vertedero, a una distancia menor de 20 km., considerando ida y vuelta, con camión bañera basculante cargado a máquina, y con p.p. de medios auxiliares, considerando también la carga.						2.490,00

# MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO B CONDUCTORES</b>							
B1	<b>Embarrado 220 kV</b> Metro lineal de tendido de línea trifásica LA 110, compuesta por cable de Aluminio-Acero, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.						1,00
B2	<b>Derivaciones a T1 y T2</b> Metro lineal de canalización y tendido, con máquina tendedora, de línea trifásica subterránea de media tensión, compuesta por cable RHZ1-OL 12/20 kV 1*95 KAL+H16, señalización de fases con cinta de color, fijado de cables con cinta adhesiva, incluso acopio, transporte y devolución del material sobrante.						1,00
B3	<b>Salidas de T1 y T2</b> Metro lineal de tendido de línea trifásica LA 56, compuesta por cable de Aluminio-Acero, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.						2,00
B4	<b>Embarrado 132 kV</b> Metro lineal de tendido de línea trifásica LA 110, compuesta por cable de Aluminio-Acero, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.						2,00
B5	<b>Derivaciones a T3 y T4</b> Metro lineal de canalización y tendido, con máquina tendedora, de línea trifásica subterránea de media tensión, compuesta por cable RHZ1-OL 12/20 kV 1*95 KAL+H16, señalización de fases con cinta de color, fijado de cables con cinta adhesiva, incluso acopio, transporte y devolución del material sobrante.						2,00
B6	<b>Salidas de T4 y T5</b> Metro lineal de tendido de línea trifásica LA 56, compuesta por cable de Aluminio-Acero, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.						2,00
B7	<b>Embarrado 20 kV</b> Metro lineal de tendido de línea trifásica LA 110, compuesta por cable de Aluminio-Acero, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.						1,00
B8	<b>Salidas en baja tensión</b> Metro lineal de tendido de línea trifásica LA 56, compuesta por cable de Aluminio-Acero, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.						1,00
B9	<b>Cable de guarda</b> Metro lineal de tendido de cable de Acero para puesta a tierra, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.						1,00

# MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO C ESTRUCTURAS, SOPORTES Y ACCESORIOS</b>							
C1	<b>Aisladores</b> Cadena de suspensión para cable LA 56, aislamiento de nivel I, incluyendo horquilla bola HB-11 UNESA, aisladores de vidrio U 40 BS, rótula corta R-11 UNESA y grapa de suspensión GS-1 UNESA, incluso acopio y transporte y transporte de materiales, así como el montaje del conjunto.						1,00
C2	<b>Soportes</b>						1,00
C3	<b>Accesorios</b>						1,00

# MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO D INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS</b>							
D1	<b>Interruptor 245 kV</b> Interruptor automático de 245 kV, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.						1,00
D2	<b>Interruptor 145 kV</b> Interruptor automático de 145 kV, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.						1,00
D3	<b>Interruptor 25 kV</b> Interruptor automático de 25 kV, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.						1,00

# MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO E TRANSFORMADORES DE POTENCIA</b>							
E1	<b>TRANSFORMADORES 220/132 KV</b> Transformador reductor 220/132 intemperie con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conexionado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.						6,00
E2	<b>TRANSFORMADORES 132/20 KV</b> Transformador reductor 132/20 intemperie con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conexionado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.						6,00
E3	<b>TRANSFORMADORES 20/0,38 KV</b> Transformador reductor 20/0,38 intemperie con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conexionado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.						6,00

# MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO F TRANSFORMADORES DE TENSIÓN</b>							
F1	<b>Trafo nivel 220 kV</b> Transformador de medida de tensión con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conectado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión a la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.						6,00
F2	<b>Trafo nivel 132 kV</b> Transformador de medida de tensión con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conectado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión a la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.						6,00
F3	<b>Trafo nivel 20 kV</b> Transformador de medida de tensión con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conectado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión a la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.						6,00

# MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO G TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD</b>							
G1	<b>Trafo nivel 220 kV</b> Transformador de medida de intensidad con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conexionado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión a la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.						1,00
G2	<b>Trafo nivel 132 kV</b> Transformador de medida de intensidad con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conexionado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión a la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.						1,00
G3	<b>Trafo nivel 20 kV</b> Transformador de medida de intensidad con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conexionado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión a la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.						1,00
G4	<b>Trafo baja tensión</b> Transformador de medida de intensidad con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conexionado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión a la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.						1,00

# MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO H SECCIONADORES</b>							
H1	<b>Seccionador nivel 220 kV</b> Conjunto de expulsión/seccionador 220 kV L/LA 56 formados por tres fusibles de expulsión, en apoyo de hormigón, incluso acopio y transporte de materiales, montaje del conjunto, completamente instalado y conexionado.						6,00
H2	<b>Seccionador nivel 132 kV</b> Conjunto de expulsión/seccionador 132 kV L/LA 56 formados por tres fusibles de expulsión, en apoyo de hormigón, incluso acopio y transporte de materiales, montaje del conjunto, completamente instalado y conexionado.						6,00
H3	<b>Seccionador nivel 20 kV</b> Conjunto de expulsión/seccionador 20 kV L/LA 56 formados por tres fusibles de expulsión, en apoyo de hormigón, incluso acopio y transporte de materiales, montaje del conjunto, completamente instalado y conexionado.						24,00

# MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO I AUTOVÁLVULAS</b>							
I1	<b>Autoválvula 220 kV</b> Conjunto de pararrayos autovalvulares de SF6 para protección ante impacto de rayo eléctrico, incluso acopio y transporte de materiales, montaje del conjunto, completamente instalado y conexionado.						6,00
I2	<b>Autoválvula 132 kV</b> Conjunto de pararrayos autovalvulares de SF6 para protección ante impacto de rayo eléctrico, incluso acopio y transporte de materiales, montaje del conjunto, completamente instalado y conexionado.						6,00
I3	<b>Autoválvula 20 kV</b> Conjunto de pararrayos autovalvulares de SF6 para protección ante impacto de rayo eléctrico, incluso acopio y transporte de materiales, montaje del conjunto, completamente instalado y conexionado.						40,00

# MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO J EQUIPOS AUXILIARES</b>							
J1	<b>BATERÍAS</b> Conjunto formado por batería externa de acumulación de energía eléctrica, equipo de condensadores en paralelo y dispositivo de conexión a red. incluyendo montaje y puesta en servicio.						1,00
J2	<b>RECTIFICADORES</b> Equipo formado por estación de rescricación con aparamenta de medida y protección tanto en el lado de entrada como en el de salida. Incluyendo montaje y puesta en servicio.						1,00

# MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO K RELÉS DE PROTECCIÓN</b>							
K1	<b>Relés 220 kV</b> Relés de protección incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.						2,00
K2	<b>Relés 132 kV</b> Relés de protección incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.						2,00
K3	<b>Relés 20 kV</b> Relés de protección incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.						2,00
K4	<b>Relés 380 V</b> Relés de protección incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.						15,00

# MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO L EQUIPOS DE MEDIDA</b>							
L1	<b>CONTADORES</b> Equipos de medición de potencia consumida incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.						1,00
L2	<b>VOLTÍMETROS</b> Equipos de medición de tensión de línea, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.						1,00
L3	<b>FRECUENCÍMETROS</b> Equipos de medición de frecuencia en un punto del sistema, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.						1,00
L4	<b>SINCRONOSCOPIO</b> Equipos de sincronización del ángulo de fase para conexionado de un cierto elemento a la red general, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.						1,00
L5	<b>AMPERÍMETROS</b> Equipos de medición de corriente circulante, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.						1,00
L6	<b>VATÍMETROS</b> Equipos de medición de potencia activa consumida, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.						1,00

# MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO M ALUMBRADO</b>							
Q1	<b>Alumbrado Exterior</b> Lámparas de alumbrado de tipo led, para iluminación en exterior. Incluye montaje y comprobación de luminosidad.						1,00
Q2	<b>Alumbrado Interior</b> Lámparas de alumbrado de tipo led, para iluminación en interior. Incluye montaje y comprobación de luminosidad.						1,00

# MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO N VARIOS</b>							
Ñ1	<b>u Puesta a Tierra</b> Conjunto de picas para puesta a tierra de la instalación de la subestación. Incluye malla de conexasión y bridas de amarre, montaje y comprobación de resistencia de la puesta a tierra.						1,00
Ñ2	<b>u Interruptores Magnetotérmicos</b> Conjunto de interruptores magnetotermicos situados en el cuadro general de protección de la subestación de interior para protección de la instalación contra sobreintensidades y calentamientos.						1,00
Ñ3	<b>u Celdad de baja tensión</b> Celdas de la marca Siemens para el lado de baja tensión de la instalación. Incluyen embarrado de 380 V, con aparamenta de medida, protección y maniobra, además de montaje y puesta en servicio.						1,00
N4	<b>u Valla Perimetral</b> Valla de alambre trenzado de 2,20 metros de altura con cable de alambre de espino en la parte superior, para el cierre de las instalaciones. Incluye transporte y montaje.						1,00

# **DOCUMENTO 7**

# **PRESUPUESTO**

## PRESUPUESTO

1. CUADRO DE PRECIOS 1
2. CUADRO DE PRECIOS 2
3. CUADRO DE DESCOMPUESTOS
4. PRESUTUESTO
5. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

**CUADRO DE PRECIOS 1**

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>CAPÍTULO A OBRA CIVIL</b>			
A1	m2	<b>DESBR.Y LIMP.TERRENO A MÁQUINA</b> Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	<b>0,67</b>
		CERO EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
A2	m3	<b>EXC.VAC.A MÁQUINA T.COMPACTOS</b> Excavación a cielo abierto, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	<b>3,19</b>
		TRES EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS	
A3	m3	<b>EXC.ZANJA A MÁQUINA T. COMPACTO</b> Excavación en zanjas, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	<b>12,14</b>
		DOCE EUROS con CATORCE CÉNTIMOS	
A4	m3	<b>EXC.POZOS A MÁQUINA T.COMPACT.</b> Excavación en pozos en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.	<b>12,62</b>
		DOCE EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS	
A5	m3	<b>EXC.ZANJA SANEAM. T.DURO A MANO</b> Excavación en zanjas de saneamiento, en terrenos de consistencia dura, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, y con posterior relleno y apisonado de las tierras procedentes de la excavación y con p.p. de medios auxiliares.	<b>46,27</b>
		CUARENTA Y SEIS EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS	
A6	m3	<b>EXC.POZOS A MANO &lt;2m.T.COMPACT.</b> Excavación en pozos hasta 2 m. de profundidad en terrenos compactos, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.	<b>28,80</b>
		VEINTIOCHO EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS	
A7	m3	<b>TRANSP.VERTED.&lt;20km.CARGA MEC.</b> Transporte de tierras al vertedero, a una distancia menor de 20 km., considerando ida y vuelta, con camión bañera basculante cargado a máquina, y con p.p. de medios auxiliares, considerando también la carga.	<b>9,51</b>
		NUEVE EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS	

# CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>CAPÍTULO B CONDUCTORES</b>			
B1		<b>Embarrado 220 kV</b> Metro lineal de tendido de línea trifásica LA 110, compuesta por cable de Aluminio-Acero, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.	<b>1.709,21</b>
		MIL SETECIENTOS NUEVE EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS	
B2		<b>Derivaciones a T1 y T2</b> Metro lineal de canalización y tendido, con máquina tendedora, de línea trifásica subterránea de media tensión, compuesta por cable RHZ1-OL 12/20 kV 1*95 KAL+H16, señalización de fases con cinta de color, fijado de cables con cinta adhesiva, incluso acopio, transporte y devolución del material sobrante.	<b>797,45</b>
		SETECIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
B3		<b>Salidas de T1 y T2</b> Metro lineal de tendido de línea trifásica LA 56, compuesta por cable de Aluminio-Acero, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.	<b>779,58</b>
		SETECIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
B4		<b>Embarrado 132 kV</b> Metro lineal de tendido de línea trifásica LA 110, compuesta por cable de Aluminio-Acero, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.	<b>1.309,21</b>
		MIL TRESCIENTOS NUEVE EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS	
B5		<b>Derivaciones a T3 y T4</b> Metro lineal de canalización y tendido, con máquina tendedora, de línea trifásica subterránea de media tensión, compuesta por cable RHZ1-OL 12/20 kV 1*95 KAL+H16, señalización de fases con cinta de color, fijado de cables con cinta adhesiva, incluso acopio, transporte y devolución del material sobrante.	<b>956,26</b>
		NOVECIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS	
B6		<b>Salidas de T4 y T5</b> Metro lineal de tendido de línea trifásica LA 56, compuesta por cable de Aluminio-Acero, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.	<b>959,58</b>
		NOVECIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
B7		<b>Embarrado 20 kV</b> Metro lineal de tendido de línea trifásica LA 110, compuesta por cable de Aluminio-Acero, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.	<b>169,21</b>
		CIENTO SESENTA Y NUEVE EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS	
B8		<b>Salidas en baja tensión</b> Metro lineal de tendido de línea trifásica LA 56, compuesta por cable de Aluminio-Acero, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.	<b>333,78</b>
		TRESCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
B9		<b>Cable de guarda</b> Metro lineal de tendido de cable de Acero para puesta a tierra, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.	<b>2.030,30</b>
		DOS MIL TREINTA EUROS con TREINTA CÉNTIMOS	

**CUADRO DE PRECIOS 1**

<b>CÓDIGO</b>	<b>UD</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>PRECIO</b>
<b>CAPÍTULO C ESTRUCTURAS, SOPORTES Y ACCESORIOS</b>			
<b>C1</b>		<b>Aisladores</b>	<b>21.633,63</b>
		Cadena de suspensión para cable LA 56, aislamiento de nivel I, incluyendo horquilla bola HB-11 UNESA, aisladores de vidrio U 40 BS, rótula corta R-11 UNESA y grapa de suspensión GS-1 UNESA, incluso acopio y transporte y transporte de materiales, así como el montaje del conjunto.	
			VEINTIUN MIL SEISCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS
<b>C2</b>		<b>Soportes</b>	<b>61.415,18</b>
			SESENTA Y UN MIL CUATROCIENTOS QUINCE EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS
<b>C3</b>		<b>Accesorios</b>	<b>1.250,75</b>
			MIL DOSCIENTOS CINCUENTA EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS

**CUADRO DE PRECIOS 1**

<b>CÓDIGO</b>	<b>UD</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>PRECIO</b>
<b>CAPÍTULO D INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS</b>			
<b>D1</b>		<b>Interruptor 245 kV</b> Interruptor automático de 245 kV, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	<b>130.052,98</b>
		CIENTO TREINTA MIL CINCUENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
<b>D2</b>		<b>Interruptor 145 kV</b> Interruptor automático de 145 kV, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	<b>153.052,98</b>
		CIENTO CINCUENTA Y TRES MIL CINCUENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
<b>D3</b>		<b>Interruptor 25 kV</b> Interruptor automático de 25 kV, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	<b>100.052,98</b>
		CIEN MIL CINCUENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS	

**CUADRO DE PRECIOS 1**

<b>CÓDIGO</b>	<b>UD</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>PRECIO</b>
<b>CAPÍTULO E TRANSFORMADORES DE POTENCIA</b>			
<b>E1</b>		<b>TRANSFORMADORES 220/132 KV</b>	<b>315.346,45</b>
		Transformador reductor 220/132 intemperie con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conexionado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.	
			TRESCIENTOS QUINCE MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
<b>E2</b>		<b>TRANSFORMADORES 132/20 KV</b>	<b>210.346,45</b>
		Transformador reductor 132/20 intemperie con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conexionado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.	
			DOSCIENTOS DIEZ MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
<b>E3</b>		<b>TRANSFORMADORES 20/0,38 KV</b>	<b>1.996,45</b>
		Transformador reductor 20/0,38 intemperie con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conexionado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.	
			MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

**CUADRO DE PRECIOS 1**

<b>CÓDIGO</b>	<b>UD</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>PRECIO</b>
<b>CAPÍTULO F TRANSFORMADORES DE TENSIÓN</b>			
<b>F1</b>		<b>Trafo nivel 220 kV</b>	<b>3.224,56</b>
		Transformador de medida de tensión con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conexionado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión a la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.	
		TRES MIL DOSCIENTOS VEINTICUATRO EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
<b>F2</b>		<b>Trafo nivel 132 kV</b>	<b>1.815,07</b>
		Transformador de medida de tensión con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conexionado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión a la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.	
		MIL OCHOCIENTOS QUINCE EUROS con SIETE CÉNTIMOS	
<b>F3</b>		<b>Trafo nivel 20 kV</b>	<b>615,07</b>
		Transformador de medida de tensión con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conexionado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión a la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.	
		SEISCIENTOS QUINCE EUROS con SIETE CÉNTIMOS	

**CUADRO DE PRECIOS 1**

<b>CÓDIGO</b>	<b>UD</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>PRECIO</b>
<b>CAPÍTULO G TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD</b>			
<b>G1</b>		<b>Trafo nivel 220 kV</b>	<b>6.560,30</b>
		Transformador de medida de intensidad con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conexionado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión a la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.	
			SEIS MIL QUINIENTOS SESENTA EUROS con TREINTA CÉNTIMOS
<b>G2</b>		<b>Trafo nivel 132 kV</b>	<b>5.060,30</b>
		Transformador de medida de intensidad con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conexionado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión a la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.	
			CINCO MIL SESENTA EUROS con TREINTA CÉNTIMOS
<b>G3</b>		<b>Trafo nivel 20 kV</b>	<b>1.240,30</b>
		Transformador de medida de intensidad con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conexionado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión a la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.	
			MIL DOSCIENTOS CUARENTA EUROS con TREINTA CÉNTIMOS
<b>G4</b>		<b>Trafo baja tensión</b>	<b>150,00</b>
		Transformador de medida de intensidad con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conexionado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión a la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.	
			CIENTO CINCUENTA EUROS

**CUADRO DE PRECIOS 1**

<b>CÓDIGO</b>	<b>UD</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>PRECIO</b>
<b>CAPÍTULO H SECCIONADORES</b>			
<b>H1</b>		<b>Seccionador nivel 220 kV</b>	<b>1.555,54</b>
		Conjunto de expulsión/seccionador 220 kV L/LA 56 formados por tres fusibles de expulsión, en apoyo de hormigón, incluso acopio y transporte de materiales, montaje del conjunto, completamente instalado y conexionado.	
		MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
<b>H2</b>		<b>Seccionador nivel 132 kV</b>	<b>1.255,54</b>
		Conjunto de expulsión/seccionador 132 kV L/LA 56 formados por tres fusibles de expulsión, en apoyo de hormigón, incluso acopio y transporte de materiales, montaje del conjunto, completamente instalado y conexionado.	
		MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
<b>H3</b>		<b>Seccionador nivel 20 kV</b>	<b>285,54</b>
		Conjunto de expulsión/seccionador 20 kV L/LA 56 formados por tres fusibles de expulsión, en apoyo de hormigón, incluso acopio y transporte de materiales, montaje del conjunto, completamente instalado y conexionado.	
		DOSCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	

**CUADRO DE PRECIOS 1**

<b>CÓDIGO</b>	<b>UD</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>PRECIO</b>
<b>CAPÍTULO I AUTOVÁLVULAS</b>			
<b>11</b>		<b>Autoválvula 220 kV</b>	<b>11.118,01</b>
		Conjunto de pararrayos autovalvulares de SF6 para protección ante impacto de rayo eléctrico, incluso acopio y transporte de materiales, montaje del conjunto, completamente instalado y conexionado.	
			ONCE MIL CIENTO DIECIOCHO EUROS con UN CÉNTIMOS
<b>12</b>		<b>Autoválvula 132 kV</b>	<b>8.718,01</b>
		Conjunto de pararrayos autovalvulares de SF6 para protección ante impacto de rayo eléctrico, incluso acopio y transporte de materiales, montaje del conjunto, completamente instalado y conexionado.	
			OCHO MIL SETECIENTOS DIECIOCHO EUROS con UN CÉNTIMOS
<b>13</b>		<b>Autoválvula 20 kV</b>	<b>10.018,01</b>
		Conjunto de pararrayos autovalvulares de SF6 para protección ante impacto de rayo eléctrico, incluso acopio y transporte de materiales, montaje del conjunto, completamente instalado y conexionado.	
			DIEZ MIL DIECIOCHO EUROS con UN CÉNTIMOS

**CUADRO DE PRECIOS 1**

<b>CÓDIGO</b>	<b>UD</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>PRECIO</b>
<b>CAPÍTULO J EQUIPOS AUXILIARES</b>			
<b>J1</b>		<b>BATERÍAS</b>	<b>2.475,65</b>
		Conjunto formado por batería externa de acumulación de energía eléctrica, equipo de condensadores en paralelo y dispositivo de conexionado a red. incluyendo montaje y puesta en servicio.	
			DOS MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS
<b>J2</b>		<b>RECTIFICADORES</b>	<b>9.508,19</b>
		Equipo formado por estación de restitución con aparataje de medida y protección tanto en el lado de entrada como en el de salida. Incluyendo montaje y puesta en servicio.	
			NUEVE MIL QUINIENTOS OCHO EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS

**CUADRO DE PRECIOS 1**

<b>CÓDIGO</b>	<b>UD</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>PRECIO</b>
<b>CAPÍTULO K RELÉS DE PROTECCIÓN</b>			
<b>K1</b>		<b>Relés 220 kV</b>	<b>576,49</b>
		Relés de protección incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	
			QUINIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
<b>K2</b>		<b>Relés 132 kV</b>	<b>646,49</b>
		Relés de protección incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	
			SEISCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
<b>K3</b>		<b>Relés 20 kV</b>	<b>856,49</b>
		Relés de protección incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	
			OCHOCIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
<b>K4</b>		<b>Relés 380 V</b>	<b>351,49</b>
		Relés de protección incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	
			TRESCIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

**CUADRO DE PRECIOS 1**

<b>CÓDIGO</b>	<b>UD</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>PRECIO</b>
<b>CAPÍTULO L EQUIPOS DE MEDIDA</b>			
<b>L1</b>		<b>CONTADORES</b>	<b>2.362,98</b>
		Equipos de medición de potencia consumida incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	
		DOS MIL TRESCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
<b>L2</b>		<b>VOLTÍMETROS</b>	<b>249,20</b>
		Equipos de medición de tensión de línea, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	
		DOSCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS con VEINTE CÉNTIMOS	
<b>L3</b>		<b>FRECUENCÍMETROS</b>	<b>156,13</b>
		Equipos de medición de frecuencia en un punto del sistema, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	
		CIENTO CINCUENTA Y SEIS EUROS con TRECE CÉNTIMOS	
<b>L4</b>		<b>SINCRONOSCOPIO</b>	<b>105,72</b>
		Equipos de sincronización del ángulo de fase para conexionado de un cierto elemento a la red general, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	
		CIENTO CINCO EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS	
<b>L5</b>		<b>AMPERÍMETROS</b>	<b>566,49</b>
		Equipos de medición de corriente circulante, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	
		QUINIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
<b>L6</b>		<b>VATÍMETROS</b>	<b>628,28</b>
		Equipos de medición de potencia activa consumida, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	
		SEISCIENTOS VEINTIOCHO EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS	

# CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>CAPÍTULO M ALUMBRADO</b>			
<b>Q1</b>		<b>Alumbrado Exterior</b>	<b>5.455,30</b>
		Lámparas de alumbrado de tipo led, para iluminación en exterior. Incluye montaje y comprobación de luminosidad.	
			CINCO MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS
<b>Q2</b>		<b>Alumbrado Interior</b>	<b>4.955,30</b>
		Lámparas de alumbrado de tipo led, para iluminación en interior. Incluye montaje y comprobación de luminosidad.	
			CUATRO MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

**CUADRO DE PRECIOS 1**

<b>CÓDIGO</b>	<b>UD</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>PRECIO</b>
<b>CAPÍTULO N VARIOS</b>			
Ñ1	u	<b>Puesta a Tierra</b> Conjunto de picas para puesta a tierra de la instalación de la subestación. Incluye malla de conexionado y bridas de amarre, montaje y comprobación de resistencia de la puesta a tierra.	<b>2.274,11</b>
		DOS MIL DOSCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS con ONCE CÉNTIMOS	
Ñ2	u	<b>Interruptores Magnetotérmicos</b> Conjunto de interruptores magnetotermicos situados en el cuadro general de protección de la subestación de interior para protección de la instalación contra sobrecorrientes y calentamientos.	<b>995,65</b>
		NOVECIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
Ñ3	u	<b>Celdas de baja tensión</b> Celdas de la marca Siemens para el lado de baja tensión de la instalación. Incluyen embarrado de 380 V, con aparataje de medida, protección y maniobra, además de montaje y puesta en servicio.	<b>11.214,92</b>
		ONCE MIL DOSCIENTOS CATORCE EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS	
N4	u	<b>Valla Perimetral</b> Valla de alambre trenzado de 2,20 metros de altura con cable de alambre de espino en la parte superior, para el cierre de las instalaciones. Incluye transporte y montaje.	<b>6.577,79</b>
		SEIS MIL QUINIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	

**CUADRO DE PRECIOS 2**

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>CAPÍTULO A OBRA CIVIL</b>			
A1	m2	<b>DESBR.Y LIMP.TERRENO A MÁQUINA</b> Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	
		Mano de obra .....	0,10
		Maquinaria .....	0,57
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>0,67</b>
A2	m3	<b>EXC.VAC.A MÁQUINA T.COMPACTOS</b> Excavación a cielo abierto, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	
		Mano de obra .....	0,46
		Maquinaria .....	2,73
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>3,19</b>
A3	m3	<b>EXC.ZANJA A MÁQUINA T. COMPACTO</b> Excavación en zanjas, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	
		Mano de obra .....	1,64
		Maquinaria .....	10,50
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>12,14</b>
A4	m3	<b>EXC.POZOS A MÁQUINA T.COMPACT.</b> Excavación en pozos en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.	
		Mano de obra .....	1,70
		Maquinaria .....	10,92
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>12,62</b>
A5	m3	<b>EXC.ZANJA SANEAM. T.DURO A MANO</b> Excavación en zanjas de saneamiento, en terrenos de consistencia dura, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, y con posterior relleno y apisonado de las tierras procedentes de la excavación y con p.p. de medios auxiliares.	
		Mano de obra .....	44,51
		Maquinaria .....	1,76
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>46,27</b>
A6	m3	<b>EXC.POZOS A MANO &lt;2m.T.COMPACT.</b> Excavación en pozos hasta 2 m. de profundidad en terrenos compactos, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.	
		Mano de obra .....	28,80
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>28,80</b>
A7	m3	<b>TRANSP.VERTED.&lt;20km.CARGA MEC.</b> Transporte de tierras al vertedero, a una distancia menor de 20 km., considerando ida y vuelta, con camión bañera basculante cargado a máquina, y con p.p. de medios auxiliares, considerando también la carga.	
		Maquinaria .....	9,51
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>9,51</b>

**CUADRO DE PRECIOS 2**

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>CAPÍTULO B CONDUCTORES</b>			
<b>B1</b>		<b>Embarrado 220 kV</b>	
		Metro lineal de tendido de línea trifásica LA 110, compuesta por cable de Aluminio-Acero, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.	
		Mano de obra .....	34,96
		Maquinaria .....	74,25
		Resto de obra y materiales.....	1.600,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>1.709,21</b>
<b>B2</b>		<b>Derivaciones a T1 y T2</b>	
		Metro lineal de canalización y tendido, con máquina tendedora, de línea trifásica subterránea de media tensión, compuesta por cable RHZ1-OL 12/20 kV 1*95 KAL+H16, señalización de fases con cinta de color, fijado de cables con cinta adhesiva, incluso acopio, transporte y devolución del material sobrante.	
		Mano de obra .....	39,20
		Maquinaria .....	83,25
		Resto de obra y materiales.....	675,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>797,45</b>
<b>B3</b>		<b>Salidas de T1 y T2</b>	
		Metro lineal de tendido de línea trifásica LA 56, compuesta por cable de Aluminio-Acero, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.	
		Mano de obra .....	19,08
		Maquinaria .....	40,50
		Resto de obra y materiales.....	720,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>779,58</b>
<b>B4</b>		<b>Embarrado 132 kV</b>	
		Metro lineal de tendido de línea trifásica LA 110, compuesta por cable de Aluminio-Acero, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.	
		Mano de obra .....	34,96
		Maquinaria .....	74,25
		Resto de obra y materiales.....	1.200,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>1.309,21</b>
<b>B5</b>		<b>Derivaciones a T3 y T4</b>	
		Metro lineal de canalización y tendido, con máquina tendedora, de línea trifásica subterránea de media tensión, compuesta por cable RHZ1-OL 12/20 kV 1*95 KAL+H16, señalización de fases con cinta de color, fijado de cables con cinta adhesiva, incluso acopio, transporte y devolución del material sobrante.	
		Mano de obra .....	18,01
		Maquinaria .....	38,25
		Resto de obra y materiales.....	900,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>956,26</b>
<b>B6</b>		<b>Salidas de T4 y T5</b>	
		Metro lineal de tendido de línea trifásica LA 56, compuesta por cable de Aluminio-Acero, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.	
		Mano de obra .....	19,08
		Maquinaria .....	40,50
		Resto de obra y materiales.....	900,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>959,58</b>
<b>B7</b>		<b>Embarrado 20 kV</b>	
		Metro lineal de tendido de línea trifásica LA 110, compuesta por cable de Aluminio-Acero, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.	
		Mano de obra .....	34,96
		Maquinaria .....	74,25
		Resto de obra y materiales.....	60,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>169,21</b>
<b>B8</b>		<b>Salidas en baja tensión</b>	
		Metro lineal de tendido de línea trifásica LA 56, compuesta por cable de Aluminio-Acero, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.	
		Mano de obra .....	9,53
		Maquinaria .....	20,25
		Resto de obra y materiales.....	304,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>333,78</b>

**CUADRO DE PRECIOS 2**

<b>CÓDIGO</b>	<b>UD</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>PRECIO</b>
<b>B9</b>		<b>Cable de guarda</b>	
		Metro lineal de tendido de cable deAcero para puesta a tierra, incluso acopio y transporte de ma- teriales. Tendido, tensado y retencionado.	
		Mano de obra .....	5,30
		Maquinaria .....	1.125,00
		Resto de obra y materiales.....	900,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>2.030,30</b>

**CUADRO DE PRECIOS 2**

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>CAPÍTULO C ESTRUCTURAS, SOPORTES Y ACCESORIOS</b>			
<b>C1</b>		<b>Aisladores</b>	
		Cadena de suspensión para cable LA 56, aislamiento de nivel I, incluyendo horquilla bola HB-11 UNESA, aisladores de vidrio U 40 BS, rótula corta R-11 UNESA y grapa de suspensión GS-1 UNESA, incluso acopio y transporte y transporte de materiales, así como el montaje del conjunto.	
		Mano de obra .....	3,63
		Resto de obra y materiales .....	21.630,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>21.633,63</b>
<b>C2</b>		<b>Soportes</b>	
		Mano de obra .....	15,18
		Resto de obra y materiales .....	61.400,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>61.415,18</b>
<b>C3</b>		<b>Accesorios</b>	
		Mano de obra .....	10,75
		Resto de obra y materiales .....	1.240,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>1.250,75</b>

**CUADRO DE PRECIOS 2**

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>CAPÍTULO D INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS</b>			
D1		<b>Interruptor 245 kV</b>	
		Interruptor automático de 245 kV, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	
		Mano de obra .....	52,98
		Resto de obra y materiales .....	130.000,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>130.052,98</b>
D2		<b>Interruptor 145 kV</b>	
		Interruptor automático de 145 kV, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	
		Mano de obra .....	52,98
		Resto de obra y materiales .....	153.000,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>153.052,98</b>
D3		<b>Interruptor 25 kV</b>	
		Interruptor automático de 25 kV, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	
		Mano de obra .....	52,98
		Resto de obra y materiales .....	100.000,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>100.052,98</b>





**CUADRO DE PRECIOS 2**

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>CAPÍTULO G TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD</b>			
<b>G1</b>		<b>Trafo nivel 220 kV</b>	
		Transformador de medida de intensidad con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conexionado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión a la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.	
		Mano de obra .....	60,30
		Resto de obra y materiales .....	6.500,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>6.560,30</b>
<b>G2</b>		<b>Trafo nivel 132 kV</b>	
		Transformador de medida de intensidad con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conexionado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión a la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.	
		Mano de obra .....	60,30
		Resto de obra y materiales .....	5.000,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>5.060,30</b>
<b>G3</b>		<b>Trafo nivel 20 kV</b>	
		Transformador de medida de intensidad con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conexionado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión a la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.	
		Mano de obra .....	60,30
		Resto de obra y materiales .....	1.180,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>1.240,30</b>
<b>G4</b>		<b>Trafo baja tensión</b>	
		Transformador de medida de intensidad con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conexionado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión a la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.	
		Resto de obra y materiales .....	150,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>150,00</b>

# CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>CAPÍTULO H SECCIONADORES</b>			
H1		<b>Seccionador nivel 220 kV</b>	
		Conjunto de expulsión/seccionador 220 kV L/LA 56 formados por tres fusibles de expulsión, en apoyo de hormigón, incluso acopio y transporte de materiales, montaje del conjunto, completamente instalado y conexionado.	
		Mano de obra .....	34,96
		Maquinaria .....	20,58
		Resto de obra y materiales .....	1.500,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>1.555,54</b>
H2		<b>Seccionador nivel 132 kV</b>	
		Conjunto de expulsión/seccionador 132 kV L/LA 56 formados por tres fusibles de expulsión, en apoyo de hormigón, incluso acopio y transporte de materiales, montaje del conjunto, completamente instalado y conexionado.	
		Mano de obra .....	34,96
		Maquinaria .....	20,58
		Resto de obra y materiales .....	1.200,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>1.255,54</b>
H3		<b>Seccionador nivel 20 kV</b>	
		Conjunto de expulsión/seccionador 20 kV L/LA 56 formados por tres fusibles de expulsión, en apoyo de hormigón, incluso acopio y transporte de materiales, montaje del conjunto, completamente instalado y conexionado.	
		Mano de obra .....	34,96
		Maquinaria .....	20,58
		Resto de obra y materiales .....	230,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>285,54</b>

**CUADRO DE PRECIOS 2**

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
--------	----	---------	--------

**CAPÍTULO I AUTOVÁLVULAS**

I1		<b>Autoválvula 220 kV</b>	
		Conjunto de pararrayos autovalvulares de SF6 para protección ante impacto de rayo eléctrico, incluso acopio y transporte de materiales, montaje del conjunto, completamente instalado y conectado.	
			Mano de obra ..... 18,01
			Resto de obra y materiales ..... 11.100,00
			<b>TOTAL PARTIDA ..... 11.118,01</b>

I2		<b>Autoválvula 132 kV</b>	
		Conjunto de pararrayos autovalvulares de SF6 para protección ante impacto de rayo eléctrico, incluso acopio y transporte de materiales, montaje del conjunto, completamente instalado y conectado.	
			Mano de obra ..... 18,01
			Resto de obra y materiales ..... 8.700,00
			<b>TOTAL PARTIDA ..... 8.718,01</b>

I3		<b>Autoválvula 20 kV</b>	
		Conjunto de pararrayos autovalvulares de SF6 para protección ante impacto de rayo eléctrico, incluso acopio y transporte de materiales, montaje del conjunto, completamente instalado y conectado.	
			Mano de obra ..... 18,01
			Resto de obra y materiales ..... 10.000,00
			<b>TOTAL PARTIDA ..... 10.018,01</b>

**CUADRO DE PRECIOS 2**

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>CAPÍTULO J EQUIPOS AUXILIARES</b>			
J1		<b>BATERÍAS</b>	
		Conjunto formado por batería externa de acumulación de energía eléctrica, equipo de condensadores en paralelo y dispositivo de conexionado a red. incluyendo montaje y puesta en servicio.	
		Mano de obra .....	175,70
		Maquinaria .....	124,95
		Resto de obra y materiales .....	2.175,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>2.475,65</b>
J2		<b>RECTIFICADORES</b>	
		Equipo formado por estación de resctificación con aparamenta de medida y protección tanto en el lado de entrada como en el de salida. Incluyendo montaje y puesta en servicio.	
		Mano de obra .....	226,34
		Maquinaria .....	31,85
		Resto de obra y materiales .....	9.250,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>9.508,19</b>

**CUADRO DE PRECIOS 2**

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>CAPÍTULO K RELÉS DE PROTECCIÓN</b>			
K1		<b>Relés 220 kV</b>	
		Relés de protección incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	
		Mano de obra .....	26,49
		Resto de obra y materiales .....	550,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>576,49</b>
K2		<b>Relés 132 kV</b>	
		Relés de protección incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	
		Mano de obra .....	26,49
		Resto de obra y materiales .....	620,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>646,49</b>
K3		<b>Relés 20 kV</b>	
		Relés de protección incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	
		Mano de obra .....	26,49
		Resto de obra y materiales .....	830,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>856,49</b>
K4		<b>Relés 380 V</b>	
		Relés de protección incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	
		Mano de obra .....	26,49
		Resto de obra y materiales .....	325,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>351,49</b>

**CUADRO DE PRECIOS 2**

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>CAPÍTULO L EQUIPOS DE MEDIDA</b>			
<b>L1</b>		<b>CONTADORES</b>	
		Equipos de medición de potencia consumida incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	
		Mano de obra .....	52,98
		Resto de obra y materiales .....	2.310,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>2.362,98</b>
<b>L2</b>		<b>VOLTÍMETROS</b>	
		Equipos de medición de tensión de línea, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	
		Mano de obra .....	39,20
		Resto de obra y materiales .....	210,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>249,20</b>
<b>L3</b>		<b>FRECUENCIÓMETROS</b>	
		Equipos de medición de frecuencia en un punto del sistema, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	
		Mano de obra .....	20,13
		Resto de obra y materiales .....	136,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>156,13</b>
<b>L4</b>		<b>SINCRONOSCOPIO</b>	
		Equipos de sincronización del ángulo de fase para conexionado de un cierto elemento a la red general, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	
		Mano de obra .....	30,72
		Resto de obra y materiales .....	75,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>105,72</b>
<b>L5</b>		<b>AMPERÍMETROS</b>	
		Equipos de medición de corriente circulante, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	
		Mano de obra .....	26,49
		Resto de obra y materiales .....	540,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>566,49</b>
<b>L6</b>		<b>VATÍMETROS</b>	
		Equipos de medición de potencia activa consumida, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.	
		Mano de obra .....	58,28
		Resto de obra y materiales .....	570,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>628,28</b>

# CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>CAPÍTULO M ALUMBRADO</b>			
<b>Q1</b>		<b>Alumbrado Exterior</b>	
		Lámparas de alumbrado de tipo led, para iluminación en exterior. Incluye montaje y comprobación de luminosidad.	
		Mano de obra .....	295,30
		Resto de obra y materiales .....	5.160,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>5.455,30</b>
<b>Q2</b>		<b>Alumbrado Interior</b>	
		Lámparas de alumbrado de tipo led, para iluminación en interior. Incluye montaje y comprobación de luminosidad.	
		Mano de obra .....	295,30
		Resto de obra y materiales .....	4.660,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>4.955,30</b>

**CUADRO DE PRECIOS 2**

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>CAPÍTULO N VARIOS</b>			
Ñ1	u	<b>Puesta a Tierra</b>	
		Conjunto de picas para puesta a tierra de la instalación de la subestación. Incluye malla de conexionado y bridas de amarre, montaje y comprobación de resistencia de la puesta a tierra.	
		Mano de obra .....	471,61
		Maquinaria .....	122,50
		Resto de obra y materiales .....	1.680,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>2.274,11</b>
Ñ2	u	<b>Interruptores Magnetotérmicos</b>	
		Conjunto de interruptores magnetotermicos situados en el cuadro general de protección de la subestación de interior para protección de la instalación contra sobreintensidades y calentamientos.	
		Mano de obra .....	20,65
		Resto de obra y materiales .....	975,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>995,65</b>
Ñ3	u	<b>Celdad de baja tensión</b>	
		Celdas de la marca Siemens para el lado de baja tensión de la instalación. Incluyen embarrado de 380 V, con apartamenta de medida, protección y maniobra, además de montaje y puesta en servicio.	
		Mano de obra .....	249,17
		Maquinaria .....	85,75
		Resto de obra y materiales .....	10.880,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>11.214,92</b>
N4	u	<b>Valla Perimetral</b>	
		Valla de alambre trenzado de 2,20 metros de altura con cable de alambre de espino en la parte superior, para el cierre de las instalaciones. Incluye transporte y montaje.	
		Mano de obra .....	381,79
		Maquinaria .....	196,00
		Resto de obra y materiales .....	6.000,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>6.577,79</b>

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO A OBRA CIVIL</b>									
A1	<b>m2 DESBR.Y LIMP.TERRENO A MÁQUINA</b> Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.						69,20	0,67	46,36
A2	<b>m3 EXC.VAC.A MÁQUINA T.COMPACTOS</b> Excavación a cielo abierto, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.						2.010,00	3,19	6.411,90
A3	<b>m3 EXC.ZANJA A MÁQUINA T. COMPACTO</b> Excavación en zanjas, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.						18,80	12,14	228,23
A4	<b>m3 EXC.POZOS A MÁQUINA T.COMPACT.</b> Excavación en pozos en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.						234,00	12,62	2.953,08
A5	<b>m3 EXC.ZANJA SANEAM. T.DURO A MANO</b> Excavación en zanjas de saneamiento, en terrenos de consistencia dura, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, y con posterior relleno y apisonado de las tierras procedentes de la excavación y con p.p. de medios auxiliares.						73,00	46,27	3.377,71
A6	<b>m3 EXC.POZOS A MANO &lt;2m.T.COMPACT.</b> Excavación en pozos hasta 2 m. de profundidad en terrenos compactos, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.						5,05	28,80	145,44
A7	<b>m3 TRANSP.VERTED.&lt;20km.CARGA MEC.</b> Transporte de tierras al vertedero, a una distancia menor de 20 km., considerando ida y vuelta, con camión bañera basculante cargado a máquina, y con p.p. de medios auxiliares, considerando también la carga.						2.490,00	9,51	23.679,90
<b>TOTAL CAPÍTULO A OBRA CIVIL .....</b>									<b>36.842,62</b>

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO B CONDUCTORES</b>									
<b>B1</b>	<b>Embarrado 220 kV</b> Metro lineal de tendido de línea trifásica LA 110, compuesta por cable de Aluminio-Acero, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.						1,00	1.709,21	1.709,21
<b>B2</b>	<b>Derivaciones a T1 y T2</b> Metro lineal de canalización y tendido, con máquina tendedora, de línea trifásica subterránea de media tensión, compuesta por cable RHZ1-OL 12/20 kV 1*95 KAL+H16, señalización de fases con cinta de color, fijado de cables con cinta adhesiva, incluso acopio, transporte y devolución del material sobrante.						1,00	797,45	797,45
<b>B3</b>	<b>Salidas de T1 y T2</b> Metro lineal de tendido de línea trifásica LA 56, compuesta por cable de Aluminio-Acero, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.						2,00	779,58	1.559,16
<b>B4</b>	<b>Embarrado 132 kV</b> Metro lineal de tendido de línea trifásica LA 110, compuesta por cable de Aluminio-Acero, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.						2,00	1.309,21	2.618,42
<b>B5</b>	<b>Derivaciones a T3 y T4</b> Metro lineal de canalización y tendido, con máquina tendedora, de línea trifásica subterránea de media tensión, compuesta por cable RHZ1-OL 12/20 kV 1*95 KAL+H16, señalización de fases con cinta de color, fijado de cables con cinta adhesiva, incluso acopio, transporte y devolución del material sobrante.						2,00	956,26	1.912,52
<b>B6</b>	<b>Salidas de T4 y T5</b> Metro lineal de tendido de línea trifásica LA 56, compuesta por cable de Aluminio-Acero, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.						2,00	959,58	1.919,16
<b>B7</b>	<b>Embarrado 20 kV</b> Metro lineal de tendido de línea trifásica LA 110, compuesta por cable de Aluminio-Acero, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.						1,00	169,21	169,21
<b>B8</b>	<b>Salidas en baja tensión</b> Metro lineal de tendido de línea trifásica LA 56, compuesta por cable de Aluminio-Acero, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.						1,00	333,78	333,78
<b>B9</b>	<b>Cable de guarda</b> Metro lineal de tendido de cable de Acero para puesta a tierra, incluso acopio y transporte de materiales. Tendido, tensado y retencionado.						1,00	2.030,30	2.030,30
<b>TOTAL CAPÍTULO B CONDUCTORES.....</b>									<b>13.049,21</b>

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C ESTRUCTURAS, SOPORTES Y ACCESORIOS</b>									
C1	<b>Aisladores</b> Cadena de suspensión para cable LA 56, aislamiento de nivel I, incluyendo horquilla bola HB-11 UNESA, aisladores de vidrio U 40 BS, rótula corta R-11 UNESA y grapa de suspensión GS-1 UNESA, incluso acopio y transporte y transporte de materiales, así como el montaje del conjunto.								
							1,00	21.633,63	21.633,63
C2	<b>Soportes</b>								
							1,00	61.415,18	61.415,18
C3	<b>Accesorios</b>								
							1,00	1.250,75	1.250,75
<b>TOTAL CAPÍTULO C ESTRUCTURAS, SOPORTES Y ACCESORIOS.....</b>									<b>84.299,56</b>

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO D INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS</b>									
D1	<b>Interruptor 245 kV</b> Interruptor automático de 245 kV, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.						1,00	130.052,98	130.052,98
D2	<b>Interruptor 145 kV</b> Interruptor automático de 145 kV, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.						1,00	153.052,98	153.052,98
D3	<b>Interruptor 25 kV</b> Interruptor automático de 25 kV, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.						1,00	100.052,98	100.052,98
<b>TOTAL CAPÍTULO D INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.....</b>									<b>383.158,94</b>



**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO F TRANSFORMADORES DE TENSIÓN</b>									
F1	<p><b>Trafo nivel 220 kV</b></p> <p>Transformador de medida de tensión con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conectado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión a la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.</p>						6,00	3.224,56	19.347,36
F2	<p><b>Trafo nivel 132 kV</b></p> <p>Transformador de medida de tensión con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conectado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión a la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.</p>						6,00	1.815,07	10.890,42
F3	<p><b>Trafo nivel 20 kV</b></p> <p>Transformador de medida de tensión con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conectado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión a la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.</p>						6,00	615,07	3.690,42
<b>TOTAL CAPÍTULO F TRANSFORMADORES DE TENSIÓN.....</b>									<b>33.928,20</b>

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO G TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD</b>									
<b>G1</b>	<b>Trafo nivel 220 kV</b> Transformador de medida de intensidad con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conexionado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión a la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.						1,00	6.560,30	6.560,30
<b>G2</b>	<b>Trafo nivel 132 kV</b> Transformador de medida de intensidad con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conexionado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión a la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.						1,00	5.060,30	5.060,30
<b>G3</b>	<b>Trafo nivel 20 kV</b> Transformador de medida de intensidad con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conexionado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión a la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.						1,00	1.240,30	1.240,30
<b>G4</b>	<b>Trafo baja tensión</b> Transformador de medida de intensidad con interruptor automático montado sobre armado a tal efecto sobre apoyo, conexionado tanto por el lado de media tensión como por el lado de baja tensión, e incluida la conexión a la puesta a tierra, incluso transporte y acopio de materiales a pie de obra.						1,00	150,00	150,00
<b>TOTAL CAPÍTULO G TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD .....</b>									<b>13.010,90</b>

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO H SECCIONADORES</b>									
H1	<b>Seccionador nivel 220 kV</b> Conjunto de expulsión/seccionador 220 kV L/LA 56 formados por tres fusibles de expulsión, en apoyo de hormigón, incluso acopio y transporte de materiales, montaje del conjunto, completamente instalado y conexionado.						6,00	1.555,54	9.333,24
H2	<b>Seccionador nivel 132 kV</b> Conjunto de expulsión/seccionador 132 kV L/LA 56 formados por tres fusibles de expulsión, en apoyo de hormigón, incluso acopio y transporte de materiales, montaje del conjunto, completamente instalado y conexionado.						6,00	1.255,54	7.533,24
H3	<b>Seccionador nivel 20 kV</b> Conjunto de expulsión/seccionador 20 kV L/LA 56 formados por tres fusibles de expulsión, en apoyo de hormigón, incluso acopio y transporte de materiales, montaje del conjunto, completamente instalado y conexionado.						24,00	285,54	6.852,96
<b>TOTAL CAPÍTULO H SECCIONADORES.....</b>									<b>23.719,44</b>

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO I AUTOVÁLVULAS</b>									
I1	<b>Autoválvula 220 kV</b> Conjunto de pararrayos autovalvulares de SF6 para protección ante impacto de rayo eléctrico, incluso acopio y transporte de materiales, montaje del conjunto, completamente instalado y conexionado.						6,00	11.118,01	66.708,06
I2	<b>Autoválvula 132 kV</b> Conjunto de pararrayos autovalvulares de SF6 para protección ante impacto de rayo eléctrico, incluso acopio y transporte de materiales, montaje del conjunto, completamente instalado y conexionado.						6,00	8.718,01	52.308,06
I3	<b>Autoválvula 20 kV</b> Conjunto de pararrayos autovalvulares de SF6 para protección ante impacto de rayo eléctrico, incluso acopio y transporte de materiales, montaje del conjunto, completamente instalado y conexionado.						40,00	10.018,01	400.720,40
<b>TOTAL CAPÍTULO I AUTOVÁLVULAS .....</b>									<b>519.736,52</b>





**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO L EQUIPOS DE MEDIDA</b>									
L1	<b>CONTADORES</b> Equipos de medición de potencia consumida incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.						1,00	2.362,98	2.362,98
L2	<b>VOLTÍMETROS</b> Equipos de medición de tensión de línea, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.						1,00	249,20	249,20
L3	<b>FRECUENCÍMETROS</b> Equipos de medición de frecuencia en un punto del sistema, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.						1,00	156,13	156,13
L4	<b>SINCRONOSCOPIO</b> Equipos de sincronización del ángulo de fase para conexionado de un cierto elemento a la red general, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.						1,00	105,72	105,72
L5	<b>AMPERÍMETROS</b> Equipos de medición de corriente circulante, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.						1,00	566,49	566,49
L6	<b>VATÍMETROS</b> Equipos de medición de potencia activa consumida, incluyendo montaje y puesta en servicio de los equipos.						1,00	628,28	628,28
<b>TOTAL CAPÍTULO L EQUIPOS DE MEDIDA .....</b>								<b>4.068,80</b>	<b>4.068,80</b>



**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO N VARIOS</b>									
Ñ1	<p><b>u Puesta a Tierra</b></p> <p>Conjunto de picas para puesta a tierra de la instalación de la subestación. Incluye malla de conexasión y bridas de amarre, montaje y comprobación de resistencia de la puesta a tierra.</p>						1,00	2.274,11	2.274,11
Ñ2	<p><b>u Interruptores Magnetotérmicos</b></p> <p>Conjunto de interruptores magnetotermicos situados en el cuadro general de protección de la subestación de interior para protección de la instalación contra sobreintensidades y calentamientos.</p>						1,00	995,65	995,65
Ñ3	<p><b>u Celdad de baja tensión</b></p> <p>Celdas de la marca Siemens para el lado de baja tensión de la instalación. Incluyen embarrado de 380 V, con aparamenta de medida, protección y maniobra, además de montaje y puesta en servicio.</p>						1,00	11.214,92	11.214,92
N4	<p><b>u Valla Perimetral</b></p> <p>Valla de alambre trenzado de 2,20 metros de altura con cable de alambre de espinó en la parte superior, para el cierre de las instalaciones. Incluye transporte y montaje.</p>						1,00	6.577,79	6.577,79
<b>TOTAL CAPÍTULO N VARIOS .....</b>									<b>21.062,47</b>
<b>TOTAL .....</b>									<b>4.330.838,49</b>

# RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
A	OBRA CIVIL.....	36.842,62	0,85
B	CONDUCTORES .....	13.049,21	0,30
C	ESTRUCTURAS, SOPORTES Y ACCESORIOS.....	84.299,56	1,95
D	INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS .....	383.158,94	8,85
E	TRANSFORMADORES DE POTENCIA .....	3.166.136,10	73,11
F	TRANSFORMADORES DE TENSIÓN .....	33.928,20	0,78
G	TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD .....	13.010,90	0,30
H	SECCIONADORES .....	23.719,44	0,55
I	AUTOVÁLVULAS .....	519.736,52	12,00
J	EQUIPOS AUXILIARES .....	11.983,84	0,28
K	RELÉS DE PROTECCIÓN .....	9.431,29	0,22
L	EQUIPOS DE MEDIDA.....	4.068,80	0,09
M	ALUMBRADO .....	10.410,60	0,24
N	VARIOS .....	21.062,47	0,49
	<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>4.330.838,49</b>	
	13,00 % Gastos generales.....	563.009,00	
	6,00 % Beneficio industrial .....	259.850,31	
	<b>SUMA DE G.G. y B.I.</b>	<b>822.859,31</b>	
	16,00 % I.V.A. ....	824.591,65	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>	<b>5.978.289,45</b>	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>5.978.289,45</b>	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CINCO MILLONES NOVECIENTOS SETENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

, a 20 de enero de 2023.

El promotor

La dirección facultativa