Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

PROJECTE FI DE CARRERA

TÍTOL: Electrificació d'una gran industria

AUTOR: Raúl Rothwell Sánchez

TITULACIÓ: E.T.I. Especialitat Electricitat

DIRECTOR: Ramon Caumons Sangrà

DEPARTAMENT: Electricitat

DATA: 20/01/2009

TÍTOL: Electrificació d'una Gran Industria

COGNOMS: **Rothwell Sánchez** **NOM: Raúl**

TITULACIÓ: Enginyeria Tècnica Industrial

ESPECIALITAT: Electricitat **PLA: 95**

DIRECTOR: Ramon Caumons Sangrà

DEPARTAMENT: Electricitat

QUALIFICACIÓ DEL PFC

TRIBUNAL

PRESIDENT	SECRETARI	VOCAL
Ramon Caba Olivella	Pedro Andrada Gascon	M.Teresa Baile Puig

DATA DE LECTURA:

Aquest Projecte té en compte aspectes mediambientals: □ Sí □ No

PROJECTE FI DE CARRERA

RESUM (màxim 50 línies)

El presente proyecto consta de la electrificación de una Gran Industria.
Se ha instalado varios CT's repartidos por toda la nave, alimentados a partir de una línea de MT conectada en anillo.
Se ha tenido que realizar la alimentación en baja tensión desde los CT's hasta los distintos edificios, basándose en una previsión de cargas determinada para cada uno de ellos.
También se ha realizado la distribución interna de cada nave, aun no siendo objeto de este proyecto.
Se ha realizado el dimensionado de todas las protecciones necesarias, puestas a tierra y líneas.
Se ha dimensionado la iluminación exterior de la nave, teniendo en cuenta diversos criterios como la utilización de la vía o la clase de usuarios. Para ello se ha usado un programa llamado Dialux.
Se ha analizado el proyecto entero para poder elaborar un presupuesto.
Se ha hecho un estudio sobre los posibles riesgos laborales y la prevención de estos.

El proyecto consta de los siguientes documentos:

-Memoria Descriptiva
-Memoria de Cálculo
-Planos
-Pliego de Condiciones
-Mediciones
-Presupuesto
-Estudio Seguridad y salud

Paraules clau (màxim 10):

Línea MT	Línea BT	CT's	CGM
Iluminación exterior	Anillo	Dialux	Riesgos laborales
Dimensionado protecciones	Diferenciales RH99		

0.Índice General

1. Índice Memoria

1-.Memoria 11
1.1-. Objeto del proyecto 12
1.2-. Alcance 12
1.3-. Antecedentes 12
1.4-. Normas y Referencias 12
1.4.1-. Disposiciones legales, normas aplicadas y blibiografía 12
1.4.2-. Programas de cálculo 13
1.4.3-. Plan de gestión de la calidad durante la redacción del proyecto 13
1.4.4-. Otras referencias 14
1.5-. Definiciones y Abreviaturas 14
1.6-. Requisitos de diseño 15
1.6.1-. Descripción de la actividad 15
1.6.2-. Línea Subterránea de Media Tensión 15
1.6.2.1-. Cuadro de Medida 15
1.6.3-. Centros de Transformación 19
1.6.3.1-. Generalidades 19
1.6.3.2-. Ubicación de los centros de transformación 19
1.6.3.3-. Casetas Prefabricadas Ormazabal 19
1.6.3.4-. Cedas SF6 24
1.6.3.5-. Conexión entre celdas 26
1.6.3.6-. Transformador de Potencia 29
1.6.3.7-. Puente de MT y BT 31
1.6.3.8-. Cuadro de Baja Tensión 31
1.6.3.9-. Puesta a Tierra 32
1.6.3.10-. Alumbrado del CT 33
1.6.3.11-. Señalización y material de seguridad 33
1.6.4-. Red Subterránea de Baja Tensión 33
1.6.4.1-. Generalidades 33
1.6.4.2-. Características técnicas de las salidas 34
1.6.4.3-. Elementos constructivos de la red 34
1.6.4.4-. Tipo de Cajas 34
1.6.4.5-. Protección BT Naves 35
1.6.4.6-. Descripción Subcuadros Naves 36

1.6.4.7-. Tomas Tierra 37
1.6.5-. Traza de la red subterránea de Media y Baja Tensión 43
1.6.5.1-. Apertura de la rasa 43
1.6.5.2-. Construcción de los tubos de hormigón 44
1.6.5.3-. Tendido de conductores 45
1.6.5.4-. Tendido en tubos 45
1.6.5.5-. Tapado y compactado 47
1.6.5.6- Cruzamientos y paralelismos 48
1.6.6-. Cálculo luminotécnico 48
1.6.6.1-. Objetivos del alumbrado externo 48
1.6.6.2-. Normativa aplicable y disposición de puntos de luz 49
1.7-. Análisis de soluciones 57
1.8-. Resultados finales 57
1.8.1-. Línea Subterránea de Media Tensión 57
1.8.2-. Estaciones Transformadoras 58
1.8.3-. Línea de Baja Tensión 58
1.8.3.1-. Línea Subterránea BT (zona exterior) 58
1.8.3.2-. Línea Subterránea BT (zona interior naves) 58
1.8.3.3-. Línea Aérea BT (iluminación interior) 58
1.9-. Planificación 58
1.10-. Orden de prioridades entre los documentos básicos 59
1.11-. Influencia sobre el Medio Ambiente 59

2. Índice Memoria de Cálculo

2-. Memoria de Cálculo 60
2.1.- Previsión de potencia 61
2.1.1.- Directrices 61
2.2-. Red subterránea de media tensión 61
2.2.1-. Cálculo de la sección 61
2.2.2-. Intensidades de cortocircuito 62
2.2.3-. Caídas de Tensión 63
2.2.4-. Comprobación sección MT 64
2.3-. Centros de Transformación 65
2.3.1-. Potencia a instalar 65
2.3.2-. Intensidades en Media Tensión 66
2.3.3-. Intensidades en Baja Tensión 67
2.3.4-. Cálculo de las corrientes de cortocircuito 67
2.3.5-. Cálculo y justificación del sistema de puesta a tierra 68
2.4. Red de Baja Tensión 73
2.4.1-. Criterios de Distribución de Cargas 73
2.4.2- Ubicación de los Centros de Transformación 73
2.4.3-. Distribución de potencias 73
2.4.4-. Elementos protección instalaciones eléctricas BT 73
2.4.4.1-. Protección contra sobre intensidades 73
2.4.4.2-. Protección sobre tensiones 74
2.4.4.3-. Interruptor automático de protección distribución baja tensión 74
2.4.4.4-. Cálculos a cortocircuito y curvas de disparo 74
2.4.4.5-. Interruptores automáticos magneto térmicos (P.I.A.) 77
2.4.4.6-. Protección contra contactos directos e indirectos 77
2.4.4.7-. Interruptor diferencial (I.D.) 78
2.4.4.8-. Esquema de distribución eléctrica 78
2.4.4.9-. Protección térmica (fusibles y dispositivos regulables) 79
2.4.5-. Cálculo de Secciones 80
2.4.6-. Caída de Tensión 83
2.4.7-. Intensidades de cortocircuito 84
2.4.8-. Cálculo de la toma a tierra de la instalación 86
2.4.9-. Tablas y Resultados de las Diferentes Salidas 88
2.4.9.1-. Cuadro CDP 88
2.4.9.2-. Distribución Cajas (C.D.P.) y C.D.S.(Cajas Distribución Secundaria) 89

2.5-. Iluminación exterior 93
2.5.1-. Caídas de tensión 93
2.5.2-. Factores Determinantes de la Visibilidad. Parámetros Básicos 96
2.5.3-. Proceso del Proyecto del Alumbrado Exterior 97
2.5.3.1-. Recomendaciones para la Iluminación de Carreteras 97
2.5.4-. Parámetros Básicos 98
2.5.5-. Justificación de la Uniformidad Correcta 99
2.5.6-. Determinación Parámetros Básicos 99
2.5.7-. Elección de las luminarias 100
2.5.8-. Resultado Cálculos Lumínicos 102
2.5.8.1-. Calles B y C 102
2.5.8.2-. Calle A y D 103
2.5.8.3-. Calle E y H 106
2.5.8.4-. Calle F y G 107
2.5.9-. Cálculos del centro de mando y control 111

3. Índice Planos

3-. Planos 112
3.1-. Índice Planos 113

4 .Índice Pliego de Condiciones

4-. Pliego de condiciones 114
4.1-. Pliego de condiciones generales 115
4.1.1-. Condiciones generales 115
4.1.2-. Reglamentos y normas 115
4.1.3-. Materiales 115
4.1.4-. Ejecución de las Obras 115
4.1.5-. Interpretación y Desarrollo del Proyecto 116
4.1.6-. Obras Complementarias 116
4.1.7-. Modificaciones 117
4.1.8-. Obra Defectuosa 117
4.1.9-. Medios Auxiliares 117
4.1.10-. Conservación de las obras 117
4.1.11-. Recepción de las obras 117
4.1.12-. Contratación de la empresa 118
4.1.13-. Fianza 118
4.2-. Condiciones Económicas 118
4.2.1-. Abono de la obra 118
4.2.2-. Precios 119
4.2.3-. Revisión de precios 119
4.2.4-. Penalizaciones 119
4.2.5-. Contrato 119
4.2.6-. Responsabilidades 119
4.2.7-. Rescisión de contrato 120
4.2.8-. Liquidación en caso de rescisión de contrato 120
4.3-. Condiciones facultativas 121
4.3.1-. Normas a seguir 121
4.3.2-. Personal 121
4.3.3.-. Reconocimiento y Ensayos Previos 121
4.3.4-. Ensayos 121
4.3.5-. Aparellaje 122
4.3.6-. Varios 123
4.4-. Condiciones Técnicas 123
4.4.1-. Movimientos de Tierras 123
4.4.2-. Limpieza del terreno 124
4.4.3-. Explanaciones, desmontes y abujardados 125
4.4.4-. Terraplenes 127

4.4.5-. Excavación de zanjas y pozos 128
4.4.6-. Transporte de tierras al vertedero 129
4.4.7-. Replantado definitivo 129
4.4.8-. Cimentaciones, aceros y enmarcados 129
4.4.9-. Aceros 129
4.4.10-. Mallas, electro-soldaduras de acero especial 130
4.4.11-. Encachado 130
4.4.12-. Zapatas 131
4.4.13-. Losas 131
4.4.14-. Estructuras de hormigón 131
4.4.15-. Estructuras metálicas 134
4.4.16-. Pinturas y estocadas 135
4.4.17-. Unidades de obra civil 135
4.5-. Pliego de condiciones técnicas eléctricas 136
4.5.1-. Red subterránea de media tensión 136
4.5.2-. Centros de transformación 146
4.5.3-. Red subterránea de baja tensión 151

5.Índice Mediciones

5-. Mediciones 158
5.1-. Cuadro de Precios Unitarios 159
5.1.1-. Capitulo 1: Red Subterránea de Media Tensión 159
5.1.2-. Capitulo 2: Nuevo Centro de Transformación 160
5.1.3-. Capitulo 3: Red subterránea de Baja Tensión 162
5.1.4-. Capitulo 4: Iluminación Exterior 164

6. Índice Presupuesto

6-. Presupuesto 166
6.1.- Cuadro de precios unitarios 167
6.1.1.- Capítulo 1: Red subterránea Media Tensión 167
6.1.2-. Capítulo 2: Centros de transformación 168
6.1.3-. Capítulo 3: Red subterránea de Baja Tensión 170
6.1.4-. Capítulo 4: Iluminación Exterior 172
6.2-. Presupuesto total 174
6.2.1.- Capítulo 1: Red subterránea Media Tensión 174
6.2.2-. Capítulo 2: Centros de transformación 176
6.2.3-. Capítulo 3: Red subterránea de Baja Tensión 180
6.2.4-. Capítulo 4: Iluminación Exterior 184
6.3-. Presupuesto total 186

7. Índice Estudio de Seguridad y Salud Laboral

7. Estudio de Seguridad y Salud Laboral 187

7.1-Objetivos 188

7.2-. Alcance 188

7.3-. Análisis de Riesgos 188

7.4-. Riesgos Generales 188

7.5-. Riesgos Específicos 189

7.6-. Maquinaria y Medios Auxiliares 191

7.7-. Medidas preventivas 194

7.7.1-. Protecciones Colectivas 194

7.7.2-. Protecciones Personales 200

7.7.3-. Revisiones Técnicas de Seguridad 201

7.8-. Instalaciones Eléctricas Provisional 201

7.8.1-. Riesgos Previsibles 201

7.8.2-. Medidas Preventivas 201

7.9-. Estudio de revisiones de mantenimiento 203

1- Memoria

1.1-. Objeto del proyecto

El objeto del proyecto es realizar la planificación y electrificación de una Gran Nave Industrial. Esta electrificación comprenderá el dimensionado de los Centros de transformación necesarios, así como la alimentación de estos en MT y la línea de BT de las salida de los CT's hasta las distintas cajas generales de distribución. También se deberá realizar la iluminación de las diferentes calles afectadas, de acuerdo con las Normas Urbanísticas definidas de la población de Vacarisses por la zona tipo Industrial.

1.2-. Alcance

Con la Gran Nave Industrial ESAN en el Polígono Industrial Can Torrella, de próxima construcción en la parte Sur del núcleo de Vacarisses, se hará una gran inversión económica, pero al mismo tiempo una inversión que hará que Vacarisses aumente sus prestaciones económicas y de esta forma desarrollar el pueblo industrialmente.

Partiendo de la base que cerca de la Nave pasa una Línea de Media Tensión de la empresa FECSA-ENDESA, hace que sea ideal este proyecto porque se podrá realizar la derivación sin ningún problema.

En la nave Industrial se tendrán que realizar las infraestructuras para cubrir las necesidades de cada Nave, y por eso, se tendrá que instalar una red de Media Tensión, otra de Baja Tensión, Centros de Transformación e iluminación.

1.3-. Antecedentes

La Nave Industrial comprende una superficie total de 27.000 m^2 y está delimitado por el Norte con una zona residencial de Can Torrella, por el Sur con la Autopista Barcelona Manresa, al este con la zona residencial Can Torrella y al oeste por la zona residencial Torreblanca 1.

El uso actual de los terrenos es industrial.

1.4-. Normas y referencias

1.4.1-. Disposiciones legales, normas aplicadas y bibliografía

En el siguiente proyecto se recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su elección y la forma de ejecutar las obras a realizar, dando con esto, el cumplimiento de las siguientes disposiciones:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones técnicas complementarias (Real decreto 842/2002 de 2 de noviembre del 2002).

- Real decreto 1955/2000 del 1 de diciembre, por el cual se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro, y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

- Ley 31/1995 del 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales.

- Real decreto 1627/1997 del 24 de Octubre de 1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

- Real decreto 485/1997 del 14 de abril de 1997, sobre disposiciones mínimas en materias de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- Real decreto 1215/1997 del 18 de julio de 1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por parte de los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Real decreto 773/1997 del 30 de mayo de 1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad relativas a la utilización por parte de los trabajadores de los equipos de protección individual.

- Real decreto 604/2006, del 19 de mayo, por lo que se modifica el real decreto 39/1997, del 17 de enero, por lo que se aprueba el reglamento de los servicios de prevención, y el real decreto 1627/1997, del 24 de octubre, por lo que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

- DECRETO del Ministerio de Industria 3151/2008 de Marzo, publicado en el "Boletín Oficial del Estado" del 19 de marzo, por lo que se aprueba el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

- REAL DECRETO 3275/1982, del 12 de Noviembre, sobre "Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación".

- NTE, Normas tecnológicas MOPU "Condicionamientos del terreno y cimentaciones 1988".

- NORMAS UNESA: 0205,3305,3403,6617,6704

- LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES (Ley 31/1995 del 8 de noviembre LRPL, BOE 269 del 10 de noviembre de 1995.

- Ordenanza General de seguridad e higiene en el trabajo.

- Ordenanza Municipal del ayuntamiento de Vacarisses.

- Normas técnicas de la compañía suministradora FECSA-ENHER, S.A.

1.4.2-. Programas de cálculo

Los programas de cálculo que se han utilizado para el desarrollo del presente proyecto, han estado:

- Dialux 4.0
- Dmelect 2008
- Microsoft Excel

1.4.3-. Plan de gestión de la calidad aplicada durante la redacción del proyecto

Una vez adjudicada la obra definitiva y antes de iniciar esta, el contratista presentará al Técnico Director, catálogos, cartas de muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que se utilizarán. No se podrán utilizar materiales que no hallan sido aceptados por el Técnico Director.
El Director inspeccionara las obras, instalaciones y todo lo relacionado con estas, recomendando los materiales, elementos y maquinaria y rechazando los que no cumplan con las especificaciones del proyecto.
El Director de la obra podrá en todo momento comprobar si el contratista cumple con las condiciones impuestas por la legislación, así como, las disposiciones, ordenanzas y obligaciones en general de cualquier tipo, que pueda derivar del contrato.
Cuando se considere oportuno el Director Técnico, podrá encargar el análisis, ensayo y comprobación de los materiales o elementos de la instalación, ya sea en la misma fábrica de origen, en los laboratorios o en el pie de la instalación.
El contratista será el responsable, mientras dure la ejecución de las obras, de todos los perjuicios directos o indirectos, que puedan ocasionar a cualquier persona, propietaria o de Servicio tanto si es privada o pública, y también, las consecuencias de los actos del personal que realice el trabajo.

1.4.4-. Otras referencias

Por lo que hace referencia a los materiales utilizados en la instalación, tanto por el diseño como por los datos de precios, nos hemos basado en las páginas Webs siguientes:

www.energuia.es

www.ormazabal.es

www.schneiderelectric.es

www.himel.es

www.generalcable.es

www.celfosc.org

www.lighting.philips.com

www.carandini.com

www.cotradis.com

www.pirelli.com

www.merlingerin.es

www.dialux.es

1.5-. Definiciones y abreviaturas

Abreviatura	Definición
C.D.S	Caja Distribución Secundaria
CDU	Caja de Distribución Urbana
CDP	Caja Distribución Principal
LSMT	Línea Subterránea de Media Tensión
CT	Centro de Transformación
LSBT	Línea Subterránea de Baja Tensión

Tabla 1. Descripción abreviaturas

1.6-. Requisitos de diseño

Los requisitos de diseño que son de aplicación para la adecuación de la Gran Nave Industrial la cual se eleva hasta los 27000 m2, está ubicada en la ronda de Shimizu, en el polígono industrial de Can Torrella, en el término municipal de Vacarisses.

1.6.1-. Descripción de la actividad

La empresa propietaria del presente proyecto desarrollara su actividad industrial en los terrenos que disponen a la ubicación ya comentada. La superficie total disponible será de 27.000 m^2 aproximadamente.

En el recinto de la Gran Nave industrial tenemos las siguientes naves:

Recepción de la materia prima: es la nave que se encarga de almacenar toda la materia prima utilizada, también se utiliza como almacén general.

Nave Prensa: es donde a través de diversas prensas de distintos tipos se obtiene, o bien el material ya acabado o el material que tiene que pasar a la nave de soldadura o pintura.

Nave Soldadura: aquí, a través de diversas cabinas de soldadura, se obtiene, o bien el material ya acabado o el material que tiene que pasar a la nave de pintura.

Nave de Pintura y Rectificación: es donde a través de diversas cabinas de pintura y máquinas de rectificación se obtiene, el material acabado o el material que tiene que pasar a alguna de las anteriores naves para su acabado.

Nave Producto acabado: aquí se almacena el producto acabado y se embala para su transporte. También están los distintos muelles de carga.

1.6.2-. Línea Subterránea de Media Tensión

Para realizar la distribución en MT por el interior de la nave, se realizaran rasas tierra-arena y cruzamientos de calzada, (estas son rasas que traen los cables protegidos mediante tubos de hormigón), los conductores utilizados para la alimentación de los CT's serán de las siguientes características; 240 mm^2 AL 18/30 kV DH, (actualmente la potencia de cortocircuito de la red es de 500 MVA), con este se realizará el circuito en anillo cerrado dentro de la nave, este anillo alimentara los diferentes CT's instalados a lo largo del recinto de la nave industrial, tal y como se puede observar en los planos. La longitud total de la red subterránea de media tensión será de 464 metros aproximadamente.

1.6.2.1-. Cuadro de Medida

El cuadro de Medida utilizado es del tipo contador múltiple, es decir, a través de un transformador de intensidad y otro de tensión podrá obtener todas las medidas necesarias para contabilizar la electricidad (Contador de activa, reactiva, maxímetro). Estará situada al principio de nuestra línea de MT, tal y como se puede observar en el plano nº 4.

1.6.2.1.1-. Contador

El contador será del tipo B2 según las normas NI 42.71.05 y NI 42.71.01, ya que se trata de una medición para suministros en MT y AT trifásicos con demanda autorizada de más de 1000 kW.

Según la normativa el puesto de medición constará:

- De dos transformadores de tensión (o tres, en caso que vayan conectados entre fase y tierra)
- Dos transformadores de corriente (tipo intemperie o interior según el caso)
- Un medidor de energía activa, trifásico, de alta precisión, de doble tarifa
- De dos sistemas, de /110V- /5A, con emisor de impulsos, un impresor de valores medios de potencia (MAXIPRINT)
- Un medidor de energía reactiva, trifásico, de dos sistemas, de /110V- /5A
- Un reloj de comando, y un block de pruebas.

Los componentes, excepto aquellos que vayan a la intemperie, serán montados en tableros adecuados a cada caso en particular.

NOTA: Cuando exista más de una alimentación para el mismo suministro se dispondrán dispositivos sumadores a fin de integrar en un solo medidor la energía suministrada, y la demanda simultánea.

El contador será del tipo Power Meter serie PM9P de Schneider Electric, a continuación tenemos las características más importantes que desarrolla:

<u>Características eléctricas</u>

- Tipo de medida: en redes alternas monofásicas (1P+N) y trifásicas (3P, 3P+N).
- Precisión de medida:
  - Corriente y tensión: 0,5%.
  - Potencia: 1%.
  - Frecuencia: 0,2 Hz.
  - Factor de potencia: 2%.
  - Energía activa: clase 1 según IEC 62053-21.
  - Energía reactiva: clase 2 según IEC 62053-23.
- Características de entrada de tensión:
  - Tensión medida: de 50 a 450 V CA (directamente) y hasta 1.000 V CA (con TT externos).
  - Sobrecarga admisible: 1,15 Un.
  - Rango de medida de frecuencia: de 45 a 65 Hz.
- Características de la entrada de corriente:
  - Calibre de los TI: regulable de 5 a 10.000 A.
  - Secundario: 5 A.
  - Sobrecarga admisible: 6 A permanente, 20 A a 10 s, 50 A a 1 s.
  - Carga: 0,55 VA.
  - Entradas de corriente: no aisladas.
- Alimentación: 230 V CA (±10%), < 5 VA.

- Salidas impulsionales (PM9P):
  - Salida estática 350 V CA/CC máx. 130 mA máx. a 25 °C, decalaje 1 mA/°C por encima de 25 °C, aislamiento 5 kV.

Características mecánicas

- Peso: 0,3 Kg.
- Índice de protección IP: IP52 (frontal).
- Dimensiones: 72x90x66 (mm).

Resistencia al entorno

- Temperatura de funcionamiento: –5 °C a +55 °C.
- Grado de contaminación: 2.
- Categoría de instalación: III para redes hasta 260/450 V.
- Compatibilidad electromagnética:
  - Inmunidad a las descargas electrostáticas: nivel III (IEC 61000-4-2).
  - Inmunidad a los campos irradiados: nivel III (IEC 61000-4-3).
  - Inmunidad a los transitorios rápidos: nivel IV (IEC 61000-4-4).
  - Inmunidad a las ondas de choque: nivel IV (IEC 61000-4-5).
  - Emisiones conducidas y radiadas: clase B (CISPR 11).

1.6.2.1.2-. Transformador de Intensidad (TI)

El transformador de intensidad (TI) tendrá las siguientes características:

- Ip/5 = 500/5, ya que es el valor normalizado inmediatamente superior a 410 A que es la intensidad máxima que puede circular por el conductor
- Precisión 0,5
- Sección máxima que admite del conductor: 240mm^2
- Peso: 270 g

Las características nominales son:

- Corriente de secundario: 5 A.
- Tensión de empleo máx. Ue: 720 V.
- Frecuencia: 50/60 Hz.
- Sobrecarga permanente: 1,2 In.
- Temperatura de funcionamiento:

  - Gama estándar: –5 ºC a +55 ºC, humedad <95%.
  - Gama tropicalizada: –25 ºC a +60 ºC, humedad >95%.
- Factor de seguridad:
  - 40 a 4000 A: fs=5.
  - 5000 a 6000 A: fs=10.
  - IP20.
  - Normas de referencia: IEC 60044-1 y VDE 0414.

1.6.2.1.3-.Transformador de Tensión (TT)

El transformador de tensión (TT) será del tipo TT 33000R3/110R3-110R3-110:3 EX 0,5, es decir:

- TT: Transformador de tensión
- 33000R3: Tensión primaria = 36 kV
- 110R3-110R3-110:3: Tensión secundaria = $110/\sqrt{3}$ -$110/\sqrt{3}$ -110:3
- EX: exterior
- 0,5: Clase de precisión
- Factor de tensión: 1,9 Un 8h
- Dimensiones:
  - Alto: 410 ± 5 mm
  - Ancho: 350 mm
  - Profundo: 200 mm

Los transformadores objeto de esta norma cumplirán con la norma UNE EN 60044-2, el aislamiento de estos será de papel-aceite y la envolvente exterior, porcelana.

En los transformadores la caja de bornes de baja tensión estará provista de sistema de aireación y de dos prensaestopas PG29, situados en la parte inferior.
Los bornes del secundario irán cubiertos por una tapa precintable que, en el caso de ser de material aislante, será como mínimo de clase A según la norma UNE 21-305 y auto extinguible según la norma UNE EN 60-695-2/1.

Los transformadores serán de tipo exterior para una clase -25°, según la norma UNE EN 60-044-2.

Los transformadores estarán provistos de un tornillo para la puesta a tierra de la placa soporte, de M8 en interior y de M12 en exterior.

La línea de fuga será de clase III según la norma IEC 60 815.

1.6.2.1.4-. Armario de Medida

El armario será del tipo CRAF 86/300 PM de Himel con unas dimensiones de:

- Alto: 800 mm
- Ancho: 600 mm
- Profundo: 300 mm

Según la ITC-BT-16 del REBT, el grado de protección mínimo del armario que aloje el contador será de IP44, en nuestro caso hemos cogido un armario con IP55.

1.6.3. Centros de Transformación

1.6.3.1. Generalidades

Los centros de transformación utilizados serán del tipo UNIBLOCK. Estos tipos de C.T. se basan en la combinación de piezas básicas de hormigón prefabricado, con las cuales se obtiene la caseta tipo UNIBLOCK.

La calidad de las diferentes casetas ha sido reconocida por la Comisión de Calidad UNESA en los centros de hormigón tipo UNIBLOCK por sus excelentes resultados obtenidos en los ensayos realizados según la RU 1303 A (Centros de transformación prefabricados de hormigón).

Los transformadores se instalarán según la previsión de potencia tal y como se observa en la memoria de cálculo.

El centro de transformación objeto de este proyecto será propiedad del dueño de la nave. La energía suministrada será de 25 kV trifásica a una frecuencia de 50 Hz.

1.6.3.2. Ubicación de los Centros de Transformación

Para ubicar los C.T. se seguirán los siguientes criterios:

- *Distribución de carga:* Los diferentes CT's tendrán que soportar unas cargas ajustadas a sus cargas nominales (coeficientes de simultaneidad y factores de potencia utilizados, de esta manera evitaremos la saturación de los transformadores.

- *Simetría*: La ubicación de los CT's se hará de la forma más sencilla posible para la sectorización de las diferentes cargas.

- *Posibilidad de ampliación*: La posibilidad de ampliación de potencias sería posible ya que los edificios prefabricados se encuentran en suelo privado, de esta forma se podría adosar un nuevo edificio prefabricado y la instalación de una nueva celda de línea para alimentar el nuevo transformador o aumentar la capacidad del transformador aumentando su potencia.

1.6.3.3. Casetas Prefabricadas Ormazabal

1.6.3.3.1. Generalidades

El tipo de centro de transformación que se utiliza es del tipo UNIBLOCK de la marca ORMAZABAL PFU-4 y PFU-5.

El tipo de aparatos de media tensión escogidos para instalar en el centro de transformación es el sistema CGM, mediante celdas modulares.

El sistema CGM está formado por un conjunto de celdas modulares de media tensión con aislamiento y corte en SF6, las barras de las cuales se conectan mediante unos elementos patentados por la empresa Ormazabal denominados conjuntos de unión, los cuales consiguen una unión totalmente estanca, insensible a las condiciones externas de la polución, salinidad, inundaciones,...

La envolvente de estos C.T. es de hormigón vibrado, y se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejas de ventilación natural y otra que incorpora el techo.

Todos los armados del hormigón están unidos entre sí y al colector de tierra, según RV-1303, las puertas y rejillas presentan una resistencia de 10 kΩ respecto al tierra de la envolvente.

El acabado estándar del C.T. se realizar con pintura acrílica rugosa, de color blanco en las paredes y marrón en techo, puertas y rejillas.

1.6.3.3.2 Rejillas de Ventilación

Se trata de rejillas de ventilación con láminas en forma de "V" invertida que combinada con una rejilla mosquitera y con su posición de montaje, permite la perfecta ventilación del transformador.

Esta ventilación queda avalada en el protocolo nº 93066-1-E para transformadores de potencia inferior o igual a 630 kVA. y el protocolo nº 92202-1-E para transformadores de potencia mayores.

Estos protocolos han sido realizados por el personal de Ensayos e Investigaciones Industriales LABEIN, de acuerdo con la normativa RU1303A.

Se colocan los paneles verticales, en las perforaciones que aporta el fabricante, y se fija mediante tornillería estándar

1.6.3.3.3. Puertas y Tapas de Acceso

Para el acceso se dispone de dos tipos, uno para el acceso del personal técnico y otro para el acceso directo del transformador. El nombre de accesos se acomoda a la necesidad de cada tipo de prefabricado y tipo de suministro.

1.6.2.3.4. Fundamentación

Para la ubicación del centro de transformación PFU-4 es necesaria una excavación de dimensiones de la cual son 5260 x 3180 y una profundidad de 560 mm, sobre este fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de unos 10 cm de espesor.

Para la ubicación del centro de transformación PFU-5 es necesaria una excavación de dimensiones de la cual son 6880 x 3180 y una profundidad de 560 mm, sobre este fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de unos 10 cm de espesor.

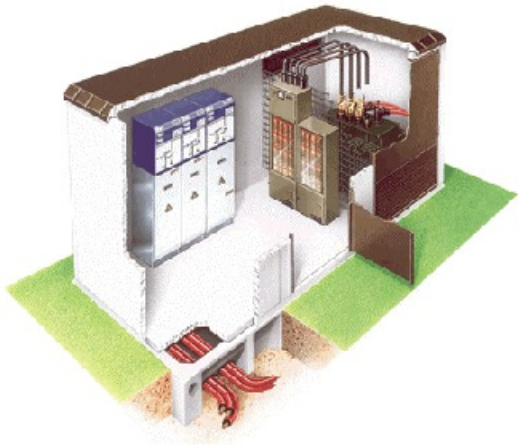


Fig 1. PFU-4

1.6.3.3.5. Dimensiones del Receptáculo

Les dimensiones del PFU-5 son:

Centros de hasta 25 kV	PFU-5

Dimensiones exteriores	Longitud (mm)	6080
	Anchura (mm)	2380
	Altura (mm)	3045
	Superficie (m^2)	14,5
	Altura vista (mm)	2585
	Peso (Kg)	17000

Dimensiones interiores	Longitud (mm)	5900
	Anchura (mm)	2200
	Altura (mm)	2355

Tabla 2. Medidas CT PFU-5

Les dimensiones del PFU-4 son:

Centros de hasta 25 kV	PFU-4

Dimensiones exteriores	Longitud (mm)	4460
	Anchura (mm)	2380
	Altura (mm)	3045
	Superficie (m^2)	10,7
	Altura vista (mm)	2585
	Peso (Kg)	12000

Dimensiones interiores	Longitud (mm)	4280
	Anchura (mm)	2200
	Altura (mm)	2355

Tabla 2.1. Medidas CT PFU-4

1.6.3.3.6. Solera, Pavimento y Cierres Exteriores.

Todos los elementos están fabricados de una sola pieza de hormigón, tal y como se indica anteriormente. Sobre la placa base, y a una altura de 460 mm está situada la solera, quedando un espacio vacío entre las dos, que permite el paso de los conductores de MT y BT, a los que se accede a través de una troneras cubiertas con dos losas.

El lugar para el transformador dispone de dos perfiles en forma de "U", que pueden desplazarse en función de la distancia de las ruedas del transformador.

En la parte inferior de las paredes frontales y posteriores se encuentran los agujeros para los conductores de MT y BT. Estos agujeros están semiperforados, perforándose totalmente en obra estrictamente los necesarios para el nuevo suministro. De igual forma se dispone de unos agujeros semiperforados practicables para las salidas de las tierras exteriores.

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, puertas del transformador y rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados con chapa de acero.

La puerta de acceso para peatones tiene unas dimensiones de 900x2100mm, mientras que la del transformador las tiene de 1260x2400 mm. Las dos puertas pueden abrirse 180º.

La puerta de acceso para peatones dispone de un sistema de cerrado con la finalidad de garantizar la seguridad del funcionamiento y evitar la apertura imprevista. Por eso se utiliza un cierre diseño de ORMAZABAL, las puertas tienen dos puntos de anclaje, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

1.6.3.3.7. Ventilación

Las rejillas de ventilación del transformador están situadas en la parte inferior de la puerta de acceso al mismo, y en la parte posterior del transformador.

De esta forma el aire en su movimiento envuelve totalmente el transformador, principal productor de calor, realizando una eficaz refrigeración de los mismos por el termosifón que se produce de entrada y salida.

1.6.3.3.8. Condiciones de Servicio

Las casetas prefabricadas UNIBLOCK están construidas para soportar las siguientes condiciones de servicio:

- Sobrecarga de nieve de 250 Kg. /m^2 en cubiertas.
- Sobrecarga en solera de 600 Kg. /m^2.
- Carga de un transformador de 5000 kg sobre la meseta.
- Las temperaturas de funcionamiento de un PFU-4 y PFU-5 son: (hasta una humedad del 100 %)
  - Mínima transitoria: -15 º C
  - Máxima transitoria: +50 º C
  - Máxima media diaria: +35 º C

Estos datos corresponden a una altitud de instalación de 2500 m sobre el nivel del mar de acuerdo con la norma MV-101-1962.

1.6.3.3.9. Sistemas contra incendios

Para la determinación de las protecciones contra incendios a qué puedan dar lugar las instalaciones eléctricas de alta tensión, a más de otras disposiciones especificas en vigor, se tendrá en cuenta:

1 La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación.

2 La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación, con respecto a daños a terceros.

3 La presencia o ausencia de personal de servicio permanente en la instalación.

4 La naturaleza y resistencia al fuego de la estructura, apoyo del edificio y de sus cubiertas.

5 La disponibilidad de medios públicos de lucha contra incendios.

Con carácter general se aplicarán:

Para las disposiciones reguladoras de la protección contra incendios en los establecimientos industriales, y para las de la corriente Básica de la Edificación, Condiciones de Protección contra el incendio a los Edificios (NBE-CPI), con respecto a las características de los materiales de construcción, resistencia al fuego de las estructuras, compartimentos, evacuación y, en particular, sobre aquellos aspectos que no hayan sido escogidos en este Reglamento y afectan a la edificación.

Además y con carácter específico se adoptarán las medidas siguientes:

a) Instalación de dispositivos de recogida del aceite en fosos colectores. Si se utilizan aparatos o transformadores que contengan más de 50 litros de aceite mineral, se dispondrá de una tapa de recogida de aceite con revestimiento resistente y estanco, teniendo en cuenta en su diseño y dimensionado el volumen de aceite que pueda recibir. En el mencionado depósito o cubeta se dispondrán cortafuegos como: camas de codos, sifones en el caso de instalaciones con colector único, etc. Cuando se utilizan pozos centralizados de recogida de aceite es recomendable que los pozos sean exteriores a las celdas.

Cuando se utilizan dieléctricos líquidos con temperaturas de combustión superiores a 300 ºC, se dispondrá un sistema de recogida de posibles basamentos, que impida su salida al exterior.

a) Sistemas de extinción

b.1) Extintores móviles.

Se colocara como mínimo un extintor de eficacia 89 B en aquellas instalaciones en qué no sea obligatoria la disposición de un sistema fijo, de acuerdo con los niveles que se establecen en b.2). Este extintor deberá colocar-se siempre que sea posible al exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma.

Si hay un personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones que no disponen de personal fijo, este personal itinerante deberá traer, como mínimo, en su vehículo dos extintores de eficacia 89 B, no siendo necesario en este caso la existencia de extintores en los recintos que estén bajo su vigilancia y control.

b.2) Sistemas fijos

En aquellas instalaciones con transformadores o aparatos, el dieléctrico de los cuales sea inflamable o combustible de punto de inflamación inferior a 300ºC con un volumen unitario superior a 600 litros o que en conjunto sobrepasan los 2400 litros deberá disponerse un sistema fijo de extinción automático adecuado para este tipo de instalaciones, tal y como el halo o CO_2.

Si se trata de instalaciones en edificios de pública concurrencia con acceso desde el interior de los mismos, se reducirán estos volúmenes a 400 litros y 1600 litros, respectivamente.

Si los transformadores o aparatos utilizan un dieléctrico de temperatura de inflamación o combustión igual o superior a 300 ºC (aceite de silicona , aislamiento siendo a base de resinas, etc.) podrán omitir las anteriores disposiciones, pero habrán de instalar-se de forma que el calor generado no suponga riesgo de incendio para los materiales próximos.

Las instalaciones fijas de extinción de incendios podrán estar integradas en el conjunto general de protección del edificio. Habrá de existir un plan detallado del mencionado sistema, así como la instrucción de funcionamiento, pruebas y mantenimiento.

En el proyecto de la instalación se recogerán los criterios y medidas adoptadas para conseguir la seguridad contra incendios exigida.

1.6.3.3.10. Alumbrados especiales de emergencia

En las instalaciones que tengan personal permanente para el servicio de maniobra, así como en aquellas otras que por su importancia lo requieren, habrán de disponerse de los medios propios de alumbrados especiales de acuerdo con el Reglamento Electrónico para Baja Tensión (ITC-BT-025).

1.6.3.4-. Cedas SF6

1.6.3.4.1-. Descripción de las Celdas de SF6

Las celdas de SF6 están compuestas por las siguientes partes:

<u>Base y frente</u>

La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso, y presenta el esquema unifilar del circuito principal y ejes de accionamiento de la aparenta a la altura idónea para su operación. Igualmente, la altura de esta base facilita la conexión de los cables frontales de alimentación.

La parte frontal incluye, en su parte superior, la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamiento del mando, en la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, que permite la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Fig. 2. Celda Modular CGM

1.6.3.4.2-. Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, el gas SF6 se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bares (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la paramenta del centro de transformación.

1.6.3.4.3-. Interruptor, Seccionador y Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CGM tiene tres posiciones:

- Conectado
- Seccionado
- Puesta a tierra

La actuación de este interruptor se realiza mediante una palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos, uno para el interruptor (que conmuta entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado) y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesta a tierra).

1.6.3.4.4-. Mando

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

1.6.3.4.5-. Fusibles (Celda CMP-F)

Los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve, debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos.

1.6.3.5-. Conexión entre celdas

La conexión eléctrica y mecánica entre las celdas se realiza mediante un elemento que se denomina conjunto de unión, patentado por ORMAZABAL, que permite la unión del embarrado de las celdas del sistema CGM fácilmente y sin necesidad de reponer gas SF6.

El conjunto de unión está formado por tres adaptadores elastoméricos enchufables que montados entre las tulipas (salidas de los embarrados) existentes en los laterales de las celdas a unir, dan continuidad al embarrado y sellan la unión, controlando el campo eléctrico por medio de las correspondientes capas semiconductoras.

1.6.3.5.1-. Conexión de cables

La conexión de los cables a los pasa tapas correspondientes en las celdas se realizará mediante unos terminales enchufables apantallados de la marca ELASTIMOLD, tipo M-400LR.

1.6.3.5.2-. Enclavamientos

Los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM pretenden impedir:

- Conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, que no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- Quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, que no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal haya sido extraída.

1.6.3.5.3-. Características eléctricas

Tensión nominal (kV)	Nivel aislamiento				Intensidades		
	Frecuencia industrial 50 Hz (1min)		Impulso tipo rayo		Inten. nominal (A)	Inten. corta Duración (1s) (kA)	Capacidad de cierre (kA)
	A tierra y entre fases (kV)	A la dist. de secc. (kV)	A tierra y entre fases (kV)	A la dist. de secc. (kV)			
36	70	80	170	195	400	16	40

Tabla 2.2. Celda CGM-CML

Tensión nominal (kV)	Nivel aislamiento				Intensidades		
	Frecuencia industrial 50 Hz (1min)		Impulso tipo rayo		Inten. nominal (A)	Inten. corta Duración (1s) (kA)	Capacidad de cierre antes/ después de fusibles (kA)
	A tierra y entre fases (kV)	A la dist. de secc. (kV)	A tierra y entre fases (kV)	A la dist. de secc. (kV)			
36	70	80	170	195	400	16	40/2,5

Tabla 2.3. Celda CGM-CMP-F

1.6.3.5.4-. Características Técnicas de las Celdas Modulares de SF6

Celdas de Línea:

Las celdas de entrada/salida 1 y 2 serán del tipo CGM-CML (Interruptor-seccionador).

Es una celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de Un= 36 kV e In= 400 A, de 420 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto y 145 Kg. de peso.

La celda CML de interruptor-seccionador, o celda de línea, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF6, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior- frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de alimentación.

1.6.3.5.5-. Dimensionado del Embarrado

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de las celdas.
Las celdas elegidas para el centro de transformación tienen las siguientes características eléctricas:

Tensión nominal (kV)	Tensión máx. de servicio (kV)	Intensidad nominal (A)	Tensión de ensayo 50 Hz (1min) (kV)	Tensión de ensayo tipo rayo (kV)	Intensidad térmica (kA)	Intensidad dinámica (kA)
25	36	400	70	170	16	40

Tabla 2.4. Celdas CGM

Las principales características del embarrado utilizado en las celdas CGM son:

- Está construido a base de pletina de cobre electrolítico duro de 50 x 5 mm.
- Está calculado para soportar un cortocircuito en el cierre de 16 kA, durante 1 s.
- Intensidad nominal permanente 400 A.
- Embarrado colector de tierra a base de pletina de cobre de 30 x 3 mm. a lo largo de la celda.

1.6.3.5.6-. Comprobación por Densidad de Corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material del embarrado. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal que, con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

Para las celdas del sistema CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo 93101901 realizado por los laboratorios ORMAZABAL.

1.6.3.5.7-. Comprobación por Solicitación Electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada anteriormente, por lo que:

$$Icc\ (din.) = 2,5 \times 11,54 = 28,85\ kA < 40\ kA$$

Para las celdas del sistema CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo 642-93 realizado por los laboratorios de KEMA de Holanda.

1.6.3.5.8- Comprobación por Solicitación Térmica

La comprobación térmica tiene por objeto demostrar que no se producirá un calentamiento excesivo de la celda por efecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar mediante un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$Icc\ (ter.) = 11,54\ kA < 16\ kA$$

Para las celdas del sistema CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo 642-93 realizado por los laboratorios de KEMA de Holanda.

1.6.3.5.9-. Características Técnicas de las Celdas Modulares de SF6

Celdas de Línea:

Las celdas de entrada/salida 1 y 2 serán del tipo CGM-CML (Interruptor-seccionador).

Es una celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de Un= 36 kV e In= 400 A, de 420 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto y 145 kg de peso.

La celda CML de interruptor-seccionador, o celda de línea, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF6, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior- frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de alimentación.

Celda de Protección:

La celda CGM-CMP-F es la celda que se encarga de proteger al trafo mediante tres fusibles de 40 A, con una tensión asignada de 36 kV.

Es una celda con envolvente metálica, fabricada de ORMAZABAL, formada por un módulo de Un=36 kV e In=400 A (200 A en la salida inferior), de 480 mm de ancho por 1035 mm de fondo por 1800 mm de alto y 270 kg de peso.

La celda CMP-F de interruptor-seccionador, o celda de línea, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF6, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusible fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de alimentación.

Las características técnicas de esta celda sirven tanto para el transformador de 400 kVA como para el de 630 kVA.

1.6.3.5.10-. Elección de los Fusibles

La protección en MT del transformador se realizará utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante posibles cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de manera ultrarrápida, muy inferiores que los de los interruptores automáticos, ya que evitan incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuito por toda la instalación.
El transformador estará protegido por tres fusibles, uno por fase, cuya intensidad nominal, 40 A, será función de la potencia del transformador.

Los fusibles han sido seleccionados para asegurar que:

- Permiten el funcionamiento continuado a la intensidad nominal.
- No producen disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en que la intensidad es muy superior a la nominal, y de una duración intermedia.
- No producen disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

No obstante, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de sobrecargas, o en su defecto, una protección térmica del transformador.

1.6.3.6-. Transformador de Potencia

El transformador elegido para instalar en el centro de transformación es un transformador trifásico reductor de tensión con neutro accesible en el secundario, de potencias 630 y 400 kVA y refrigeración natural de aceite, con una tensión primaria de 25 kV y una tensión secundaria de 400V, el fabricante será COTRABIS.

Las características de los cuales son:

- Transformadores trifásicos, 50 Hz para la instalación en el interior o exterior.
- Sumergidos en aceite mineral según a la norma UNE 21-320/5-IEC 296.
- Cubeta de aletas.
- Refrigeración natural (ONAN).

El color de la capa exterior de los transformadores de 630 y 400 kVA será de un azul – verde muy oscuro, del tipo 8010-B10G, según la Norma UNE48103.

1.6.3.6.1-. Características Nominales

Tensión primaria asignada: Los valores de la tensión asignada del bobinado de media, no se especifican debido a la diversificación de tensiones. Con pedido previo se pueden suministrarse transformadores con valores diferentes de tensión, pueden funcionar cambiando las conexiones en el bobinado de media tensión.

Presas por variación de tensión: Estos transformadores están proveídos de un dispositivo que permito variar la relación de transformación, estando el transformador sin tensión.

Tensión secundaría asignada: tendrá un valor determinado en las normas UNE 21 428 y recomendación UNESA. También podrán suministrarse tensiones especiales con pedido previo.

Ensayos: Todos los transformadores son objeto de ensayos individuales en las condiciones que indica la norma UNE 20 101. El resultado de los valores obtenidos se adjunta en el protocolo que va con cada transformador. Los ensayos individuales engloban:

a) Ensayos de medida.

b) Ensayos dieléctricos.

Fig. 2.1. Ejemplo transformador 25/0,4 kV

630 kVA:

- Marca: COTRADIS
- Modelo: 630 / 36 / 25 B2 –O-PA
- Tipo: aceite mineral
- Norma: UNE 21.428
- Potencia nominal: 630 kVA
  - Calentamiento máx. (cobre / aislante): 65 / 60 ºC
  - Peso total / peso del aceite: 2.600 kg / 495 kg
  - Conexión (CEI): Dyn 11
  - Nivel de aislamiento: 50 Hz – 70 kV choque – 170 kV
  - Parámetros eléctricos garantizados: Ucc: 6%

  - Pérdida máx. en vacío (PFe): 2.000 w
  - Pérdida máx. en cortocircuito (PCu): 10.500 w
  - Pérdidas totales (máx.): 12.500 w

<u>400 kVA</u>

- Marca: COTRADIS
- Modelo: 400 / 36 / 25 B2 –O-PA
- Tipo: aceite mineral
- Norma: UNE 21.428
- Potencia nominal: 400 kVA
  - Calentamiento máx. (cobre / aislante): 65 / 60 ºC
  - Peso total / peso del aceite: 2.200 kg / 395 kg
  - Conexión (CEI): Dyn 11
  - Nivel de aislamiento: 50 Hz – 70 kV choque – 170 kV
  - Parámetros eléctricos garantizados: Ucc: 6%
  - Pérdida máx. en vacío (PFe): 1.700 w
  - Pérdida máx. en cortocircuito (PCu): 10.200 w
  - Pérdidas totales (máx.): 11.900 w

La elección de un transformador de 630 kVA y otro de 400 kVA es debido a que los prefabricados ORMAZABAL, sólo admiten un trafo máximo de 1000kVA y puesto que el polígono se construye con una previsión de carga según cálculos estimativos, ante una posible demanda masiva de potencia en caso de colocar un trafo de 1000kVA tendríamos problemas con la saturación de transformador sin ninguna posibilidad de ampliar potencia en éste.

1.6.3.7-. Puente de MT y BT

El puente de Alta Tensión tiene como función conectar eléctricamente la celda que protege al transformador, CGM-CMP-F, con el primario del transformador.

Estará formado por tres cables unipolares 18/30 kV 3x1x150 mm^2 Al del tipo DHV. La conexión se realizará mediante terminaciones ELASTIMOLD de 36 kV del tipo enchufable y modelo M-400 LR en la celda de SF6, y mediante terminales bimétalicos en el transformador.

Según los cálculos efectuados la conexión entre el secundario del transformador y la CDP debe ser de 3 conductores de (3x240) mm^2 por fase y de 2 conductores de 120 mm^2 para el neutro.

1.6.3.8-. Cuadro de Baja Tensión

En nuestro caso como la alimentación se produce directamente del secundario del transformador, no disponemos de cuadro de BT, ni acometida, ni servicios auxiliares, el cuadro de medida se encontrara al principio de nuestra línea de MT (ver apartado 1.6.1.1.).

1.6.3.9-. Puesta a Tierra

Toda instalación eléctrica debe disponer de una protección o instalación de tierra diseñada de forma que, en cualquier punto accesible del interior o exterior de la misma donde las personas puedan circular o permanecer, éstas queden sometidas como máximo a las tensiones de paso y contacto, durante cualquier defecto en la instalación eléctrica.

El procedimiento para realizar la instalación de tierras será el siguiente:

- Investigación de las características del suelo.
- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y el tiempo máximo correspondientes de la eliminación del defecto.
- Diseño preliminar de la instalación de tierra.
- Cálculo de resistencia del sistema de tierra.
- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior y en el acceso al CT.
- Comprobar que las tensiones de paso en el exterior y en el acceso son inferiores a los valores máximos definidos en ITC 18 del RBT.
- Investigación de las tensiones transferibles al exterior por cañerías, raíles, rejas, conductor neutro, blindaje de los cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y el estudio de las formas de eliminación o reducción.
- Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

Una vez construida la instalación de tierra, se harán comprobaciones y verificaciones in situ.

El sistema de tierras estará formato por varios electrodos de Cu en forma de varilla del conductor que los une. El mencionado conductor también será de Cu, tendrá una resistencia mecánica adecuada y ofrecerá una elevada resistencia a la corrosión. Los entronques y uniones con los electrodos deberán realizarse con las medidas de unión adecuados que aseguran la permanencia de la unión, que no experimentan al paso de la corriente calentamientos superiores al del conductor y que estén protegidos contra la corrosión galvánica.

Se instalaran dos circuitos de puesta a tierra independientes que deberán estar separados una distancia de 12,42 m.

1.6.3.9.1-. Tierra de protección

A él se conectarán todas las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobre tensiones, como:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra
- La envolvente de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de los locales.
- Las rejas metálicas.
- Columnas, apoyos, pórticos,..

- Las estructuras y armaduras metálicas de los edificios prefabricados.
- La carcasa del transformador.

1.6.3.9.2-. Tierra de servicio

Con el objeto de evitar tensiones peligrosas en el lado de la baja tensión, debido a faltas en la red de media tensión, el neutro de la red BT se conectará a una prisa de tierra independiente a la red de MT, de tal manera que no exista influencia de la red general de tierra. Para esta finalidad se utiliza un conductor de cobre aislado de 0,6/1 KV.

1.6.3.10-. Alumbrado del CT

Para el alumbrado del interior del CT se instalaran las fuentes de luz necesarias para conseguir al menos un nivel mediano de iluminación de 15 lux, con la existencia como mínimo de dos puntos de luz.

Los puntos de luz estarán ubicados de tal forma que nos garanticen la mayor uniformidad posible en la iluminación. Los puntos de luz se situarán de forma que se puedan efectuar la sustitución de las lámparas sin peligro de contacto con otros elementos de tensión.

El interruptor dispondrá de un piloto que indique su presencia y se situará junto a la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no presente un peligro por su proximidad a la media tensión.

1.6.3.11-. Señalización y material de seguridad

Tanto la puerta de acceso al CT, como las puertas y pantallas de protección traerán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la recomendación AMYS1.401, modelo AE-10.

Las celdas prefabricadas traerán también la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico adhesiva. En un lugar bien visible del interior del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente, respiración boca a boca y masaje cardíaco, y con las cinco reglas de oro. Sus dimensiones serán como mínimo UNE A-3.

1.6.4.-. Red subterránea de Baja Tensión

1.6.4.1-. Generalidades

La red de baja tensión será subterránea, estará formada por una salida trifásica por transformador, la tensión de la cual será de 400 V entre fases y 230 V entre estas y el neutro.

Los conductores que se utilizan para las salidas de cada uno de los CT's serán conductores de cobre unipolares, CNL00100 tipo RV, con una tensión nominal de 0,6/1 KV, el aislamiento será de polietileno reticular XLPE y cubierta de PVC.

Las características de los conductores elegidos para hacer la distribución en Baja Tensión adentro del nuevo polígono serán de una tensión nominal de 0,6/1 KV, con un aislamiento RV (aislamiento de polietileno reticular (R), y con la cubierta de PVC (V)), con una sección de 3x (3x1x240/120+TTx120) Cu, es decir 3 fases de (3x240) mm^2 de cobre y el neutro de 120 mm^2 de sección.

Con la elección de este conductor lo que se pretende es, que ante las posibles ampliaciones de potencia, que la red instalada sea capaz de soportar la potencia demandada, sin la necesidad de volver a realizar la

apertura de zanjas y sustituir la red por una de mayor sección.

Esta previsión permite garantizar un buen suministro en el futuro, delante de posibles ampliaciones de potencia en la red existente. En caso de ser necesario, únicamente nos haría falta realizar una ampliación del transformador existente en el CT que nos ocupe.

La sección de los conductores de la distribución interna de cada nave, así como todos los datos nominales, se encuentran en la presente memoria (apartado 1.6.5.4-.).

1.6.4.2-. Características técnicas de las salidas

La caída de tensión máxima que hemos aplicado es de un 5%, en cualquiera de los puntos de la red, esta es la diferencia de tensión que hay en el punto de salida, y el que hay en cualquier punto, normalmente esta será inferior a la del punto de salida, debido a la intensidad que circula por el interior del conductor y la resistencia propia que tiene el conductor.

Otro factor que nos puede poner de manifiesto la óptima conducción del conductor es la saturación, esta se la relación entre la intensidad que puede llevar una determinada sección de conductor y la carga que circula por este, esta no puede superar un 100 % puesto que si fuera así los conductores sufriría calentamiento con el consecuente deterioro del aislamiento.

Teniendo en cuenta estos parámetros, las principales características técnicas de las salidas BT que realizaremos en esta nave son:

CT	Transformador	Longitud (m)	c.d.t. (%)	Saturación (%)
1	1	3	0,06	58,292
	2	30	0,3	37,011
2	1	4	0,08	58,292
3	1	4	0,21	58,292

Tabla 3. Distribución salidas CT

1.6.4.3-. Elementos constructivos de la red

La red de Baja Tensión estará constituida por los siguientes elementos:

- La CDP (Caja Distribución Principal)
- La CDS (Caja de Distribución Secundaria)
- CDU (Caja Distribución urbana)

1.6.4.4-. Tipo de Cajas

En todos los casos se mirará que la situación escogida, esté lo más próxima posible a la red de distribución y que quede alejada o en su defecto protegida adecuadamente de otras instalaciones de servicio, según nos indica la ITC-BT -06 y la ITC-BT -07.

Las CDP se instalaran en un lugar permanentemente accesible, en nuestro caso se encontraran en el interior de las naves tal y como se puede observar en los planos adjuntos.

Las CDP tendrán unas dimensiones determinadas:

- Profundidad: 125 mm.
- Altura : 750 mm
- Anchura: 426 mm

Las CDP serán del tipo PRA10264 (Pragma 18) de Merlín Gerin.

Las CDS (cajas de distribución secundaria) serán del tipo PRA10204 (Pragma 13) de Merlín Gerin, sus dimensiones serán las siguientes:

- Profundidad: 123 mm.
- Altura : 750 mm
- Anchura: 336 mm

A continuación obtenemos una tabla con todas las secciones de todas las pletinas de lo0s distintos embarrados:

CT	Transformador	Cuadro Protección	Pletina (mm^2)
1	1	C1	1(50x10)=500
		C2	1(25x5)=125
	2	C1	1(50x5)=250
2	1	C1	1(50x10)=500
		C2	1(50x5)=250
3	1	C1	1(50x10)=500
		C2	1(12x2)=24
		C3	1(40x5)=200
		C4	1(15x3)=45
		C5	1(15x3)=45
		C6	1(40x5)=200
		C7	1(25x5)=125

Tabla 3.1. Características Pletinas distintos embarrados

1.6.4.5-. Protección BT Naves

Todas las protecciones de las distintas líneas se han realizado con interruptores automáticos diferenciales. Los interruptores que protegen las cabeceras de cada una de líneas principales, son del tipo selectivos, es decir pueden regular el tiempo de actuación.

A continuación tenemos una tabla con la protección de cada cuadro y subcuadro.

			Protección Magneto térmica/Diferencial			Modelo de las Protecciones
CT	Trafo	Cuadro	Int autom./Reg (A)	Sensibilidad (A)	Tr (s)	
1	1	C1	1000/944	0,03 a 30	0 a 4,5	RH99+NS1000
1	1	C2	250/209	0,03		Vigi NS250 MH + STR22SE

1	2	C1	630/580	0,03 a 30	0 a 4,5	RH99+NS630
2	1	C1	1000/944	0,03 a 30	0 a 4,5	RH99+NS1000
2	1	C2	630/580	0,03		NS630N+STR23SE
3	1	C1	1000/944	0,03 a 30	0 a 4,5	RH99+NS1000
3	1	C2	16/16	0,03		C60H+ Vigi C60
3	1	C3	400/347	0,03		NS400NE+Vigi MB
3	1	C4	100/93	0,03		C120H+ Vigi C120
3	1	C5	100/93	0,03		C120H+ Vigi C120
3	1	C6	400/347	0,03		NS400NE+Vigi MB
3	1	C7	160/140	0,03		NS160N+Vigi ME

Tabla 3.2. Características de las distintas protecciones de los CDP y CDS

Los Interruptores automáticos selectivos de las CDP, son del tipo:

- Interruptor Diferencial RH99+Interruptor Magneto térmico NS1000+2 Interruptores automáticos de 1 Amperio cada uno, tipo DPN.
- Interruptor Diferencial RH99+Interruptor Magneto térmico NS630+2 Interruptores automáticos de 1 Amperio cada uno, tipo DPN.

Todos los tipos de protecciones instaladas son de 4 polos a excepción de, la iluminación interior que es de 2 polos, todas serán de la marca Merlín Gerin

1.6.4.6-. Descripción Subcuadros Naves

En la siguiente tabla se puede observar la protección que tendría cada línea para cada uno de los elementos que protege, tanto motores como alumbrado.

CT	Trafo	Cuadro	Descripción	Iaut. /Reg. (A)	Tipo	Sens. (mA)	Modelo
1	1	1	Luz Prensa	160/160	II	30	Vigi NS160N+Bloque Vigi ME
1	1	1	Prensa 400	80/69	IV	30	C120H+Vigi C120
1	1	1	Prensa 1200	400/347	IV	30	Vigi NS400NE+Bloque Vigi MB
1	1	1	Prensa 1200	400/347	IV	30	Vigi NS400NE+Bloque Vigi MB
1	1	2	Prensa 400	80/69	IV	30	C120H+Vigi C120
1	1	2	Prensa 400	80/69	IV	30	C120H+Vigi C120
1	1	2	Prensa 400	80/69	IV	30	C120H+Vigi C120
1	1	2	Prensa 400	80/69	IV	30	C120H+Vigi C120
1	2	1	Luz Prensa	160/160	II	30	Vigi NS160N+Bloque Vigi ME
1	2	1	Prensa 400	80/69	IV	30	C120H+Vigi C120
1	2	1	Prensa 1200	400/347	IV	30	NS400NE+Bloque Vigi MB
1	2	1	Luz exterior	63/40	IV	30	C60H+ Vigi C60

2	1	1	Cabina 1	125/114	IV	30	C120H+Vigi C120
2	1	1	Cabina 2	125/114	IV	30	C120H+Vigi C120
2	1	1	Cabina 3	125/114	IV	30	C120H+Vigi C120
2	1	1	Luz interior	160/160	II	30	Vigi NS160N+Bloque Vigi ME
2	1	1	Luz interior	160/160	II	30	Vigi NS160N+Bloque Vigi ME
2	1	2	Soldadura 1	400/336	IV	30	NS400NE+Bloque Vigi MB
2	1	2	Soldadura 2	400/336	IV	30	NS400NE+Bloque Vigi MB
3	1	1	Luz exterior	63/40	IV	30	C60H+ Vigi C60
3	1	1	Luz interior	160/160	II	30	Vigi NS160N+Bloque Vigi ME
3	1	1	Luz interior	125/125	II	30	C120H+Vigi C120
3	1	2	Cabina Pintura	16/16	IV	30	C60H+ Vigi C60
3	1	2	Cabina Pintura	16/16	IV	30	C60H+ Vigi C60
3	1	2	Cabina Pintura	16/16	IV	30	C60H+ Vigi C60
3	1	3	Maquina 1	10/10	IV	30	C60H+ Vigi C60
3	1	3	Maquina 2	10/10	IV	30	C60H+ Vigi C60
3	1	3	Maquina 3	30/30	IV	30	C60H+ Vigi C60
3	1	3	Maquina 4	30/30	IV	30	C60H+ Vigi C60
3	1	4	Luz interior	63/63	II	30	C60N+ Vigi C60
3	1	4	Luz interior	63/63	II	30	C60N+ Vigi C60
3	1	5	Luz interior	63/63	II	30	C60N+ Vigi C60
3	1	5	Luz interior	63/63	II	30	C60N+ Vigi C60
3	1	6	Maquina 5	100/90	IV	30	C120H+Vigi C120
3	1	6	Maquina 6	100/90	IV	30	C120H+Vigi C120
3	1	6	Maquina 7	100/90	IV	30	C120H+Vigi C120
3	1	7	Maquina 8	63/40	IV	30	C60H+ Vigi C60
3	1	7	Maquina 9	63/40	IV	30	C60H+ Vigi C60
3	1	7	Maquina 10	63/40	IV	30	C60H+ Vigi C60
3	1	7	Maquina 11	63/40	IV	30	C60H+ Vigi C60

Tabla 3.3. Características de las protecciones de cada salida de los subcuadros

1.6.4.7-. Tomas Tierra

La toma a tierra se establece principalmente a fin de limitar la tensión que, respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurando la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos.

La toma y conexión a tierra es la unión eléctrica, sin fusible ni protección alguna, por un lado del circuito eléctrico o el conductor no perteneciente a la misma, mediante una toma a tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de la toma a tierra se habrá conseguido que en el conjunto de las instalaciones de la nave y superficies próximas del terreno no aparezca deferencia de potencial peligrosa y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las descargas de origen climatológicas.

1.6.4.7.1-. Uniones a tierra

Las disposiciones de la tomas a tierra pueden ser utilizadas a la vez o separadas, por razones de protección o razones funcionales, según las preinscripciones de la instalación.

La elección e instalación de los materiales que asegures la toma a tierra tienen que ser tales que:

- El valor de la resistencia de toma a tierra este conforme con la norma de protección y de funcionamiento de las instalaciones y se mantengan de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica queda asegurada con independencia de las condiciones de influencia externa.
- Contemplen los posibles riesgos debidos a electrolisis que puedan afectar a otras partes metálicas.

1.6.4.7.1.1-. Tomas a tierra.

Para las tomas a tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- Barras y tubos.
- Platinas y conductores desnudos.
- Placas
- Anillos o mallas metálicas constituidas por elementos citados anteriormente o sus combinaciones.
- Armaduras de hormigón enterrados con excepción de las armaduras pretensazas.
- Otros conductores enterrados que se demuestren que son apropiados.

Los conductores de Cu desnudo utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022. El tipo y la profundidad de enterrado de las tomas a tierra tienen que ser tales que la posibilidad de pérdida de humedad del suelo, la presencia de hielo o otros efectos climáticos no aumente la resistencia de la toma a tierra por encima de los valores previstos. La profundidad será mayor a 0,5 m.

1.6.4.7.1.2-. Conductores a tierra.

La sección de los conductores de tierra, estando estos enterrados, tendrá que estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla 1 de la ITC-BT-18 del REBT.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra corrosión *	Según apartado 3.4	16 mm^2 Cobre 16 mm2 Acero Galvanizado
No protegida contra la corrosión	25 mm^2 Cobre 50 mm^2 Hierro	
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Tabla 3.4. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

1.6.4.7.1.3-. Bornes de toma a tierra.

En toda instalación de tomas a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de toma a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

1.6.4.7.1.4-.Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección, aquellos conductores que unen las masas:

- al neutro de la red.
- a un relé de protección.

La sección de los conductores de protección será la indicada en la tabla 3.5, o se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la Norma UNE 20.460 -5-54 apartado 543.1.1.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm^2)	**Sección mínima de los conductores de protección Sp (mm^2)**
S=16	Sp=S
16<S=35	Sp=16
S>35	Sp=S/2

Tabla 3.5. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase

Si la aplicación de la tabla conduce a valores no normalizados, se han de utilizar conductores que tengan la sección normalizada superior más próxima.

Los valores de la tabla 3.5 solo son válidos en el caso de que los conductores de protección hayan sido fabricados del mismo material que los conductores activos; de no ser así, las secciones de los conductores de protección se determinarán de forma que presenten una conductividad equivalente a la que resulta aplicando la tabla 3.5.

En todos los casos los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm^2, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica
- 4 mm^2, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores.
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los
- conductores activos.
- conductores separados desnudos o aislados.

Los conductores de protección deben estar convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán utilizarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados.

Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección, con excepción de las envolventes montadas en fábrica o canalizaciones prefabricadas mencionadas anteriormente.

1.6.4.7.1.5-.Conductores equipotenciales.

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm^2. Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm^2, si es de cobre.

Si el conductor suplementario de equipotencialidad uniera una masa a un elemento conductor, su sección no será inferior a la mitad de la del conductor de protección unido a esta masa.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

1.6.4.7.1.6-.Resistencia de las tomas a tierra.

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor.
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

La tabla 3.6 de la ITC-BT-18 muestra, a título de orientación, unos valores de la resistividad para un cierto número de terrenos.

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terreno pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla Plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurasico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena Sílica	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1.500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Tabla 3.6. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno

Aunque los cálculos efectuados a partir de estos valores no dan más que un valor muy aproximado de la resistencia a tierra del electrodo, la medida de resistencia de tierra de este electrodo puede permitir, aplicando las fórmulas dadas en la tabla 5 de la ITC-BT-18, estimar el valor medio local de la resistividad del terreno, pudiendo consultar estos cálculos en el apartado 2.4.8. de la memoria de cálculo.

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	R= 0,8?/P
Pica Vertical	R= ?/L
Conductor enterrado horizontal	R= 2 ?/L
?, resistividad del terreno (Ohm.m) P, perímetro de la placa(m) L, longitud de la pica o del conductor (m)	

Tabla 3.7. Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo

1.6.4.7.1.7. Tomas a tierra independiente.

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

1.6.4.7.1.8 Separaciones entre las tomas a tierra de las masas de la instalación de utilización y las masas de un centro de transformación.

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas.

Si no se hace el control de independencia, entre la puesta a tierra de las masas de las instalaciones de utilización respecto a la puesta a tierra de protección o masas del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

1 No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.

2 La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada (<100 ohmios·m). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia se calculará, aplicando la fórmula especificada en el apartado 11 de la ITC-BT-18 del REBT.

3 El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra (Id) en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto (Vd = Id · Rt) sea menor que la tensión de contacto máximo aplicada, definida en el Reglamento sobre

Condiciones Técnicas y Garantía de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

1.6.4.7.1.9 Tomas a tierra a instalar.

Los conductores utilizados en las líneas a tierra tendrán una resistencia mecánica adecuada y ofrecerá una elevada resistencia a la corrosión.

Su sección será tal que la máxima corriente de cortocircuito para estos, en caso de defecto o descarga atmosférica, no lleve a estos conductores a una temperatura próxima a la de fusión, ni ponga en peligro sus empalmes y conexiones.

A efectos de dimensionar las secciones, el tiempo mínimo a considerar por la duración del defecto a la frecuencia de la red, será de un segundo. A pesar de lo comentado anteriormente, el ningún caso se admitirán secciones inferiores a 25 mm^2 en el caso de cobre y de 50 mm^2 en el caso de acero.
Podrán utilizarse como conductores a tierra las estructuras de acero de fijación de los elementos de la instalación, siempre que cumplan las características generales exigidas a los conductores y a su instalación. Por lo que es aplicable a las armaduras de hormigón armado, a no ser en caso de tratarse de armaduras pretensazas, en este caso se prohíbe el uso de los conductores a tierra.

1.6.4.7.1.10 Solución final Tomas a tierra a instalar.

<u>Naves de Prensa, Pintura y Soldadura</u>

La solución adoptada para la puesta a tierra del la nave industrial será la siguiente; conductores enterrados horizontalmente, los conductores enterrados tendrán una sección de 35mm^2 y serán de Cu desnudo, con una longitud total de 180 m. Los electrodos serán picas con diámetro de 14 mm y una longitud de 2 cada uno de ellas, con un total a instalar de 4 picas. La resistividad del terreno es de 150 O·m, obteniendo una resistencia total de 1,65O.

<u>Nave de producto Acabado</u>

La solución adoptada para la puesta a tierra del la nave industrial será la siguiente; conductores enterrados horizontalmente, los conductores enterrados tendrán una sección de 35mm^2 y serán de Cu desnudo, con una longitud total de 320 m. Los electrodos serán picas con diámetro de 14 mm y una longitud de 2 cada uno de ellas, con un total a instalar de 4 picas. La resistividad del terreno es de 150 O·m, obteniendo una resistencia total de 0,92O.

<u>Nave de Recepción de producto</u>

La solución adoptada para la puesta a tierra del la nave industrial será la siguiente; conductores enterrados horizontalmente, los conductores enterrados tendrán una sección de 35mm^2 y serán de Cu desnudo, con una longitud total de 300 m. Los electrodos serán picas con diámetro de 14 mm y una longitud de 2 cada uno de ellas, con un total a instalar de 4 picas. La resistividad del terreno es de 150 O·m, obteniendo una resistencia total de 0,99O.

1.6.5.-. Traza de la red subterránea de Media Tensión y Baja Tensión

1.6.5.1-. Apertura de la rasa

La traza de la zanja será lo más rectilínea posible, paralela en toda su extensión a aceras o fachadas de edificios, teniendo en cuenta las precauciones para no afectar los cimientos de los mismos.

Antes de iniciar la apertura de zanjas se realizarán catas de prueba a unas distancias aproximadas de 6 o 8 metros, con el fin de comprobar los servicios existentes y de determinar la mejor ubicación para el tendido. Para marcar el trazado de la zanja se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura que se debe respetar en los cambios de dirección.

El radio de curvatura de un conductor o fajo de conductores de MT debe ser superior a 30 veces su diámetro durante el tendido y de 15 veces su diámetro una vez instalado, en el caso de BT los radios serán 10 y 20 veces el diámetro de los conductores respectivamente.

La apertura de las zanjas se realizará preferente en máquina, excepto cuando no sea posible por motivos de la existencia de servicios u otras canalizaciones, si estas existen se realizarán de forma manual o "mixta".

El fondo de las zanjas habrá de estar en terreno firme para evitar posibles movimientos de tierras debido al movimiento al estirar los conductores.

Se mirará de dejar si es posible un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar las caídas de este en la zanja. Las tierras se mantendrán sin escombros.

Las dimensiones de las zanjas serán de unas dimensiones de 0,9 m x 0,4 m para la red de MT y de 0,7 m x 0,4 m para las de Baja Tensión. Para realizar los cruzamientos de calles, las zanjas tendrán unas dimensiones de 1,10 m x 0,40 m y de 0,9 m x 0,4 m respectivamente.

En el interior de las naves, las zanjas serán de 1,10 m x 0,7 m para BT.

Si con motivo de las obras de apertura se encuentran instalaciones de otros servicios se tomarán las precauciones pertinentes para no causar ninguna modificación de la instalación encontrada, dejándolas igual que estaban, y respetando las distancias de seguridad en los cruzamientos y paralelismos

1.6.5.2-. Construcción de los tubos de hormigón

Los tubos hormigón hados se instalaran en cruzamientos de calles y calzadas, siempre se dejará un tubular libre reservado para posibles ampliaciones.

Los tubulares serán de polietileno (PE) de doble pared, interior lisa y exterior corrugada, con un diámetro exterior de 160 mm e interior de 135 mm para la red de MT. Tendrá una resistencia de la compresión superior a 450 N.

La zanja dónde se colocaran los tubos deberá estar abierta en su totalidad para poder dar una ligera pendiente, y así evitar la acumulación de agua en el interior de los tubos.

Cuando la longitud de los tubulares sea superior a los 100 m en MT, o bien 50 m en BT y en los cambios de dirección con ángulos superiores a 60 se instalaran arquetas de registro con el fin de no someter a los conductores a un esfuerzo de tracción y facilitar los trabajos del tendido.

Los tubos dispondrán de ensamblas que evitan la posibilidad de rozamientos internos contra los bordes durante el tendido. Además se ensamblarán teniendo en cuenta el sentido de tendido de los cables.

El bloqueo de los tubos se realizará con hormigón de resistencia H-100 cuando provenga de planta o de una dosificación del cemento de 200 kg/3 cuando se realice a pie de obra, evitando que el cemento se introduzca en el interior de los tubos por la vía de los ensamblajes.

Una vez acabado el tubular se procederá a su limpieza interior haciendo pasar una esfera metálica de

diámetro ligeramente inferior a la del tubular, con un movimiento de ligero, para eliminar las posibles filtraciones de cemento y posteriormente de forma similar, una escobilla o bolso de trapos para poder barrer los posibles residuos que puedan quedar.

Los tubos quedarán sellados con espumes expansibles impermeables e ignífugas

1.6.5.3-.Tendido de conductores

El tendido de los conductores de MT y BT es la operación más comprometida en la operación de instalación de una línea subterránea de MT o BT, puesto que se pueden producir varias averías y o/ daños, por esto, el tendido y protección del conductor se efectuará siempre con la presencia del director de la obra.

Antes de iniciar el tendido se mirará de encontrar el lugar más adecuado para colocar la bobina, la cual estará suspendida unos 0,15 m mediante una barra o eje que pasará por el agujero central.

La extracción del conductor se realizará haciendo eructar la bobina y estirando el conductor por la parte superior.

A lo largo de la zanja se colocaran rodillos giratorios que pueden girar libremente a unas distancias de 3 a 6 metros. La entrada del conductor a la zanja se dispondrá de una cama de arena fina de aproximadamente 6 cm de doblez para MT y de 3 cm para BT.

Una vez estas el cable adentro de la zanja este únicamente podrá ser desplazado lateralmente a manos, sin la utilización de elementos para hacer palanca. Los conductores monofásicos de MT se dispondrán en triángulo equilátero, para evitar desequilibrios entre fases. Los conductores BT estarán dispuestos dos y dos en paralelo.

Los conductores se encintarán cada 1,5 metros para evitar que puedan moverse debido a los esfuerzos electrodinámicos generados por un corto circuito.
Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0º C no será posible realizar ningún tendido debido a la rigidez que toma el aislamiento del conductor.
El esfuerzo máximo de tracción que puede soportar un conductor unipolar de aluminio de MT es de 3 dan/mm, en caso alguno el esfuerzo total del conductor podrá superar los 2500 dan.

Para realizar el tendido en las curvas se colocaran varios rodillos de esta manera se evitará que el conductor sufra esfuerzos de tracción admisible en tramos con curvas es de 450 x R (dan), dónde R es el radio de curvatura del conductor

1.6.5.4-.Tendido en tubos

Antes de iniciar la instalación de los conductores se debe limpiar el tubo por tal de asegurar que no hay cantos ni aristas y que los tubos están alineados correctamente.

Durante el tendido se debe proteger el conductor de las bocas del tubo para evitar daños en la cubierta, colocando un rodillo a la entrada y un buen vaso de arena a la salida, de tal manera que se obligue al conductor a salir por la parte media del tubo sin que toque el borde del tubo.

Una vez instalado el conductor se deberá tapar las bocas de los tubos para evitar que accedan roedores o gases.

Se colocara un circuito por cada uno de los tubos para reducir la reactancia.

Las especificaciones de cada tramo a partir de los subcuadros a instalar hasta sus receptores son las siguientes:

CT	T	Cdro.	Denom. (Línea)	Dist. Calc. (m)	Sección (mm^2)	Disposición	D.tubo mm
1	1		Alimentación	3	3(3x240/120+TTx120)	Enterrados bajo tubo	3(225)
1	1	1	Luz Prensa	45	2x50+TTx25	Tubo en montaje superficial	50
1	1	1	Prensa 400	26	3x50/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	63
1	1	1	Prensa 1200	23	3x240/120+TTx120	Enterrados bajo tubo	225
1	1	1	Prensa 1200	38	3x240/120+TTx120	Enterrados bajo tubo	225
1	1	1	Subcuadro 2	22	3x95/50+TTx50	Enterrados bajo tubo	140
1	1	2	Prensa 400	27	3x35/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	50
1	1	2	Prensa 400	11	3x35/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	50
1	1	2	Prensa 400	17	3x35/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	50
1	1	2	Prensa 400	29	3x35/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	50
1	2		Alimentación	30	3(3x240/120+TTx120)	Enterrados bajo tubo	3(225)
1	2	1	Luz Prensa	45	2x50+TTx25	Tubo en montaje superficial	50
1	2	1	Prensa 400	26	3x25/16+TT16	Enterrados bajo tubo	50
1	2	1	Prensa 1200	14	3x240/120+TTx120	Enterrados bajo tubo	225
1	2	1	Luz exterior	11	3x25/16+TT16	Enterrados bajo tubo	50
2	1		Alimentación	4	3(3x240/120+TTx120)	Enterrados bajo tubo	3(225)
2	1	1	Subcuadro 2	36	2(3x185/95+TTx95)	Enterrados bajo tubo	2(180)
2	1	1	Cabina 1	23	3x50/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	63
2	1	1	Cabina 2	30	3x50/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	63
2	1	1	Cabina 3	26	3x50/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	63
2	1	1	Luz interior	45	2x50+TTx25	Tubo en montaje superficial	50
2	1	1	Luz interior	55	2x50+TTx25	Tubo en montaje superficial	50
2	1	2	Soldadura 1	18	3x240/120+TTx120	Enterrados bajo tubo	225
2	1	2	Soldadura 2	32	3x240/120+TTx120	Enterrados bajo tubo	225
3	1		Alimentación	4	3(3x240/120+TTx120)	Enterrados bajo tubo	3(225)
3	1	1	Subcuadro 2	36	3x50/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	63

3	1	1	Subcuadro 5	73	3x50/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	63
3	1	1	Subcuadro 4	24	3x50/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	63
3	1	1	Luz exterior	12	3x50/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	63
3	1	1	Subcuadro 3	23	2(3x150/70+TTx95)	Enterrados bajo tubo	2(180)
3	1	1	Luz interior	45	2x50+TTx25	Tubo en montaje superficial	50
3	1	1	Luz interior	55	2x50+TTx25	Tubo en montaje superficial	50
3	1	2	Cabina Pint.	11	3x50/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	63
3	1	2	Cabina Pint.	23	3x50/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	63
3	1	2	Cabina Pint.	26	3x50/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	63
3	1	3	Maquina 1	16	3x50/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	63
3	1	3	Maquina 2	12	3x50/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	63
3	1	3	Maquina 3	22	3x50/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	63
3	1	3	Maquina 4	14	3x50/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	63
3	1	3	Subcuadro 6	14	3x120/70+TTx70	Enterrados bajo tubo	2(160)
3	1	4	Luz interior	50	2x50+TTx25	Tubo en montaje superficial	50
3	1	4	Luz interior	55	2x50+TTx25	Tubo en montaje superficial	50
3	1	5	Luz interior	50	2x50+TTx25	Tubo en montaje superficial	50
3	1	5	Luz interior	55	2x50+TTx25	Tubo en montaje superficial	50
3	1	6	Maquina 5	20	3x50/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	63
3	1	6	Maquina 6	15	3x50/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	63
3	1	6	Maquina 7	14	3x50/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	63
3	1	6	Subcuadro 7	12	3x50/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	63
3	1	7	Maquina 8	15	3x50/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	63
3	1	7	Maquina 9	13	3x50/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	63
3	1	7	Maquina 10	12	3x50/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	63
3	1	7	Maquina 11	11	3x50/25+TTx25	Enterrados bajo tubo	63

Tabla 4. Canalizaciones de los distintos conductores

1.6.5.5-.Tapado y compactado

Una vez realizado el tendido y protección de los conductores procederemos a tapar y compactar la zanja procediendo de la siguiente manera:

- La reposición de la rasa se efectuará por capas sucesivas de 0,15 m de doblez, las cuales serán compactadas con el fin de que el terreno esté lo suficientemente compactado. Con la compactación de la reposición se tendrá que conseguir una densidad mínima del 95%.
- La protección de los conductores se realizará mediante placas de polietileno (PE). Por el encima las placas de PE y a una distancia no inferior de 0,2 m se colocara una cinta de color amarillo que advertirá de la existencia de conductores eléctricos de acuerdo con la RU 0205.
- Si al efectuar la excavación se observa que la tierra contiene muchas piedras, u otros elementos que pudieran ocasionar daños al conductor no se utilizaría esta tierra para realizar la reposición de la zanja, es decir, se buscaría otra.

1.6.5.6-.Cruzamientos y paralelismos

La distancia a mantener entre los conductores de MT y los de BT será de 0,25 m. La distancia del punto de cruzamiento a los entronques será de1m.

En los casos que no se puedan respetar estas distancias, el conductor que se extienda el último se dispondrá separado mediante divisores de adecuada resistencia mecánica. Según la resolución de la Generalitat de Cataluña (DOG nº 1649 del 25-09-92) esta protección podría ser de ladrillos macizos de unas dimensiones de 290x140x40 mm, con una capa de arena a cada lado de como mínimo 20 mm.

1.6.6. Cálculo luminotécnico

1.6.6.1-.Objetivos del alumbrado externo

Toda instalación de alumbrado tiene como objetivo fundamental proporcionar durante las horas de falta de luz solar, unas condiciones de visibilidad que permitan la utilización de las áreas públicas por parte de los ciudadanos sin riesgo para su seguridad y bienestar físico.

La influencia del alumbrado público en las condiciones de uso de los espacios se evidencia en los siguientes casos:

- Reducción de la gravedad y el número de accidentes.
- Incremento de la seguridad de las personas y sus corderos. Es evidente que una iluminación adecuada mejora las condiciones de vigilancia y constituye un elemento disuasorio de primer orden en posibles acciones delictivas.
- Aumento de la comodidad de los conductores y peatones. El menor esfuerzo visual y la mayor amplitud del campo de percepción facilitan las actuaciones de todos los usuarios de la vía pública.
- Reducción del tiempo de los trayectos. Esta ventaja facilita que los vehículos puedan desplazarse con mayor seguridad y fluidez.
- Mejora del ambiente, una buena iluminación destaca la estética del entorno y facilita las relaciones humanas.
- Incremento de las actividades cotidianas.

Este proyecto tiene como objeto ejecutar la iluminación del plan de electrificación de la Gran Nave Industrial ESAN del polígono industrial Can Torrella del término municipal de Vacarisses en la extensión de sus calles. El proyecto tiene como objeto ejecutar la iluminación de este polígono, el cual está definido en 6 calles.

1.6.6.2-.Normativa aplicable y disposición de puntos de luz

Las normas y reglamentos que se han aplicado a la hora de realizar el cálculo fotométrico del alumbrado público son:

- Ley 6/2001 de 31 de mayo, de ordenación ambiental del alumbramiento para protección del medio nocturno.
- Decreto 82/2005, de 3 de mayo, por el cual se aprueba el Reglamento de desarrollo de la Ley 6/2001.

1.6.6.2.1-.Cálculo luminotécnico

Cálculo luminotécnico adjunto en el apartado de cálculos.

1.6.6.2.1.1-.Factores determinantes de la visibilidad. Parámetros básicos

El alumbrado de exteriores mira el que busca se proporcionar un nivel de iluminación adecuado, en todos los lugares al aire libre que sea necesaria la instalación de alumbrado artificial. En este proyecto de iluminación de nave industrial ESAN, los motivos para realizar esta instalación de alumbrado artificial es por motivos de seguridad vial, seguridad ciudadana y finalmente estética.

A continuación se muestran una serie de valores de niveles de iluminación que dependiente de las características de la vía se aconsejarán unos niveles de iluminación u otros:

Iluminación exterior		
Espacio a iluminar	Niveles de iluminación en lux	
Iluminación publica	Buena	Muy Buena
Carretera con tráfico denso	15	30
Carretera con tráfico medio	10	20
Calle de barrio industrial	10	20
Calle comercial con tráfico rodado	10	20
Calle comercial sin tráfico rodado importante	7,5	15
Calle residencial con tráfico rodado	7,5	15
Calle residencial sin tráfico rodado importante	5	10
Grandes Plazas	20	25
Plazas en general	8	12
Paseos	12	16

Tabla 5. Niveles lux en distintas zonas

Para la zona que nos ocupa se trata de una zona industrial, por lo cual el valor deseado será de entre unos 10 y 20 lux.

La iluminación viaria se localiza en aquellos lugares abiertos al tráfico, siendo su finalidad la de favorecer la circulación nocturna y evitar los peligros que puede producir la oscuridad.

Este tipo de iluminación se consigue con la colocación de las luminarias encima de postes o mastines especiales, para la colocación de este hay cuatro formas de colocación:

- Unilateral.

- A portillo.
- En oposición.
- Central en doble luminaria.

Unilateral:

La disposición de estas luminarias consiste en la colocación de todas ellas a un mismo lado de la calzada. Se utiliza esta disposición en los casos en que la anchura de la vía es igual o inferior a la anchura de montaje de la luminaria.

A portillo:

Consiste en la colocación de luminarias a ambos lados de la calzada, al portillo o en zig- zag. Se utiliza principalmente en aquellos casos en los que el ancho de la vía es igual o superior a la altura de montaje, 1,5 veces.

En oposición

Esta disposición sitúa las luminarias una enfrente de la otra, y suele utilizarse cuando la anchura de la vía es superior de 1,5 veces la altura de montaje.

Central con doble luminaria

Este caso se utiliza en autopistas y en vías de dos calzadas. En realidad se trata de una colocación unilateral para cada una de las dobles calzadas, en ocasiones también se puede colocar en frente de ellas otras luminarias dando lugar a dobles disposiciones dobles en oposición o a portillo. Esta disposición nos da lugar a un grado de iluminación muy elevado.

La disposición que nosotros pondremos de manifiesto en el nuestro proyecto se una disposición a portillo en zig-zag.

1.6.6.2.1.2-.Cimentaciones de los puntos de luz

Las cimentaciones de los puntos de luz serán de hormigón H-200, se determinará su altura dependiendo de la altura del punto de luz.

Para las cimentaciones los puntos de luz se utilizarán 4 pernos de anclaje que serán de acero F-111, según la norma UNE 36011, doblados en forma de Uno y galvanizados, en rosca métrica en la parte superior, traerán una doble abrazadera de 8 mm de diámetro, soldados a 4 pernos.

Ejecución:

Finalizada la excavación se ejecutará la cimentación, situando previamente la plantilla de forma correcta de los 4 pernos con doble abrazadera perfectamente nivelada y fija. Se situarán correctamente y con la curvatura idónea los tubos metálicos flexibles, para que pasen de forma holgada los conductores. El tiraje y las otras operaciones de cimentación se realizan de tal manera que no varié o modifique de ninguna de las maneras la posición de los pernos y de los tubos metálicos.

Una vez pasado el tiempo necesario para la perfecta cimentación, se procederá a la instalación de las arandelas y tornillos en los pernos, que quedarán nivelados. Una vez realizada esta operación se levantará el apoyo de forma que la base se asiente sobre los nuevos pernos ya fijos, donde se procederá a la fijación, mediante arandelas y tornillos e instalándose si se creyera conveniente contra - tornillos.

Acabada la ejecución del apoyo se rellenará mediante hormigón H-200n en las cimentaciones en acera, dónde se conozca su cota final se rellenará hasta esta.

Pernos:

Para las cimentaciones de los apoyos se utilizarán cuatro pernos de acero f-111 galvanizados, y sus medidas y dimensiones se determinarán en función de la altura de las columnas.

Tornillos:

Los tornillos serán métricos y cadmía dos.

Arandelas:

Las arandelas serán cuadradas y de acero galvanizado.

1.6.6.2.1.3-. Instalación eléctrica para el alumbrado público

1.6.6.2.1.3.1-. Suministrador

La energía viene subministrado por el CDP del transformador 2 del CT-1 y tiene las siguientes características:

- Corriente Alterna
- Distribución trifásica con neutro
- Tensión entre fases de 400 V i entre fases i neutro de 230 V
- Frecuencia de trabajo 50 Hz

En cumplimiento de las normas del reglamento Electrotécnico de baja tensión, la caída máxima de tensión admisible desde el salpicadero hasta el punto de luz mas alejado debe ser como máximo de un 3% sobre la tensión nominal de fases, siendo para este caso la tensión nominal de 400 x 0,03 =12 V .

La instalación se realiza para un factor de potencia mayor o igual a 0,95 por el que cada luminaria tendrá instalado su condensador de capacidad adecuada para un correcto factor de potencia en su equipo de arranque.

1.6.6.2.1.3.2-. Conductores

Básicamente se efectuarán las siguientes formas de zanja de conductoras:

- Cables de instalación subterránea en tubo de acero flexible, recubierto de PVC.
- Cables de instalación subterránea en tubo de PVC rígido empotrado en hormigón.

Los conductores penetrarán en los equipos y en las cajas mediante presa estopes adecuado a la zona que se encuentre.

Cuando los conductores cruzan bajo las carreteras o se indique de esta manera en los planos se realizará bajo PVC rígido, empotrado en hormigón y enterrado a una profundidad mínima de 60 cm respecto del nivel del suelo.

Los conductores a la salida de las zanjas y de las arquetas se protegerán de forma adecuada. El conductor

alimentará paralelamente cada una de las columnas del circuito. La conexión se realizará mediante un conector dentro de la columna, a la altura de la puerta de registros, donde se colocara un fusible. De este conector arrancará el conductor que alimentará la lámpara.

Las derivaciones de los conductores sepultos se realizará mediante cajas de derivación adecuadas para una tensión de servicio de 1000 V, con unos bornes conectados montados sobre aisladores.

Se considerarán los siguientes tipos de instalaciones de conductores en zanja:

- Instalación subterránea en aceras y medianas.
- Instalación subterránea en cruzamientos de calzada.
- Instalación subterránea en cruzamientos con otras canalizaciones.

Instalación subterránea en aceras y medianas.

Las zanjas bajo acera y mediana pavimentada o de suelos de tierra tendrán una profundidad adecuada, aproximadamente 60 cm, de la manera que la generatriz superior de los tubos metálicos flexibles quede a una distancia de 40 cm sobre la rasante del pavimento del suelo o de la tierra.

La anchura de la zanja será de 40 cm, pudiéndose hacer, previa autorización de la dirección de obra, una anchura de 30 cm en el caso de la existencia de otras canalizaciones y servicios que dificultan la ejecución de la rasa de alumbrado.

El fondo de la zanja se dejará sin piedras y rocas, quedando totalmente nivelado. Se rellenara en su totalidad de una capa de arena de 10 cm compactada destinada al drenaje de los líquidos. A continuación se colocaran tubos metálicos flexibles, sobre los mismos se dispondrá de una capa final de arena de unos 10 cm, por el encima de esta se dispondrá un cinta de plástico de señalización, el resto de la zanja se rellenara con tierra medianamente compactada hasta conseguir que no quedan variaciones en la zanja. El acabado de la zanja se hará reponiendo el pavimento existente inicialmente o el proyectado.

Instalaciones subterráneas en cruzamientos de calzadas.

La zanja para cruzamientos de la calzada tendrá una profundidad adecuada, esta será aproximadamente de 85 cm de forma que la generatriz superior de los tubos de PVC rígidos más próximos a la calzada se encuentran en una distancia de 70 cm a bajo de la misma.

La anchura de la zanja será de 40 cm.

El fondo de la zanja se dejará limpio de piedras y runa, preparando una cama de hormigón de las características H 150 de 10 cm de altura sobre la cual se colocaran dos tubos de PVC rígidos de 11 cm de diámetro los cuales se situarán a 3 cm de separación entre ellos, se instalaran sobre estos apoyados en la base de hormigón, con separadores de PVC del tipo “telefónica” cada 80 cm recubriendo los tubos con hormigón H-150, 10 cm por encima de la generatriz superior de los tubos. El resto de la zanja se rellenará de tierra medianamente compactada hasta conseguir que no haya desniveles.

En todos los tipos de zanja, entre arquetas consecutivas, los tubos de PVC rígido, serán continuos, sin ningún tipo de conexión y las canalizaciones no serán capa caso horizontales, si no ligeramente convexas hasta las arquetas.

El acabado de la rasa se ejecutará reponiendo el tipo de pavimento existente inicialmente o por defecto el proyectado

1.6.6.2.1.3.3-. Instalación subterránea en cruzamientos con otras canalizaciones

En los cruzamientos con otras canalizaciones eléctricas o de otras naturalezas (agua, alcantarillado,

teléfono, gas,...) se dispondrán de dos tubos de fibra-cemento o de PVC rígido de 11 cm de diámetro rodeado de una capa de hormigón H-150 de 10 cm de alzada. La longitud de los tubos hormigonados será como mínimo de 1 m a cada uno de los lados de la canalización existente, siendo la distancia entre esta y la pared exterior de de los tubos de fibra-cemento o PVC de al menos 15 cm. Dentro de los mencionados tubos se alojará un tubo de plástico liso de unos 10 cm de diámetro.

1.6.6.2.1.3.4-. Redes subterráneas

En las redes subterráneas los conductores serán de cobre del tipo RV - K 0,6 /1 KV, según la denominación de las normas UNE y serán unipolares constituidos por tres conductores independientes o fases iguales y asimismo de idéntica sección para el conductor neutro, debido a las tensiones de pico, sobre intensidades en el arranque y armónicos que se presentan en las lámparas de descarga.

Las secciones de los conductores a utilizar serán los resultantes de los cálculos eléctricos realizados en el apartado de cálculos, considerándose la sección mínima de 6 mm^2.

En la instalación eléctrica interior a las columnas, la sección mínima de los conductores de alimentación será de 2.5 mm^2, encontrándose estos conductores en el interior de los apoyos sin ningún tipo de conexión.

En los circuitos eléctricos, con el objeto de proteger el conductor, se instalarán fusibles calibrados en cada cambio de sección. Estos estarán situados en la línea de menor sección dónde se producen el cambio en una caja de PVC con dimensiones, estanquidad y aislamiento suficiente para soportar 2.5 veces la tensión de servicio así como la humedad y la condensación.

De acuerdo con la ITC-BT-9 cada punto de luz estará dotado de dispositivos de protección contra cortocircuitos, por el que en todas las arquetas de derivación de puntos de luz se instalara una caja de las mismas características técnicas a las anteriores y de dimensiones adecuadas, dotadas de fichas de conexión y fusible calibrados que cumplen en las normas UNE-20520.

1.6.6.2.1.3.5-. Arquetas

En este proyecto las arquetas utilizadas serán de 2 tipos:

- Arquetas de derivación a puntos de luz, tanto sea en aceres, medianas y jardines.
- Arquetas de cruzamientos de calles.

En los dos casos se dará una pequeña inclinación a las caras superiores con la finalidad de evitar la entrada de agua.

1.6.6.2.1.3.6-. Arquetas de derivación a puntos de luz

Las arquetas de derivación a punto de luz se realizarán mediante ladrillo de 12 cm de doblez, solera de hormigón de H-150 de 10 cm de espesor, siendo sus dimensiones interiores de 0,4 x 0,4 m con una profundidad mínima de 0,8 m.

La superficie inferior de los tubos metálicos flexibles estará a 10 cm sobre los fondos de la arqueta.

Las arquetas estarán dotadas de marco y tapa de acero fundido, o de fundición modular de grafito esférico del tipo FGE 50.7, o del tipo FGE 42.12, según la norma UNE 36.118, con registro de control. El anclaje del marco, solidario con el mismo, estará constituido por cuatro escuadras sitas en el centro de cada una de las caras, de 5 cm de profundidad, 5 cm saliente y 10 cm de anchura.

La tapa de la arqueta tendrá un agujero para facilitar el levantamiento. El fondo de la arqueta estará formato por una solera de 10 cm de hormigón H-150 y un tubo de fibra-cemento de 6 cm de diámetro para el drenaje, la base se cubrirá con una cama de graba gorda de 10 cm de doblez.

En estos tipos de arquetas se situarán los tubos metálicos flexibles descentrados respeto al eje de la arqueta a 5 cm de la pared encontrada a la entrada del conductor en su punto de luz y separando ambos tubos 5 cm, todo esto con el fin de facilitar los trabajos a la arqueta. En la pared contigua a la citada anteriormente se fijará mediante un perfil metálico fijado y con ranuras en forma de C cuadrada de 12x21 mm, y de una longitud tal que partiendo de la cara inferior de los tubos metálicos flexibles quede a 10 cm del marco de la arqueta y a la distancia necesaria a la pared de la arqueta para la posterior fijación de las bridas sujetadas, de forma que los conductores no estén tensos, sino de forma que haya el suficiente espacio.

A 20 cm de la parte superior de la arqueta se situarán en sentido transversal a la pared de entrada del conductor en su punto de luz los perfiles metálicos idénticos a los anteriores mencionados, de longitud adecuada y debidamente enclaustrados en la pared hecha de ladrillos o sujeta mediante bridas u otros elementos de sujeción. Sobre estos perfiles se situarán mediante tornillos y roscas cadmiadas o zincadas, la caja de derivación en su punto de luz de características adecuadas dotadas de fijas de conexión y fusibles calibrados que cumplirán la norma UNE-20520. Esta caja será de plástico con aislamiento suficiente para soportar 2,5 veces la tensión de servicio así como la humedad y la condensación.

Cuando se varía la sección de los conductores con el objeto de proteger las líneas en la arqueta, se instalarán sobre los dos perfiles mencionados anteriormente una caja de protección de unas características similares a las mencionadas en el caso de la derivación a un punto de luz, dotada de conexión y fusibles En caso alguno el cambio de sección de los conductores de los dos circuitos de alimentación de los puntos de luz coincidirán en la misma arqueta.

El acabado de la arqueta en la su parte superior enrasará con el pavimento existente o con el proyectado, dando una pendiente del 20 % aproximadamente para evitar dentro de lo posible la entrada del agua. La reposición del suelo alrededor de la arqueta se efectuará colocando el pavimento, bien sea de tierra o jardín existente o proyectado

1.6.6.2.1.3.7-. Arqueta de cruzamientos *de calle*

Estarán hechos de ladrillo de 12 cm, y con la solera de hormigón, su profundidad mínima será de 1 m más el levantado del lado de la acera, en todo caso la parte inferior del tubo de PVC rígido utilizado quedará 10 cm por el encima de la solera de hormigón. Las dimensiones inferiores serán de 0,4 x 0,4m y la profundidad la indicada anteriormente. La tapa de la arqueta en cuestión será de acero fundido o fundición modular, de idénticas características a las establecidas para las arquetas de derivación a punto de luz, el fondo de la arqueta se rellenará de una cama de graba doblada, de 15 cm de doblez para facilitar el drenaje a través de un tubo de fibra-cemento de 6 cm de diámetro.

El acabamiento de la arqueta y reposición del pavimento de su entorno se realizará de igual manera a la establecida en los casos anteriores.

1.6.6.2.1.3.8-. Esquema básico de la instalación eléctrica

La red de alimentación de los puntos de luz desde el centro de mando y medida (armario de iluminación pública), se debe realizar proyectando los circuitos abiertos, procurando reducir la longitud de los mismos

y equilibrar las cargas de los ramales con el objetivo de unificar las secciones utilizadas.

De acuerdo con las instrucciones ITC-BT-9, los circuitos de alimentación de los puntos de luz han de estar constituidos por tres conductores independientes, y uno de sección igual a las fases o la indicada en la tabla 1 de la ITC-BT-07 del REBT, siendo esta sección un mínimo de 6 mm^2.

La energía para alimentar los diferentes armarios de alumbrado público vendrá suministrada por las CDP ubicadas en la Nave de Prensa y Pintura, a una tensión 230/400 V. La iluminación que se llevará a término en esta zona estará formada por lámparas de vapor de mercurio a alta presión, con una potencia unitaria de 166 W a una tensión de 230 V.

La distribución de los puntos de luz está presente en el plano de las luminarias.

La instalación funcionará con un sistema de reactancias de doble flujo, de esta manera el sistema utilizado para regular el consumo de la instalación de iluminación pública y para realizar de manera menos traumática el encendido de la instalación será el de regulación de flujo, reduciendo a un 60 % el flujo de las iluminarías, ahorrando de esta manera un 40 % de la energía consumida por este tipo de instalación.

Una de las ventajas de utilizar el sistema de reducción de flujo es que no es necesaria la existencia de doble circuito para hacer el encendido.

Una de las precauciones que hemos de tener, a la hora de hacer la distribución de las lámparas con respecto al consumo eléctrico es el equilibrio entre las fases.

1.6.6.2.1.3.9-. Líneas eléctricas

Las líneas eléctricas se proyectarán enterradas, las cuales estarán protegidas por un tubo de plástico de 63 mm de diámetro, la profundidad a la que será enterrada será de como mínimo 0,4 m. Estos 0,4 m se verán variados dependiente si el tubo discurrir por viales dónde el tráfico puede acontecer rodado, pasando a 0,8 m de profundidad y estando protegido por un tubo de PVC rígido de 11 cm de diámetro, quedando protegido por hormigón por todos sus lados.

De acuerdo con el REBT en la ITC-BT-19 nos indica que la sección mínima a enterrar debe ser de 6 mm^2.

Las características de la red de alimentación de los puntos de luz se recomienda que esté formada por conductores unipolares, de cobre con características XLPE 0,6/1 KV, (polietileno reticulado, con un aislamiento termoplástico capaz de trabajar a una tensión nominal máxima de 1000 V).

La sección de los conductores utilizados para realizar la alimentación de los diferentes puntos de luz será de 6 mm^2 (la sección del conductor neutro será la indicada por la ITC-BT-07 tabla 1).

Aun así junto con los tres conductores de fase y el pertinente neutro tendremos el conductor de mando para realizar la reducción de flujo o el control de la fase de encendida.

1.6.5.2.1.3.10-. Líneas y puesta a tierra

Las columnas y los elementos metálicos utilizados en la instalación de alumbrado público que estén al alcance de la mano, se conectarán a la red de tierras, la cual estará formada por un conductor desnudo y sin ningún tipo fractura de una sección en todo su recorrido de 35 mm^2, este conductor se situará en el fondo de la zanja utilizada para extender la red de alimentación del alumbrado con placas situadas al principio y al final de la red de alumbrado público, y una cada cinco luminarias, situadas en los fundamentos de cada una de las farolas, (ITC-BT-18 y 19).

La red general estará formada por:

- Plancha de acero galvanizado de 0,55 m^2 de sección y de 3 mm de doblez, empotrada al tierra, justo a la base de las luminarias.

- Una línea de cobre formada por conductor desnudo de 1x35 mm^2, el cual unirá todas las columnas metálicas.

A esta red unirá eléctricamente y mediante cable de cobre de 35 mm^2, todos los apoyos y partes metálicas accesibles que componen la instalación.

El valor de la resistencia de puesta a tierra será tal que a lo largo de la vida útil de la instalación y en cualquier época del año no se puedan producir tensiones de contacto superiores a los 24 V en las partes metálicas accesibles de la instalación (apoyos, cuadros metálicos, etc...). ITC-BT-09. Tal y como nos señala la ITC-BT-18 , será importante desde el punto de vista de la seguridad con respecto a la posible tensión de contacto, será obligatoria la comprobación por parte de los servicios oficiales del valor real de resistencia a tierra para que se cumplan los valores máximos de tensión de contacto que se puedan dar. Estos serán no superiores a 24 V en locales o el emplazamiento del conductor y de 50 V en los otros casos.

En caso de que en el momento de la comprobación los valores sean superiores a los permitidos se actuará instalando tantas nuevas piquetas o planchas adicionales como sean necesarias para rebajar el valor en cuestión.

La línea de puesta a tierra y el conductor de tierra del apoyo (que como mínimo será de 6 mm^2 de sección), se sujetarán al extremo superior de la placa mediante una grapa de doble paso de lata estampada. Como ya se ha dicho anteriormente las placas quedarán en contacto permanentemente con el conductor de 35 mm^2 desnudo, estas a lo largo de toda la canalización, enterrada a unos 0,5 m de la tierra estando siempre en contacto con el terreno.

En el supuesto de que se tenga que realizar una conexión en el conductor de cobre, para garantizar su continuidad se haría con una soldadura fuerte (soldadura de plata), y esta se realizaría en una arqueta, permitiendo de esta manera su localización en caso de que fuera necesaria.

1.6.6.2.1.3.11-. Sistemas de protección

En los circuitos eléctricos, con el fin de proteger el conductor, se instalaran fusibles debidamente calibrados en cada uno de los cambios de sección que tengamos. Estos estarán situados en la línea de menor sección en una caja de PVC con dimensiones, estanquidad y aislamiento suficientes como para poder soportar 2,5 veces la tensión de servicio, así como la humedad y la condensación.

De acuerdo con la ITC-BT-09 cada uno de los puntos de luz a instalar estará proveído de protección contra cortocircuitos, por lo cual en todos los puntos de luz se instalará una caja de derivación con las características antes mencionadas.

Estas estarán dotadas de fichas de conexión y fusibles calibrados los cuales cumplan las normas UNE-20520, se situarán en la proximidad de los puntos de luz.

1.6.5.2.1.3.12-. Composición de los cuadros de Maniobra y control

En este armario se instalarán los elementos necesarios para la conexión y desconexión de los circuitos, tanto sea automática como manual y el programador astronómico.

Todos estos mecanismos estarán protegidos mediante un armario de poliéster con fibra de vidrio de doble aislamiento y paredes de 3 mm de doblez, con puertas de tres puntos de cierre y tejado. Cumplirán las condiciones de protección P-32 especificadas en la norma DIN-40050, y tendrán las dimensiones suficientes para alojar todos los elementos necesarios de forma reglamentaría, siendo la estanquidad mínima de estos armarios una IP-55 según norma UNE 20324-78.

El armario estará instalado encima de una base de hormigón H-200 con la fijación necesaria de forma que quede garantizada su estabilidad teniendo en cuenta sus canalizaciones y los anclajes.

1.6.6.2.1.3.13-. Instalación de la reducción de consumo

La encendida y el apagado de los circuitos de iluminación se realizarán mediante el programador, el cual nos realizará una reducción de flujo que nos permitirá reducir la energía a consumir en el momento de la encendida de la instalación y en el de menos utilización, (estos valores nunca serán inferiores a los niveles mínimos recomendados). La particularidad de este tipo de salpicadero, es que, la variación de flujo se hará dependiendo de la época del año en que nos encontremos.

1.7-. Análisis de las soluciones

El diseño de las instalaciones ha sido realizado de la forma que los centros de transformación quedan dentro de las posibilidades de los suministros lo más sectorizado posible. Teniendo en cuenta la naturaleza de las cargas y las potencias de cada uno de los centros de transformación instalados.

La distribución MT estará realizada mediante LSMT con conductores de aluminio de una sección de 240mm^2 con una tensión nominal de 18/30 kV, las conexiones a las conversiones aéreas-subterráneas se realizarán en conectores exteriores, para realizar la conexión en los mismos centros de transformación utilizaremos conectores apantallados.

Los transformadores utilizados cómo ha quedado reflejado durante el proyecto serán tres de 630 kVA y uno de 400 kVA, las tensiones primarias de estos serán de 25 kV, con una tensión del secundario de 0,4 kV, para una posible aumento de las potencias vegetativas, si el abonado lo cree conveniente se podrían ampliar los transformadores hasta una potencia de 1000 kVA pero como ya se ha dicho únicamente con la expresa autorización del abonado.

Con respecto a la distribución BT se realizarán las salidas directamente de los transformadores, los conductores utilizados serán de una sección de (3x240mm^2) de cobre con una tensión nominal de 1000V, para la realizar la entrega a cada una de las naves se hará a través de las CDP, las conexiones a las cuales también se realizarán mediante las mencionadas conexiones de la salida de los Centros de Transformación.

Para garantizar la total “tensión 0” de los conductores neutros, se realizará la puesta a tierra a cada una de las cajas de entrega (CDP), además de las respectivas puestas a tierra de cada uno de los centros de transformación

1.8-. Resultados finales

1.8.1-. Línea subterránea de media tensión

Hemos realizado el trazado indicado en los planos adjuntos a este proyecto, para mirar de simplificar al máximo posible el trazado de MT, de este manera se realizará entrada-salida en cada uno de las

estaciones transformadoras, la gran parte del trazado se realizará mediante el tendida de un circuito de conductor de 240 mm^2 18/30 kV DHV; esta sección utilizada está dimensionada para una posible ampliación del polígono.

1.8.2-. Estaciones transformadoras

La ubicación de cada uno de los centros de transformación es para intentar sectorizar al máximo posible la electrificación del polígono, suministrando cada uno de los transformadores a una zona. Los transformadores proyectados de 630 kVA y 400 kVA son para poder absorber el aumento de potencia vegetativa con respecto a las naves industriales.

1.8.3-. Línea de baja tensión

1.8.3.1-. Línea subterránea de BT (alimentación)

Las líneas subterráneas de Baja tensión estarán en función de la saturación y la caída de tensión de los conductores de 240 mm^2 de sección, la cual será del 100 % para la saturación y del 5 % de la caída de tensión.

1.8.3.2-. Línea subterránea de BT (interior naves)

Las líneas subterráneas de Baja tensión estarán en función de la saturación y la caída de tensión de los conductores, la cual será del 100 % para la saturación y del 4,5 % de la caída de tensión.

1.8.3.3-. Línea aérea BT (iluminación interior naves)

Las líneas aéreas de Baja tensión estarán en función de la saturación y la caída de tensión de los conductores, la cual será del 100 % para la saturación y del 3 % de la caída de tensión.

1.9-. Planificación

Los trabajos a realizar en este polígono se llevarán a término con un periodo aproximado de un año concretamente de 340 días, tal y como se puede observar con el diagrama de Gantt, los periodos representados son de 18 días aproximadamente. Los trabajos a realizar primero serán los de media tensión, pudiéndose solapar con los de baja para posibles aperturas de zanja simultáneas, posteriormente instalaremos los centros de transformación, una vez realizado este trabajo pasaremos a acabar los trabajos de baja tensión, tanto interior como exterior, igualmente podremos hacer el tendido simultáneamente de los conductores de el alumbrado público.

Diagrama de Gantt:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
LSMT																				
CT																				

LSBT (exterior)																				
LSBT (interior)																				
Iluminación																				

1.10-. Orden de prioridad entre los documentos básicos

En caso de posibles discrepancias entre los diferentes apartados del presente proyecto, el orden prevaleciente será el siguiente:

- Planos.
- Pliego de condiciones.
- Presupuesto.
- Memoria.

1.11-. Influencia sobre el Medio Ambiente

El presente proyecto no tiene ninguna relación directa con el medio ambiente. El único aspecto que podemos tener en cuenta con influencia sobre el medio ambiente, es el utilizado en el encendido de las lámparas de vapor de sodio en la iluminación exterior. Para realizar el encendido de la manera menos traumática posible se hará por regulación de flujo, reduciendo a un 60 % el flujo de las iluminarías, ahorrando de esta manera un 40 % de la energía consumida por este tipo de instalación.

2- Memoria de Cálculo

2.1.- Previsión de la potencia

La potencia a instalar por edificio de nuestra nave industrial será la siguiente:

Edificio	Superficie (m^2)	P instalar (kW)	S (kVA)
Recepción Mat.	3600	50	61,91
Prensa	1800	710	835,29
Soldadura	1800	490	576,47
Pintura y acabados	1800	282,2	332
Producto acabado	3600	50	61,91

Tabla 1. Distribución Cargas nave industrial

Superficie total útil a electrificar: 12.600 m^2
P a instalar: 1582,2 kW
S total: 1867,58 kVA

Nota: Para la obtención de la potencia aparente se ha adoptado coseno de fi de 0,85.

2.1.1.- Directrices

La clasificación de la zona donde se construirá nuestra nave, será industrial.

2.2-. Red subterránea de media tensión

2.2.1-. Cálculo de la sección

Para calcular la sección del cable de la red MT que instalaremos en nuestra nave, primero tendremos que saber cual será la intensidad que nos pasa por la red.

La intensidad quedara limitada por la potencia de la red que será capaz de transportar, y la calcularemos mediante la expresión matemática siguiente:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

I: Intensidad medida en Amperios

S: Potencia aparente a transportar, medida en kVA

U: Tensión de la red, medida en kV

La densidad de la corriente (Γ) máxima admisible en régimen permanente para corriente alterna y una frecuencia de 50 Hz en conductores de una sección de 240 mm^2, según datos de los fabricantes es de Γ = 1,708 A/mm^2

Por lo tanto, la Intensidad máxima admisible del conductor de 240 mm^2 es de:

Imáx. = ∫ x S = 1,708 x 240 = 410 A.

La potencia que tiene que transportar la red que nosotros diseñaremos será la total de los 4 transformadores conectados en anillo, que corresponde a:

630 kVA+630 kVA+ 630 kVA+ 400 kVA = 2290 kVA

Por lo tanto, la intensidad que circula:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Potencia transportada **S**= 2290 kVA
Tensión de red **V**= 25 kV
Intensidad **I**= 52,88 A

La intensidad que circula por la red es de 52,88 A. Los valores obtenidos tienen que ser menores, que la intensidad máxima admisible del conductor, según RBT ITC-BT-07.

2.2.2-. Intensidades de cortocircuito

Para calcular la intensidad de cortocircuito es necesario conocer la potencia de cortocircuito de la red MT.

La potencia de cortocircuito es de 500 MVA, este valor ha estado facilitado por la compañía suministradora FECSA – ENDESA.

La intensidad de cortocircuito se calcula mediante la expresión:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

Icc: Intensidad de cortocircuito, medida en kA.

Scc: Potencia de cortocircuito de la red medida en MVA.

U: Tensión de la red medida en kV.

$$I_{cc} = \frac{500}{\sqrt{3} \cdot 25} = 11{,}54 kA$$

La relación entre la intensidad de cortocircuito y la sección del conductor viene dada por la expresión:

$$I_{cc} \cdot \sqrt{t} = K \cdot s$$

Siendo:

Icc: Intensidad de cortocircuito, medida en A.

t: Tiempo de duración del cortocircuito, medida en s.

K: 93 según nos indica la norma UNE 20435.

s: Sección del conductor, medido en mm^2

La Icc será en función de la sección del conductor y del tiempo que dure el cortocircuito, tal y como se puede observar en la siguiente tabla:

Sección del Conductor (mm^2)	*Duración del cortocircuito (s)*								
	0,1	**0,2**	**0,3**	**0,5**	**1**	**1,5**	**2**	**2,5**	**3**
150	44,1	30,4	25,5	19,8	13,9	11,4	9,9	8,8	8,1
240	70,5	48,7	40,8	31,6	22,3	18,2	15,18	14,1	12,9
400	117,6	81,2	68	52,8	37,2	30,4	26,4	23,6	21,6

Tabla 1.1. Relación entre Icc, sección del conductor y tiempo de cortocircuito

Escogiendo como duración del cortocircuito 0.5 s, la sección mínima resultante del conductor será de:

$$s = \frac{11540 \cdot \sqrt{0,5}}{93} = 87,79 mm^2$$

Todo y obtener un valor de sección mínima de 87,79 mm^2, realizaremos la instalación de un conductor MT de 240 mm^2, con la finalidad de poder garantizar los suministros en caso de que se amplíe el nombre de centros de transformación a instalar, en la presente nave.

2.2.3-. Caídas de Tensión

La caída de tensión de la red MT será prácticamente menospreciable, ya que su longitud significa poco tramo respecto la totalidad de la línea MT utilizada.

Esta estará relacionada con la resistencia a 50ºC de la reactancia y del momento Eléctrico, calculándolo con la expresión siguiente:

$$U(\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_{50} + X \cdot tg\varphi)$$

Siendo:

P: Potencia medida en kW

L: longitud de la red, medida en Km

R_{50}: Resistencia a 50 ºC medida en Ω/Km

X: Reactancia en Ω/Km.

f : ángulo de 31,78º = arccos(0,85)

La R_{50} y la X de un conductor de sección 240 mm^2 será de 0,140 Ω/Km. y 0,101 Ω/Km.,

respectivamente.

Con los valores anteriores de R_{50} y X calcularemos las distintas caídas de tensión de nuestra línea de MT, serán los siguientes:

Tramo L1:

En el tramo que va des de la red MT existente hasta el CT 1 (nave Prensa), la R_{50} y la X será de:

R_{50} = 0,140 Ω/Km. x 0,083 Km. = 0,01162 Ω
X = 0,101 Ω/Km. x 0,083 Km. = 0,0083 Ω

$$U(\%) = \frac{710 \cdot 0{,}083}{10 \cdot 25^2} \cdot (0{,}01162 + 0{,}0083 \cdot 0{,}62) = 0{,}000157\%$$

Tramo L2:

En el tramo que va des del CT1 (nave Prensa) hasta el CT2 (nave Soldadura), la R_{50} y la X será de:

R_{50} = 0,140 Ω/Km. x 0,048 Km. = 0,0062 Ω
X = 0,101 Ω/Km. x 0,048 Km. = 0,0048 Ω

$$U(\%) = \frac{490 \cdot 0{,}048}{10 \cdot 25^2} \cdot (0{,}0062 + 0{,}0048 \cdot 0{,}62) = 0{,}000034\%$$

Tramo L3:

En el tramo que va des del CT2 hasta CT3 (nave Pintura), la R_{50} y la X será de:

R_{50} = 0,140 Ω/Km. x 0,053 Km. = 0,00742 Ω
X = 0,101 Ω/Km. x 0,053 Km. = 0,0053 Ω

$$U(\%) = \frac{382.2 \cdot 0{,}0053}{10 \cdot 25^2} \cdot (0{,}00742 + 0{,}0053 \cdot 0{,}62) = 0{,}0000034\%$$

Tramo L4:

En el tramo que va des del CT3 hasta nuestra línea de MT, cerrando así el anillo, la R_{50}yla X será de:

R_{50} = 0,140 Ω/Km. x 0,280 Km. = 0,0392 Ω
X = 0,101 Ω/Km. x 0,280 Km. = 0,0282 Ω

$$U(\%) = \frac{382.2 \cdot 0{,}280}{10 \cdot 25^2} \cdot (0{,}0392 + 0{,}0282 \cdot 0{,}62) = 0{,}00096\%$$

2.2.4-. Comprobación sección

Para comprobar si la sección escogida es la correcta, haremos el cálculo de la sección por c.d.t. y por la I de calentamiento, y la compararemos con la sección escogida.

2.2.4.1-. Comprobación por c.d.t.

Para saber si la sección escogida de 240 mm^2 es la correcta, buscaremos la caída de tensión máxima que tenemos en la línea de MT. Acto seguido buscaremos su sección y la compararemos con la instalada.

La c.d.t. máxima será la suma de las caídas de tensión de los distintos tramos que tenemos, obteniendo:

$$U_T\ (\%)=U_{L1}\ (\%)+U_{L2}\ (\%)+U_{L3}\ (\%)+U_{L4}\ (\%)= 0{,}001154\%$$

La siguiente formula nos permite saber la sección con la caída de tensión en este tramo.

$$s=\frac{\sqrt{3}\cdot\rho\cdot I\cdot\cos\varphi}{\Delta U}=\frac{\sqrt{3}\cdot\frac{1}{44}\cdot 52.88\cdot 0.85}{\frac{0.0011}{100}*25000}=6{,}42mm^2$$

Como el valor obtenido es menor que el que tenemos puesto, la sección escogida para este caso es buena.

2.2.4.2-. Comprobación por I calentamiento.

$$I=\frac{S}{\sqrt{3}\cdot U}=\frac{2290000}{\sqrt{3}\cdot 25000}=52{,}88A$$

s=25 mm^2

2.2.4.3-. Comprobación por cortocircuito

El valor de sección por cortocircuito es de 87,79 mm^2, ya calculada en el apartado 2.2.2.

Escogemos la de cortocircuito ya que es la mayor de los tres casos (c.d.t, calentamiento, cortocircuito). En caso de no prever futuras ampliaciones, escogeríamos esta para la instalación, pero como el proyecto está pensado para realizar ampliaciones, tomamos el valor de 240 mm^2.

2.3-. Centros de Transformación

2.3.1-. Potencia a instalar

La potencia a instalar en cada uno de los transformadores está directamente relacionada con la potencia de les líneas que este distribuye.

CT	Transformador	Potencia instalada (kW)	Potencia aplicando un cos φ = 0,85 (kVA)	Transformador a instalar (kVA)
CT1	1	490	576,47	630
CT1	2	220	258,82	400
CT2	1	490	576,47	630

CT3	1	382.2	449,67	630

Tabla 2. Distribución de los transformadores según el consumo.

Nota: El CT3 comprende, parte de la iluminación exterior (10 kW), la potencia de la nave de recepción de material (50 kW) y la de producto acabado (50 kW).

El CT 1 comprende parte del alumbrado exterior (10 kW).

2.3.2-. Intensidades en Media Tensión

Para calcular la intensidad que circula por el bobinado primario de un transformador se tiene que hacer mediante la expresión matemática siguiente:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Siendo:

Ip: Intensidad en el primario, medida en Amperios.

S: Potencia del transformador, mesurada en kVA.

Up: Tensión en el primario, medida en kV.

Sabiendo que las tensiones de alimentación de los transformadores son de 25 kV, y que la potencia instalada es de:

- Transformador 1: 630 kVA
- Transformador 2 : 400 kVA
- Transformador 3: 630 kVA
- Transformador 4 : 630 kVA

La intensidad primaria para cada uno de ellos será:

Transformador 1

$$I = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 25} = 9{,}23A$$

Transformador 2,3 y 4

$$I = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 25} = 14{,}54A$$

2.3.3-. Intensidades en Baja Tensión

Para calcular la intensidad que circula por el bobinado secundario de un transformador se hará mediante la expresión matemática siguiente:

$$I_S = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_S}$$

Siendo:

I_S: Intensidad en el primario, medida en Amperios

S: Potencia del transformador, mesurada en kVA

U_S: Tensión en el primario, medida en kV

Como la tensión del secundario de los transformadores es de 400 V, la intensidad estará en función de cada una de les potencias.

Transformador 1

$$I_S = \frac{400 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 0{,}4} = 577{,}36A$$

Transformador 2,3 y 4

$$I_S = \frac{630 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 0{,}4} = 909{,}35A$$

2.3.4-. Cálculo de las corrientes de cortocircuito

2.3.4.1-. Corriente de cortocircuito en el bobinado primario

La corriente de corto circuito en el primario de los transformadores será la misma que en la red de Media Tensión.

La corriente no depende de la potencia del transformador, sino que depende de la potencia de cortocircuito de la red de Media Tensión, que en nuestro caso es de 500 MVA.

$$I_{CCp} = \frac{500 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 25 \cdot 10^3} = 11{,}54kA$$

2.3.4.2-. Corriente de cortocircuito en el bobinado secundario

Para calcular la corriente de cortocircuito de los secundarios consideraremos que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de cada transformador.

La intensidad en el secundario de un transformador se obtiene aplicando la fórmula:

$$I_{CCS} = \frac{100 \cdot S}{\sqrt{3} \cdot U_{cc} \cdot U_S}$$

Siendo:

Iccs: Intensidad de corriente de cortocircuito en kA.

S: Potencia del transformador, medida en kVA.

Ucc: Tensión de cortocircuito del transformador, medida en su %.

Us: Tensión del bobinado secundario del transformador, medida en V.

La U_{cc} del transformador de 400 kVA es del 6% y la del transformador de 630 kVA es del 6%.

Transformador 1:

$$I_{CCS} = \frac{100 \cdot 400 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 400} = 9{,}63 kA$$

Transformador 2,3 y 4:

$$I_{CCS} = \frac{100 \cdot 630 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 400} = 15{,}17 kA$$

2.3.5-. Cálculo y Justificación del Sistema de Puesta a Tierra

Cuando se produce un defecto a tierra, este se elimina mediante la apertura de un interruptor que actúa por la orden que le transmite un relé que controla la intensidad de defecto.

El relé que provoca la desconexión inicial es un relé de tiempo dependiente, si no se produce el reenganche rápido (menor de 0,5 s) se asegurará la apertura mediante un relé a tiempo independiente, en el que el tiempo de actuación no depende del valor de la sobre intensidad, sino que cuando ésta supera el valor de la intensidad de arranque del relé actúa en un tiempo prefijado que para nuestro caso será de 0,5 s.

Los relés de tiempo dependiente actúan según la expresión:

$$t = \frac{K'}{r^{n'} - 1}$$

Siendo:

t: tiempo de actuación del relé en s

r: cociente entre la intensidad de defecto (Id) y la intensidad de arranque del relé (Ia) referida al primario

K' y **n'**: parámetros que dependen de la curva característica intensidad-tiempo del relé

Las constantes del relé utilizado son:

K': 1,35

n': 1

I_a: 50 A

Para evitar que la sobre tensión que aparece al producirse un defecto en el aislamiento del circuito de alta tensión deteriore los elementos de baja tensión del CT, el electrodo de puesta a tierra debe tener un efecto limitador, de forma que la tensión de defecto (Vd) sea inferior a 8000 V, que es el nivel de aislamiento de las instalaciones de BT del CT.

$$V_d = R_t \cdot I_d \leq 8000V$$

Para calcular la intensidad de defecto sólo se considerará la impedancia de la puesta a tierra del neutro de la red de Media Tensión y la resistencia del electrodo de puesta a tierra, mediante la fórmula:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n{}^2}}$$

Siendo:

U: Tensión de servicio, medida en V.

Rn: 0 Ω. Resistencia de la puesta a tierra del neutro de la red, medida en Ω.

Xn: 25 Ω. Reactancia de la puesta a tierra del neutro en la red, expresado en Ω.

Rt: Resistencia de puesta a tierra de protección del CT, expresado en Ω.

Tomando las dos fórmulas anteriores y resolviendo el sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas:

$$V_d = R_t \cdot I_d \leq 8000V$$
$$I_d = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0 + R_t)^2 + 25^2}}$$

Se obtienen los siguientes resultados:

Id = 480A
Rt = 16,64 Ω

Antes de seleccionar el electrodo tipo se calculará el valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra del electrodo (Kr), teniendo en cuenta el valor de la Rt obtenido y que la resistividad media del terreno es ρ = 150 Ω x m, mediante la expresión:

$$k_r = \frac{R_t}{\rho} = \frac{16,64}{150} = 0,110\Omega / \Omega xm$$

Una vez obtenido el valor de Kr seleccionaremos el electrodo tipo en función de las dimensiones del CT, tendrá que cumplir con el requisito de tener una Kr inferior a la obtenida.

El electrodo elegido para el tipo PFU-4 (Centro de 1 transformador) en el Anexo 2 del documento UNESA "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación" tiene una designación: 60-40/5/42, sus parámetros característicos expresados en valores unitarios son:

- Resistencia de puesta a tierra: k_r = 0,08
- Tensión de paso en el exterior: k_p = 0,0177
- Tensión de paso en el acceso al CT.: k_c = 0,0389

El electrodo de puesta a tierra estará formado por 4 picas de 2 m de longitud y un diámetro 14 mm, enterradas a 0,5 m, y dispuestas en los vértices de un cuadrado cuyas dimensiones serán 6 x 4 m. La sección del conductor de cobre desnudo será de 50 mm^2.

Los valores más significativos calculados con los parámetros del electrodo tipo 60/40/5/42 serán:

- Resistencia de puesta a tierra

$$R_t^{'} = k_r \cdot \rho = 0{,}08 \cdot 150 = 12\Omega$$

- Intensidad de defecto:

$$I_d^{'} = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0+12)^2 + 25^2}} = 520{,}49A$$

- Tensión de paso en el exterior:

$$V_p^{'} : k_p \cdot \rho \cdot I_d^{'} : 0{,}0177 \cdot 150 \cdot 520{,}49 = 1381{,}90V$$

- Tensión de paso en el acceso al CT:

$$V_{p(acc)}^{'} = k_c^{'} \cdot \rho \cdot I_d^{'} = 0{,}0389 \cdot 150 \cdot 520{,}49 = 3037{,}05V$$

- Tensión de defecto:

$$V_d^{'} = R_t^{'} \cdot I_d^{'} = 12 \cdot 520{,}49 = 6245{,}88V$$

El tiempo de actuación del relé se calcula aplicando la fórmula expuesta anteriormente:

$$t = \frac{K^{'}}{r^{n^{'}} - 1}$$

Siendo ahora:

$$t^{'} = \frac{1{,}35}{\left(\frac{520{,}49}{50}\right)^1 - 1} = 0{,}14s$$

La duración de la falta será la suma de los tiempos parciales:

$$t : t^{'} + t^{''} : 0{,}14 + 0{,}5 : 0{,}64s$$

Al ser la tensión de defecto V_d'=6245,88 > 1000 V los sistemas de tierra de protección y de servicio tienen que estar separados, la distancia de separación entre los dos sistemas se calcula según la expresión:

$$D = \frac{\rho \cdot I_d^{'}}{2000\pi} = \frac{150 \cdot 520{,}49}{2000\pi} = 12{,}73 metros$$

El electrodo elegido para el tipo PFU-5 (Centro de 2 transformadores) en el Anexo 2 del documento UNESA "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación" tiene una designación: 80-30/5/82, sus parámetros característicos expresados en valores unitarios son:

- Resistencia de puesta a tierra: k_r = 0,069
- Tensión de paso en el exterior: k_p = 0,0145
- Tensión de paso en el acceso al CT.: k_c = 0,0303

El electrodo de puesta a tierra estará formado por 8 picas de 2 m de longitud y un diámetro 14 mm, enterradas a 0,5 m, y dispuestas en los vértices de un cuadrado cuyas dimensiones serán 8 x 3 m. La sección del conductor de cobre desnudo será de 50 mm^2.

Los valores más significativos calculados con los parámetros del electrodo tipo 80/30/5/82 serán:

- Resistencia de puesta a tierra

$$R_t^{'} = k_r \cdot \rho = 0{,}069 \cdot 150 = 10{,}35\Omega$$

- Intensidad de defecto:

$$I_d^{'} = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0 + 10{,}35)^2 + 25^2}} = 533{,}44A$$

- Tensión de paso en el exterior:

$$V_p^{'} : k_p \cdot \rho \cdot I_d^{'} : 0{,}0145 \cdot 150 \cdot 533{,}44 = 1160{,}24V$$

- Tensión de paso en el acceso al CT:

$$V_{p(acc)}^{'} = k_c^{'} \cdot \rho \cdot I_d^{'} = 0{,}0303 \cdot 150 \cdot 533{,}44 = 2424{,}49V$$

- Tensión de defecto:

$$V_d^{'} = R_t^{'} \cdot I_d^{'} = 10{,}35 \cdot 533{,}44 = 5521{,}13V$$

El tiempo de actuación del relé se calcula aplicando la fórmula expuesta anteriormente:

$$t = \frac{K^{'}}{r^{n^{'}} - 1}$$

Siendo ahora:

$$t' = \frac{1{,}35}{\left(\frac{533{,}44}{50}\right)^{1} - 1} = 0{,}14s$$

La duración de la falta será la suma de los tiempos parciales:

$$t : t' + t'' : 0{,}14 + 0{,}5 : 0{,}64s$$

Al ser la tensión de defecto V_d'=6245,88 > 1000 V los sistemas de tierra de protección y de servicio tienen que estar separados, la distancia de separación entre los dos sistemas se calcula según la expresión:

$$D = \frac{\rho \cdot I_d'}{2000\pi} = \frac{150 \cdot 533{,}44}{2000\pi} = 12{,}73 metros$$

Para comprobar que el electrodo elegido es el correcto calcularemos los valores máximos admisibles, que pueden estar sometidas las personas, de las tensiones de paso en el exterior y en el acceso al CT según la ITC 13 del RCE, sabiendo que:

- Si 0,9 ≥ t < 0,1 → K = 72 y n = 1
- Resistividad del hormigón ?'= 3000 Ω x m
- Tensión de paso:

$$V_p = \frac{10K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6\rho}{1000}\right)$$

- Tensión de paso en el acceso al CT:

$$V_{p(acc)} = \frac{10K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3\rho + 3\rho'}{1000}\right)$$

La siguiente tabla nos muestra un resumen de los distintos valores obtenidos con los electrodos escogidos:

	PFU-4		**Valores máximos admisibles**		**PFU-5**
Tensión de paso en el exterior (V)	V_p'=1381,90	=	V_p=2137,5	=	V'_p=1160,24
Tensión de paso en el acceso al CT (V)	$V'_{p(acc)}$=3037,05	=	$V_{p(acc)}$=11756,25	=	$V'_{p(acc)}$=2424,49

Tensión de defecto (V)	V'_d=6245,88	=	V_d=8000	=	V'_d=5521,13
Intensidad de defecto (A)	I'_d=520,49	=	I_d=50	=	I'_d=533,44

Tabla 3. Resumen de los valores obtenidos para cada CT con los electrodos escogidos

2.4-. Red de Baja Tensión

2.4.1-. Criterios de Distribución de Cargas

La distribución de las naves y su potencia individual es la condición principal para la ubicación de los centros de transformación y la distribución de las cargas.

2.4.2-. Ubicación de los Centros de Transformación

Para la ubicación de los C.T. se ha tenido en cuenta la distancia del punto de suministro a las Cajas de Distribución Principal (C.D.P) situadas en las diferentes naves, también se ha tenido en cuenta las posibles ampliaciones que puedan haber, así como la situación del entorno que los rodea.

2.4.3-. Distribución de Potencias

Para la distribución en baja, desde la salida de los transformadores hasta las CDP, se utilizará en su totalidad conductor de Cobre 3(3x1x240+120)Cu, tres cables unipolares de 240 mm^2 y el neutro de 120 mm^2 con aislamiento de Polietileno Reticulado, de esta forma se asegura el suministro en caso de una ampliación de los CT, sin necesidad de abrir nuevas zanjas para cambiar la sección de los conductores.

2.4.4-. Elementos protección instalaciones eléctricas.

2.4.4.1-. Protección contra sobre intensidades.

Todo circuito debe estar protegido contra los efectos de las sobre intensidades que pueden aparecer en el circuito, por lo que la interrupción de este circuito se tiene que realizar en un tiempo conveniente, o bien, este circuito estará dimensionado para las sobre intensidades previstas tal como se explica en la RBT-ITC-22.

Las sobreintensidades pueden aparecer por diferentes motivos:

- Por sobrecarga debida a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia
- Por cortocircuito
- Por descara eléctrica atmosférica

Las protecciones que utilizaremos en los circuitos serán contra:

- Sobrecargas con interruptores automáticos de corte omnipolar y fusibles calibrados
- Cortocircuitos con fusibles calibrados e interruptores automáticos de corte omnipolar

2.4.4.2-. Protección sobre tensiones.

Las sobre tensiones transitorias son transmitidas por las redes de distribución. Las sobre tensiones tienen origen, normalmente, como consecuencia de las descargas atmosféricas, de conmutación de redes, y por defecto de las redes. Tal como se explica en el RBT-ITC-23.

Para hacer frente a estas sobre tensiones transitorias se utilizan unos dispositivos denominados línea de toma de tierra, la cual tiene que estar aislada.

2.4.4.3-. Interruptor automático de protección distribución baja tensión.

Su finalidad es controlar la potencia consumida simultáneamente. Su intensidad nominal será de:

- 1000 A salida del Transformador 1 del CT 1, CT 2 y CT 3
- 630 A salida del Transformador 2 del CT 1

Se alojará dentro de cada nave en el CDP (Cuadro de Distribución principal). Los 4 Interruptores serán selectivos, tipo RH99 de Merlín Gerin.

2.4.4.4-. Cálculos a cortocircuito y curvas de disparo.

El cortocircuito es un defecto franco (impedancia de defecto nula) entre dos partes de la instalación a distinto potencial, y con una duración inferior a 5 s.

Estos defectos pueden ser motivados por contacto accidental o por fallo de aislamiento, y pueden darse entre fases, fase-neutro, fase-masa o fase-tierra. Un cortocircuito es, por tanto, una sobre intensidad con valores muy por encima de la intensidad nominal que se establece en un circuito o línea.

La ITC-BT-22 nos dice que en el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos, cuya capacidad de corte (poder de corte) estará de acuerdo con la máxima intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Se admiten, como dispositivos de protección contra cortocircuitos, fusibles adecuados y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

Se calcularan pues las corrientes de cortocircuito en inicio de línea (IpccI) y a final de línea (IpccF).

- Para el primer caso (IpccI), se obtendrá la máxima intensidad de c.c. que puede presentarse en una línea, determinada por un cortocircuito tripolar, en el origen de ésta, sin estar limitada por la propia impedancia del conductor.

Se necesita para la determinación del poder de corte del elemento (mecanismo) de protección a sobre intensidades situado en el origen de todo circuito o línea eléctrica.

- Para el segundo caso (IpccF), se obtendrá la mínima intensidad de c.c. para una línea, determinada por un cortocircuito fase-neutro y al final de la línea o circuito en estudio. Se necesita para determinar si un conductor queda protegido en toda su longitud a c.c., ya que es condición imprescindible que la IpccF sea mayor o igual que la intensidad del disparador electromagnético, para una curva determinada en interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético, o que sea mayor o igual que la intensidad de fusión de los fusibles en

5 s., cuando se utilizan estos elementos de protección a cortocircuito.

Este concepto es sencillo de entender, ya que con intensidades de cortocircuito grandes, actuará el disparador electromagnético o fundirá el fusible de protección; el problema se presenta con intensidades de c.c. pequeñas, pues en estos casos pueden caer por detrás del disparador electromagnético, actuando por lo tanto el relé térmico y no pudiendo asegurar el tiempo de desconexión en los límites de seguridad adecuados (sabíamos con toda seguridad que cuando actúa el disparador electromagnético se produce la desconexión en tiempos inferiores a 0,1 s).

Poder de corte

Para escoger el poder de corte seleccionaremos un interruptor que cumpla:

IpccI<Poder Corte

Para los interruptores automáticos se ha tenido en cuenta los siguientes valores normalizados:

3 4 5 6 10 22 25 35 50 70 100 [kA]

Y para Fusibles:

50 y 100 [kA]

Curvas electromagnéticas

Los interruptores automáticos, pueden actuar básicamente a:

- Sobrecargas: El relé térmico actúa por calentamiento de un elemento calibrado.
- Cortocircuito: El relé electromagnético actúa por campo electromagnético.

Para un interruptor automático de una intensidad nominal dada (In), podemos tener las siguientes curvas electromagnéticas asociadas a las corrientes de cortocircuito:

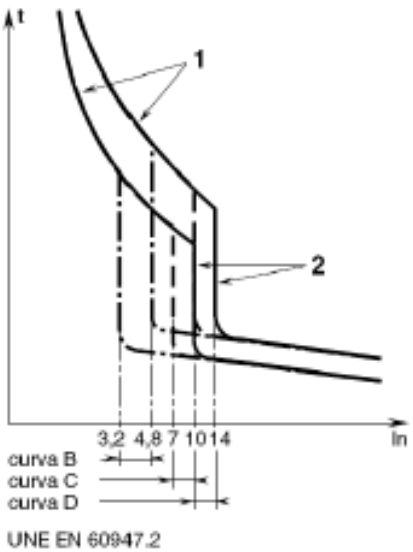


Figura 1. Curva electromagnética.

En primer lugar, cabe señalar que las curvas se clasifican en función de IMAG (A), así tendremos:

CURVA B IMAG = 5 In
CURVA C IMAG = 10 In
CURVA D Y MA IMAG = 20 In

El disparador electromagnético actúa del modo siguiente para las distintas curvas:

Curva	Intensidad	Tiempo de disparo
B	3 x In	Sin disparo
C	5 x In	
D y MA	10 x In	
B	5 x In	Disparo de <0,1seg. T=0,1seg.
C	10 x In	
D y MA	20 x In	

Tabla 4. Modos de actuación disparador.

De aquí se deduce una cuestión importantísima, es el hecho que dada una línea o conductor con una sección determinada a calentamiento y a c.d.t. %, y dado un interruptor automático (o magneto térmico) con una In elegida adecuadamente a sobrecargas, dicha línea puede quedar perfectamente protegida a c.c. si se verifican dos condiciones:

1º) La IpccF (A) al final del conductor debe ser mayor o igual que la IMAG para alguna de las curvas señaladas, y para un interruptor de intensidad nominal In.

- B IpccF (A) = 5 In
- C IpccF (A) = 10 In
- D y MA IpccF (A) = 20 In

En este caso, tendremos la seguridad de que dicho interruptor (In) abrirá (para la curva que verifique la anterior expresión) en un tiempo inferior a 0,1 s = 100 ms.

2º) De la condición anterior se deduce que, en las circunstancias señaladas, el defecto durará menos de 0,1 s.

Si no se verifica la 2ª condición (tmcicc = 0,1 s), significa que no podemos asegurar con certeza que el conductor soporte la IpccF, con lo cual se puede producir un calentamiento excesivo en un su aislamiento (puede llegar a superar la tª de c.c.) y como consecuencia producirse arcos eléctricos y posibles incendios.

Por lo tanto deberá comprobarse el tiempo máximo en segundos que un conductor soporta una Ipcc (tmcicc).

El programa calcula para cada interruptor, los tipos de curvas que cumplen con la condición anterior.

En los casos en los que existan protecciones en cascada, se aplicará selectividad con el fin de evitar que en caso de producirse un c.c en un dispositivo aguas abajo, se venga abajo todo el sistema al caer las protecciones generales.

Se aplicará también este criterio en las protecciones diferenciales, actuando en la elección de la sensibilidad de los mismos (30mA-300mA) dentro de los márgenes de seguridad personal aplicables.

Si no atendemos a las curvas indicadas para cada caso, y no se cumple la condición anterior, la intensidad de c.c. IpccF entrará en la zona térmica, provocando la desconexión muy probablemente en tiempos superiores a 1s, con lo cual se produce un calentamiento en el aislamiento y en el peor de los casos un incendio.

Por último, cabe señalar que las curvas B y C se suelen emplear en receptores de alumbrado y tomas de corriente y la curva D en motores, ya que esta última (siempre que sea válida a c.c.), desplaza bastante a la derecha el disparador electromagnético, permitiendo por tanto el arranque de motores.

2.4.4.5-. Interruptores automáticos magneto térmicos (P.I.A.)

Aparato de protección contra sobre intensidades de corriente o cortocircuito. También denominados P.I.A. (pequeño interruptor automático).

La función de estos aparatos en una instalación es aislar la parte de la instalación donde aparecen defectos de sobre intensidad, sin interrumpir el resto de las instalaciones.

Criterios de selección de los interruptores automáticos magneto térmicos

Para la instalación de los interruptores automáticos magneto térmicos se ha de considerar:

- Intensidad nominal que circula por la línea. Nos dará el dato del calibre a elegir.
- Intensidad de cortocircuito, con la que determinaremos su poder de corte.
- Corriente de conexión. Obtendremos el tipo de curva de disparo.

Método de cálculo

La intensidad nominal se calculará a partir de la potencia nominal y la tensión de utilización. Con la corriente de empleo, se escogerá el calibre del automático inmediatamente superior a la calculada, de entre la lista de calibres normalizados.

El poder de corte del automático se escogerá inmediatamente superior a la intensidad de cortocircuito del punto donde está instalado.

El cálculo de la intensidad de cortocircuito se puede realizar de forma analítica o por medio de la utilización de tablas confeccionadas a tal efecto.

El tipo de curva de disparo se obtiene según el tipo de receptor a que alimente.

2.4.4.6-. Protección contra contactos directos e indirectos.

En el RBT-ITC-24 se describe las medidas destinadas a asegurar la protección de las personas, animales.

Protecciones contra contactos directos

Un contacto directo sucede cuando una persona entra en contacto con una parte activa de materiales y equipos eléctricos.

Los medios utilizados para hacer frente a estos contactos son:

- Protecciones por aislamiento de las partes activas (materiales y equipos eléctricos).
- Protección mediante barreras o envoltorios.
- Protección mediante obstáculos que dificulten el abastecimiento de las partes activas, o simplemente no poniendo las partes activas al alcance.
- Protección complementaria para dispositivos de corriente diferencia residual.

Protección contra contactos indirectos

Un contacto indirecto sucede cuando una persona entra en contacto con la masa, de toma a tierra, accidentalmente con una tensión.

Entonces se tiene que instalar un aparato o dispositivo que desconecte, o abra el circuito cuando existe un contacto indirecto. Estos dispositivos son los interruptores diferenciales, los cuales provocan la obertura automática del circuito cuando la suma vectorial de las intensidades que circulan en el aparato tiene un valor determinado, siendo este el valor de fuga de tierra, o cuando supere el valor ligado (sensibilidad de corriente) de actuación del diferencial.

2.4.4.7-. Interruptor diferencial (I.D.)

Se utilizan como protección complementaria de contactos directos, y son interruptores de corriente diferencial-residual.

La utilización de interruptores diferenciales se tiene que hacer con una red de toma de corriente de todos los receptores de la instalación. De esta manera cuando se produce un defecto de fuga a tierra, este interruptor desconecta la instalación, actuando de forma inmediata, sin que dé tiempo a que la persona entre en contacto con el defecto.

La selección de los interruptores diferenciales desconecta solo el circuito, o receptor donde se ha producido el defecto, manteniendo el resto de instalaciones en servicio.

La corriente diferencial asignada de funcionamiento, será inferior o igual a 30 mA según marca la ITC-BT-24.

Por otro lado tiene que existir una escala de actuación entre los interruptores diferenciales y el resto de protecciones instaladas.

Los valores comerciales más usuales son:

- Sensibilidad: 30 mA, 300 mA, 500 mA, 1 A y 2 A.
- Retardo: 20 ms, 200 ms, 500 ms, 1s, 5s.

2.4.4.8-. Esquema de distribución eléctrica.

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra contactos de choque eléctricos en caso de defecto, contactos indirectos y contra sobreintensidades, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución utilizado.

Los esquemas de distribución se definen en la ITC-BT-08, según la función de las conexiones a

tierra de la red de distribución o de alimentación y de las conexiones de las masas de la instalación receptora.

La elección de uno de los tres tipos de esquema que nos marca la ITC -BT-08, dependerá de las características técnicas y económicas, teniendo en cuenta nuestras características podremos escoger entre los tres esquemas y poder escoger el más económico.

Esquema de distribución TT

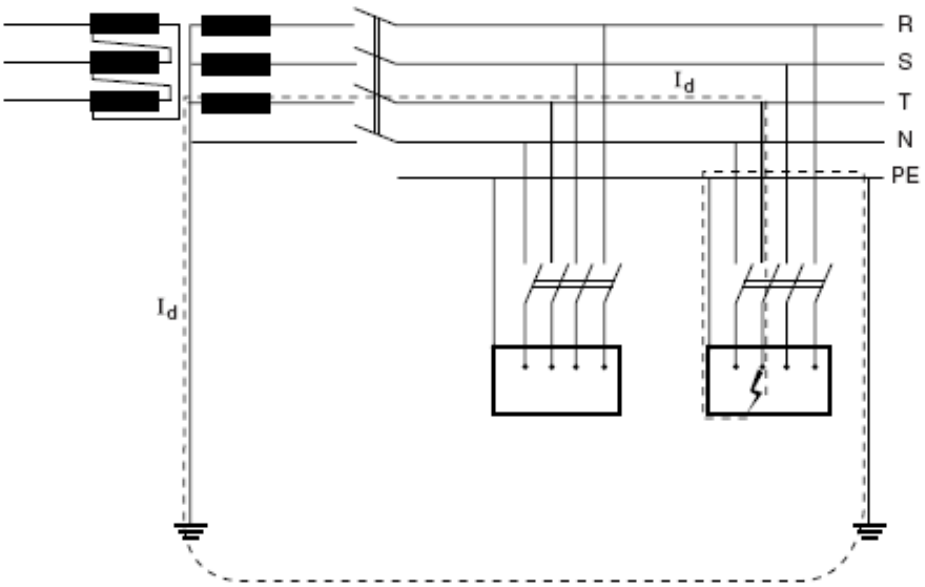


Figura 2. Esquema de distribución TT.

2.4.4.9-. Protección térmica (fusibles y dispositivos regulables).

Sobrecargas

Según la norma UNE 20-460-90/4-43, las características de funcionamiento de un dispositivo que proteja un conductor contra las sobrecargas debe satisfacer las dos condiciones siguientes:

1) Ib = In = Iz

2) I2 = 1,45 Iz

Siendo:

Ib, es la intensidad utilizada (de cálculo) en el circuito;

Iz, es la intensidad admisible del conductor según la norma UNE 20-460/5-523.

In, es la intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, In es la intensidad de regulación escogida.

I2, es la intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos.
- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles.

En fusibles, I2 suele ser 1,6 x In, siendo In la intensidad nominal del fusible. Por lo tanto para cumplir la segunda condición se deberá verificar:

$$1{,}6 \cdot In = 1{,}45 \cdot Iz$$

$$1{,}6/1{,}45 \cdot In = Iz$$

$$1{,}1 \cdot In = Iz$$

Esta desigualdad representa que la intensidad admisible del cable, cuando la protección se realiza mediante fusibles, deberá ser mayor que la intensidad nominal del fusible mayor dado en una proporción de 1,1.

Este coeficiente es el que se define en el programa de cálculo utilizado, como coeficiente de intensidad de fusión de fusibles.

Para el cálculo de los fusibles y protecciones reguladas, la intensidad de regulación y el calibre de los fusibles, estarán comprendidos entre un valor inferior a la intensidad máxima admisible del conductor y un valor superior a la intensidad calculada.

En el caso de los fusibles generales (CDP), al existir protección térmica aguas abajo, se dimensionarán únicamente bajo criterios de cortocircuito.

Condiciones de protección de fusibles en CC.

En estas condiciones, se dimensionará el fusible en función de su resistencia a CC durante un periodo inferior a 5 s, así como la resistencia del conductor bajo el mismo efecto.

Se toma el parámetro IF 5 como Intensidad de Fusión de Fusibles en 5 segundos, proporcionada por el fabricante y se compara con la intensidad de cortocircuito admisible por un conductor durante 5 s a final de línea, IcccF.

Se extraerá el valor de IcccF y se buscará la protección por fusible que cumpla con la siguiente condición:

$$IcccF\ (A) > IF\ 5\ (A)$$

2.4.5-. Cálculo de Secciones

Procedimiento de cálculo.

Para obtener la sección de cada salida del cuadro general de BT y de los distintos CPD, utilizaremos tres métodos, y nos quedaremos con el que nos ofrezca la sección mayor.

Cálculo por calentamiento

Según normativa indicada en la Instrucción MIE-BT 007, para la elección de la sección más adecuada es imprescindible conocer los siguientes valores:

- Potencia a transportar (Pinst)
- Tensión en el origen de la línea (U = 400 Voltios)
- Factor de Potencia de la instalación (cos φ = 0.85)

La fórmula, que se aplicará con los valores anteriormente mencionados, es la que se muestra a continuación:

$$I_{abs} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}$$

Imáx : intensidad en A.

P : Potencia en W.

U : tensión en V.

Cos φ : factor de potencia

Una vez obtenida la Imáx, se procederá a la obtención de la Imáx admisible, aplicando el factor de corrección kt adecuado a cada circuito.

Nº Cables por zanja	2	3	4	5
Coeficiente corrector	0,85	0,76	0,69	0,65

Tabla 5.Coeficiente corrector referido a: N º de conductores por zanja y plano horizontal.

Nota: Se aplicará un coeficiente de simultaneidad de 0,95.

Observaciones:

- Se aplicará un coeficiente corrector 0,68 para motores y otros usos, relacionado con:
  - La temperatura del terreno en servicio permanente (25ºC)
  - La resistividad térmica del terreno (100 ºC cm / W)
  - Enterrados a una profundidad de 0,7m
  - 3 Cables por zanja separados una distancia de 0,25 m

- Se aplicará un coeficiente corrector de 1,14 para iluminación, relacionado con:
  - La temperatura ambiente (25ºC)
  - Numero de circuitos (1)

Finalmente se relacionará la Imáx admisible con la Imáx dividida por Kt, debiendo cumplir la condición siguiente:

(Imáx / Kt) < Imáx admisible del conductor

Cálculo por c.d.t.

Para hacer el cálculo por c.d.t. utilizaremos la formula siguiente:

- Caso trifásico:

$$s = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\Delta V}$$

- Caso monofásico:

$$s = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\Delta V}$$

ρ: Permisividad cobre a 90 ºC

Cos φ: factor de potencia (0,85 en motores),(1 en iluminación)

? V= c.d.t.·Un (3% iluminación), (5% otros usos), en V

I: Intensidad absorbida, en A

L: Longitud línea, en m

Cálculo por I de cortocircuito

Para calcular la sección mediante la intensidad de cortocircuito, tendremos que calcular el Icc en el punto B y acto seguido calcular su sección.

$$Z_O = \frac{V_{2L}^{\ 2}}{S_{cc}}$$

$$Z_{cc} = \frac{U_c \cdot V_{2L}^{\ 2}}{100 \cdot S_n}$$

$$Z_A = Z_O + Z_{cc}$$

$$Z_{AB} = R_{AB} + jX_{AB}$$

$$Z_B = Z_A + Z_{AB}$$

$$I_{K''} = \frac{V_{2F}}{Z_B}$$

$$s = \frac{I_{K''}^{\ 2} \cdot \sqrt{t}}{K}$$

Para calcular la I cortocircuito en las líneas que salen de las distintas cajas de distribución, tendríamos que sumarle a la impedancia de la línea en estudio, la impedancia en el punto B.

En todos los casos el valor de t será igual a 0,5 s, y el valor de K=93, según la norma UNE 20435.

Una vez tengamos las 3 secciones calculadas, escogeremos la sección más desfavorable, es decir, la más grande.

Formula conductividad eléctrica

$$k = 1/?$$

$$? = ?20[1+a\ (T-20)]$$

$$T = T0 + [(Tmax-T0)\ (I/Imax)^2]$$

Siendo:

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

? = Resistividad del conductor a la temperatura T.

?$_{20}$ = Resistividad del conductor a 20ºC.

Cu = 0.018

Al = 0.029

a = Coeficiente de temperatura:

Cu = 0.00392

Al = 0.00403

T = Temperatura del conductor [ºC].

T_0 = Temperatura ambiente [ºC]:

Cables enterrados = 25ºC

Cables al aire = 40ºC

Tmáx. = Temperatura máxima admisible del conductor [ºC]:

XLPE, EPR = 90ºC

PVC = 70ºC

La totalidad de los conductores escogidos son ternos de cables rígidos unipolares/tetrapolares, con neutro con un aislamiento tipo R (Polietileno reticulado).

2.4.6-. Caída de Tensión

Para la comprobación de la caída de tensión en el resto de líneas, se tomarán los criterios según la instrucción ITC-BT-19, apdo. 2.2.2, donde la sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 4,5 % de la tensión en el origen de la instalación para *alumbrado*, y del 6,5 % para los *demás usos*, considerándose siempre como origen de la instalación la salida del transformador.

En el presente proyecto, se ha cogido que la caída de tensión máxima de toda la instalación sea de un 5%,

de un 3% para iluminación y de un 4,5% para otros usos.

La caída de tensión depende de varios parámetros entre ellos la longitud de la línea siendo esta relación directamente proporcional como podemos observar:

$$c.d.t. = \frac{P \cdot L}{C \cdot U \cdot s}$$

c.d.t: caída de tensión en V

P: Potencia en W

L: longitud en metros

C: constante del material: Cu = 44 m / Ω· mm^2

U: tensión origen en V

s: sección en mm^2

La sección del neutro tendrá según la Intr. ITC-BT 011 una sección nominal igual a la mitad de las fases.

2.4.7-. Intensidades de cortocircuito.

Sistema trifásico:

$$I_{pccI} = \frac{C_t \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z_t}$$

Siendo:

IpccI = Intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

Ct = Coeficiente de tensión

U = Tensión trifásica en V

Zt = Impedancia total en mW, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

Sistema monofásico:

$$I_{pccF} = \frac{C_t \cdot U_f}{2 \cdot Z_t}$$

Siendo:

IpccF = Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

Ct = Coeficiente de tensión.

UF = Tensión monofásica en V.

Zt = Impedancia total en mW, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la

impedancia en origen más la propia del conductor o línea).

La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Zt = (Rt^2 + Xt^2)^{1/2}$$

Siendo:

Rt = R1 + R2 +.....+ Rn (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Xt = X1 + X2 +..... + Xn (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$$R = L \cdot 1000 \cdot CR / K \cdot S \cdot n \text{ [m W]}$$

$$X = Xu \cdot L / n \text{ [m W]}$$

Siendo:

R = Resistencia de la línea en m? .

X = Reactancia de la línea en m? .

L = Longitud de la línea en m.

CR = Coeficiente de resistividad.

K = Conductividad del metal.

S = Sección de la línea en mm².

Xu = Reactancia de la línea, en m? por metro.

n = nº de conductores por fase.

Tiempo máximo cortocircuito.

$$tmcicc = Cc \cdot S^2 / IpccF^2$$

Siendo:

Tmcicc = Tiempo máximo en segundos que un conductor soporta una Ipcc.

Cc = Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.

S = Sección de la línea en mm².

IpccF = Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

Curvas válidas.

(Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B IMAG = 5 In
CURVA C IMAG = 10 In
CURVA D Y MA IMAG = 20 In

2.4.8-. Cálculo de la toma a tierra de la instalación.

En la nave industrial, como sistema de seguridad, se proyectará una instalación de red de tierras.

Las conexiones de tierra se establecen para limitar la tensión que, con respecto a tierra, pueden presentar en un momento de las masas metálicas, y para asegurar la actuación de las protecciones y eliminar el riesgo que supone una avería en los receptores eléctricos. En resumen, lo que se hace es desviar al terreno las intensidades de corriente de defecto.

Se comprobará en este apartado las condiciones de diseño del proyecto, que la red de tierras proyectada cumple con las condiciones de seguridad impuestas en la ITC-BT-18 e ITC-BT-24 en relación a las tensiones de contacto máximas para cada tipo de local.

Las tensiones de contacto en cualquier masa a las que hace referencia las Instrucciones, son:

- 24 V en locales o emplazamientos conductores.
- 50 V para los demás casos.

Así pues la resistencia de tierra calculada RA no podrá tener valores que puedan generar estos potenciales teniendo en cuenta la expresión:

RA · Ia < U

Siendo:

RA: La suma de las resistencias de toma a tierra y de los conductores de protección.

Ia: La corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo.

U: La tensión de contacto límite. (24-50 V)

Se instalará una red de tierras en la parte de la nave que se dimensionará siguiendo el procedimiento que se sigue a continuación.

Para averiguar el valor previsto de la resistencia de tierra en función del circuito de tierra que se proyecta tendremos en cuenta las siguientes expresiones y parámetros:

Picas en paralelo:

$$Rp = \frac{\rho}{L_1}$$

$$Rp_T = n \cdot Rp$$

Siendo:

n: Número de picas en paralelo

?: Resistividad del Terreno (Ohm·m)

L1: Longitud pica (m)

Conductor desnudo:

$$Rc = \frac{2 \cdot \rho}{L_2}$$

Siendo:

?: Resistividad del Terreno (Ohm·m)

L2: Longitud conductor (m)

La resistencia total se calcula a partir de los parámetros iniciales de la zona:

- cable enterrado (m): 180/320/300 m
- Nº de picas (n) de 2 m: 4
- ? del terreno: 150 O·m

Como no todas las naves son iguales habrá que realizar un cálculo de tierra distinto para cada una de ellas.

Naves de Prensa, Soldadura y Pintura

$$Rp = \frac{\rho}{L_1} = \frac{150}{2} = 75\Omega$$

$$Rp_T = n \cdot Rp = 4 \cdot 75 = 300\Omega$$

$$Rc = \frac{2 \cdot \rho}{L_2} = \frac{2 \cdot 150}{180} = 1{,}66\Omega$$

La resistencia total mediante el paralelo de ambas resistencias:

$$\frac{1}{R_A} = \frac{1}{Rp_T} + \frac{1}{Rc} = \frac{1}{300} + \frac{1}{1{,}66} = 1{,}65\Omega$$

Uc = RA · Ia = 1,65 · 0,030=0,049<24V; por lo que se cumple la normativa.

Nave de Producto acabado

$$Rp = \frac{\rho}{L_1} = \frac{150}{2} = 75\Omega$$

$$Rp_T = n \cdot Rp = 4 \cdot 75 = 300\Omega$$

$$Rc = \frac{2 \cdot \rho}{L_2} = \frac{2 \cdot 150}{320} = 0{,}93\Omega$$

La resistencia total mediante el paralelo de ambas resistencias:

$$\frac{1}{R_A} = \frac{1}{Rp_T} + \frac{1}{Rc} = \frac{1}{300} + \frac{1}{0{,}93} = 0{,}92\Omega$$

Uc = RA · Ia = 0,92 · 0,030=0,027<24V; por lo que se cumple la normativa.

Nave de recepción de material

$$Rp = \frac{\rho}{L_1} = \frac{150}{2} = 75\Omega$$

$$Rp_T = n \cdot Rp = 4 \cdot 75 = 300\Omega$$

$$Rc = \frac{2 \cdot \rho}{L_2} = \frac{2 \cdot 150}{300} = 1\Omega$$

La resistencia total mediante el paralelo de ambas resistencias:

$$\frac{1}{R_A} = \frac{1}{Rp_T} + \frac{1}{Rc} = \frac{1}{300} + \frac{1}{1} = 0{,}99\Omega$$

U_c = RA · I_a =0,99 x 0,030=0,029<24V; por lo que se cumple la normativa.

2.4.9-.Tablas y Resultados de las Diferentes Salidas

Todos los cálculos se han realizado a través de una hoja de cálculo del programa Microsoft EXCEL.

2.4.9.1-. Cuadro CDP

El cuadro CDP está ubicado en el interior de cada nave y aplicando las formulas anteriores hemos obtenido los siguientes valores.

C.T.	Trafo	cos f	Longitud m	P (kW)	V (v)	Iabs (A)
1	1	0,850	3,000	535,5	400,00	909,35
1	2	0,850	30,000	340	400,00	577,37
2	1	0,850	4,000	535,5	400,00	909,35
3	1	0,850	4,000	535,5	400,00	909,35

Factor simultan.	Factor corrección	I max admisible	s c.d.t. (mm^2)	s calentam. (mm^2)	s (mm^2) cortocircuito	c.d.t. (%)
0,950	0,680	1337,27	4,56	400,000	92,13	0,06

0,950	0,680	849,07	28,97	400,000	62,78	0,3
0,950	0,680	1337,27	6,08	400,000	92,13	0,08
0,950	0,680	1337,27	6,085	400,000	92,13	0,21

s escogida (mm^2)	Ik inicio (kA)	Ik final (A)	Zt (Ω)	Tmcicc (s)	I nominal (A)
3(3x1x240/120+TTx120)	12,12	5988,81	15,40	175,62	1000
3(3x1x240/120+TTx120)	6,6	3176,04	30,7	1110,11	630
3(3x1x240/120+TTx120)	12,12	5972,67	15,45	176,57	1000
3(3x1x240/120+TTx120)	12,12	5876,75	15,70	182,38	1000

Poder Corte (kA)	Sat (%)
15	58,292
10	37,011
15	58,292
15	58,292

Tabla 6. Resultados líneas generales de alimentación CDP.

2.4.9.1.1-. Elección del Conductor

La elección del conductor, no se realizará según las cargas de cada conductor sino que se tendrá en cuenta las posibles ampliaciones de potencia de la nave, con lo que es de suma importancia que todos los conductores tengan la misma sección para en un futuro poder realizar trasvases de carga sin que ningún tramo queda afectado por una elevada saturación. Por esto se ha decido instalar conductor de Cobre de 3(3x1x240/120+TTx120) mm^2 y un aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), con dieléctricos secos extruídos para tensiones nominales de 0,6/1 kV.

2.4.9.2-. Distribución Cajas (C.D.P.) y C.D.S.(Cajas Distribución Secundaria)

La distribución de los C.D.P. y cuadros secundarios de distribución, es la siguiente:

- En la nave de Prensa hay 2 C.D.P.
- En la nave de Soldadura hay 1 C.D.P. y 2 secundarios de distribución (C.D.S).
- En la nave de Pintura hay 1 C.D.P. y 2 secundarios de distribución (C.D.S.).
- En la nave de Producto nuevo y acabado, hay un cuadro de distribución en cada una.

Para obtener la tabla 4, se ha tenido en cuenta los siguientes datos:

- La permisividad del Cobre a su temperatura de servicio (90ºC) es de 44.
- Todos los motores se alimentan a una tensión de 400 V.

- La iluminación interior de la nave se alimenta a una tensión de 230 V.
- El factor de potencia de todos los motores es de 0,85 y el de la iluminación, tanto interior como exterior, de 1.
- El valor de Cr es igual a 1,5 a una temperatura de 20ºC

A continuación tenemos la tabla 7 con todas las salidas de los distintos cuadros, con todos los datos necesarios para poder realizar el dimensionado completo de la línea.

CT	Trafo	Cdro. Y Salida	P(kW)	l (m)	I (A)	s calentamiento (mm^2)	s c.d.t. (mm^2)	s cortocirc. (mm^2)	S escogida (mm^2)	c.d.t. (%)
CT1	1	C1S1	160	23	340,02	240	13,08	38,81	240	0,27
	1	C1S2	30	26	63,75	16	2,77	38,81	50	0,81
	1	C1S3	160	38	340,02	240	21,62	38,81	240	0,45
	1	C1S4	120	22	204,01	95	7,51	38,81	95	0,4
	1	C1S5 IL.INT.	20	45	156,52	50	27,84	38,81	50	2,81
	1	C2S1	30	27	63,75	16	2,88	33,94	35	0,75
	1	C2S2	30	11	63,75	16	1,17	33,94	35	0,37
	1	C2S3	30	17	63,75	16	1,81	33,94	35	0,57
	1	C2S4	30	29	63,75	16	3,09	33,94	35	0,97
	2	C1S1 IL.EXT.	25	11	53,13	10	0,98	20,58	25	0,47
	2	C1S2	160	14	340,02	240	7,96	20,58	240	0,17
	2	C1S3	30	26	63,75	16	2,77	20,58	25	0,87
	2	C1S4 IL.INT.	20	45	156,52	50	27,84	20,58	50	2,81
CT2	1	C1S1	300	36	510,03	2x185	30,72	38,68	2x185	0,43
	1	C1S2	50	23	106,26	35	4,09	38,68	50	0,59
	1	C1S3	50	30	106,26	35	5,33	38,68	50	0,73
	1	C1S4	50	26	106,26	35	4,62	38,68	50	0,67
	1	C1S5 IL.INT.	20	45	156,52	50	27,84	38,68	50	*2,81
	1	C1S6 IL.INT.	20	55	117,39	50	27,84	38,68	50	2,28
	1	C2S1	150	18	318,77	240	9,60	37,06	240	0,19
	1	C2S2	150	32	318,77	240	17,07	37,06	240	0,34
CT3	1	C1S1	9	31	15,30	6	0,79	38,06	50	0,84
	1	C1S2	229,4	23	390,00	300	15,01	38,06	300	0,32
	1	C1S3 IL.EXT.	25	12	42,50	6	0,85	38,06	50	0,45

	1	C1S4	50	73	85,01	25	10,38	38,06	50	*2,09
	1	C1S5	50	24	85,01	25	3,41	38,06	50	0,65
	1	C1S6 IL.INT.	20	45	156,52	50	27,84	38,06	50	2,77
	1	C1S7 IL.INT.	20	55	117,39	50	27,84	38,06	50	2,28
	1	C2S1	3	11	6,38	6	0,12	35,23	50	0,1
	1	C2S2	3	23	6,38	6	0,25	35,23	50	0,21
	1	C2S3	3	26	6,38	6	0,28	35,23	50	0,23
	1	C3S1	4,1	16	8,71	6	0,23	36,81	50	0,2
	1	C3S2	4,1	12	8,71	6	0,17	36,81	50	0,15
	1	C3S3	13	22	27,63	6	1,02	36,81	50	0,85
	1	C3S4	13	14	27,63	6	0,65	36,81	50	0,48
	1	C3S5	191	14	324,72	240	7,61	36,81	240	0,21
	1	C4S1 IL.INT.	20	50	156,52	50	27,84	8,00	50	1,29
	1	C4S2 IL.INT.	20	55	117,39	50	27,84	8,00	50	1,42
	1	C5S1 IL.INT.	20	50	156,52	50	27,84	8,00	50	1,29
	1	C5S2 IL.INT.	20	55	117,39	50	27,84	8,00	50	1,42
	1	C6S1	37	20	78,63	25	2,63	35,58	50	0,49
	1	C6S2	37	15	78,63	25	1,97	35,58	50	0,4
	1	C6S3	37	14	78,63	25	1,84	35,58	50	0,34
	1	C6S4	80	13	136,01	50	2,96	35,58	50	0,17
	1	C7S1	20	15	42,50	6	1,07	33,65	35	0,37
	1	C7S2	20	13	42,50	6	0,92	33,65	35	0,34
	1	C7S3	20	12	42,50	6	0,85	33,65	35	0,29
	1	C7S4	20	11	42,50	6	0,78	33,65	35	0,29

CT	Trafo	c.d.t. acumulada (%)	Fact. Correc.	Imax admisi (A)	I Nominal (A)	Curva	IK" (KA)	IK (A)	tmcicc (s)	Poder Corte (KA)	Sat (%)
CT1	1	0,33	0,68	500,03	400	B,C	12,03	5741,56	35,73	15	65,39
	1	0,88	0,68	93,76	80	B,C,D	12,03	1889,43	1,47	15	29,65
	1	0,51	0,68	500,03	400	B,C	12,03	5523,82	38,6	15	65,39
	1	0,46	0,68	300,02	250	B,C,D	12,03	5236,1	6,73	15	65,81
	1	2,87	1,14	177,84	160	B,C	12,03	2984,48	5,74	15	94,86
	1	1,31	0,68	93,76	80	B,C,D	10,52	1636,05	1,96	15	35,42

	1	0,83	0,68	93,76	80	B,C,D	10,52	2941,88	0,6	15	35,42
	1	1,03	0,68	93,76	80	B,C,D	10,52	2279,51	1,01	15	35,42
	1	1,44	0,68	93,76	80	B,C,D	10,52	1547,13	2,19	15	35,42
	2	0,81	0,68	78,13	63	B,C,D	6,38	1340,57	0,41	10	14,17
	2	0,5	0,68	500,03	400	B	6,38	3130,95	120,16	10	65,39
	2	1,21	0,68	93,76	80	B,C	6,38	1464,42	2,44	10	42,50
	2	3,14	1,14	178,43	160	B,C	6,38	2090,07	11,7	10	94,86
CT2	1	0,51	0,68	750,05	630	B	11,99	5719,9	85,57	15	56,67
	1	0,67	0,68	156,26	125	B,C,D	11,99	3619,73	1,91	15	49,42
	1	0,81	0,68	156,26	125	B,C,D	11,99	3078,02	2,64	15	49,42
	1	0,75	0,68	156,26	125	B,C,D	11,99	3370,66	2,2	15	49,42
	1	2,89	1,14	178,43	160	B,C	11,99	2978,84	5,76	15	94,86
	1	2,37	1,14	133,82	125	B,C,D	11,99	3255,89	9,45	15	94,86
	1	0,71	0,68	468,78	400	B,C	11,49	5454,46	39,59	15	61,30
	1	0,86	0,68	468,78	400	B,C	11,49	5224,11	43,16	15	61,30
CT3	1	1,05	0,68	22,50	16	B,C,D	11,8	559,17	2,35	15	7,12
	1	0,52	0,68	573,53	400	B,C	11,8	5683,57	56,97	15	66,10
	1	0,65	0,68	62,50	63	B,C,D	11,8	1567	0,3	15	19,77
	1	2,3	0,68	125,01	100	B,C	11,8	1111,81	10,34	15	39,54
	1	0,85	0,68	125,01	100	B,C,D	11,8	2818,25	1,61	15	39,54
	1	2,97	1,14	178,43	160	B,C	11,8	2945,42	5,89	15	94,86
	1	2,49	1,14	133,82	125	B,C,D	11,8	3215,86	9,69	15	94,86
	1	1,14	0,68	40,62	16	B,C,D	1,12	430,97	3,96	4,5	2,97
	1	1,25	0,68	40,62	16	B,C,D	1,12	344,66	6,2	4,5	2,97
	1	1,28	0,68	40,62	16	B,C,D	1,12	328,21	6,83	4,5	2,97
	1	0,72	0,68	12,81	10	B,C,D	11,41	1177,93	0,53	15	4,05
	1	0,67	0,68	12,81	10	B,C,D	11,41	1515,77	032	15	4,05
	1	1,38	0,68	40,63	30	B,C,D	11,41	880,39	0,95	15	12,85
	1	1	0,68	40,63	30	B,C,D	11,41	1326,21	0,42	15	12,85
	1	0,74	0,68	477,53	400	B,C	11,41	5492,55	39,04	15	62,45
	1	1,29	1,14	178,06	160	B	2,48	1168,56	9,36	4,5	71,15
	1	1,42	1,14	133,82	125	B	2,48	1112,91	10,32	4,5	71,15
	1	1,29	1,14	178,06	160	B	2,48	1168,56	9,36	4,5	71,15
	1	1,42	1,14	133,82	125	B	2,48	1112,91	10,32	4,5	71,15

	1	1,22	0,68	115,63	100	B,C,D	11,03	2870,08	1,55	15	36,57
	1	1,14	0,68	115,63	100	B,C,D	11,03	3348,44	1,14	15	36,57
	1	1,08	0,68	115,63	100	B,C,D	11,03	3460,02	1,07	15	36,57
	1	0,9	0,68	200,01	160	B,C,D	11,03	5192,44	17,07	15	63,26
	1	1,27	0,68	62,50	63	B,C,D	10,43	3142,8	1,29	15	23,61
	1	1,25	0,68	62,50	63	B,C,D	10,43	3348,94	1,14	15	23,61
	1	1,2	0,68	62,50	63	B,C,D	10,43	3460,02	1,07	15	23,61
	1	1,2	0,68	62,50	63	B,C,D	10,43	3576,72	1	15	23,61

Tabla 7. Características Salidas distintos cuadros

Los valores con * son los picos más altos de c.d.t., tanto para iluminación como para otros usos, y se puede observar que no alcanzan el máximo.

2.5-. Iluminación exterior.

2.5.1-. Caídas de tensión.

En la siguiente tabla se muestran todos los valores necesarios para poder dimensionar la línea de iluminación exterior.
Tendremos dos cuadros, de los cuales partirán las distintas líneas para iluminar toda la nave. Un cuadro está situado en la calle A de la nave y el otro en la calle D, tal y como se puede observar en los planos adjuntos.

Cuadro 1:

Salida	Nodo	l (m)	s c.d.t. (mm^2)	s calent. (mm^2)	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)	C	Sat (%)	v (V)	P (kW)	I abs (A)	I máx (A)
1	1	59,00	0,67	6,00	8,94	2,23	44	8,87	400,00	2,40	7,34	10,80
	2	23,00	0,03	6,00	3,41	0,87	44	1,13	391,06	0,30	0,94	1,38
	3	26,00	0,02	6,00	3,91	0,98	44	0,56	396,59	0,15	0,46	0,68
	4	23,00	0,26	6,00	3,45	0,87	44	8,96	396,09	2,40	7,42	10,91
	5	23,00	0,21	6,00	3,45	0,87	44	7,27	396,55	1,95	6,02	8,85
	6	26,00	0,22	6,00	3,91	0,98	44	6,71	396,55	1,80	5,56	8,17
	7	27,70	0,10	6,00	4,16	1,05	44	2,80	396,09	0,75	2,32	3,41
	8	26,00	0,07	6,00	3,90	0,98	44	2,24	395,84	0,60	1,86	2,73
	9	11,00	0,02	6,00	1,65	0,42	44	1,68	396,10	0,45	1,39	2,05
	10	12,00	0,02	6,00	1,81	0,45	44	1,11	398,35	0,30	0,92	1,36
	11	26,00	0,02	6,00	3,92	0,98	44	0,56	398,19	0,15	0,46	0,68

	12	33,30	0,12	6,00	5,00	1,26	44	2,80	396,08	0,75	2,32	3,41
	13	16,00	0,05	6,00	2,39	0,61	44	2,25	395,00	0,60	1,86	2,73
	14	13,00	0,03	6,00	1,96	0,49	44	1,67	397,61	0,45	1,39	2,04
	15	10,00	0,01	6,00	1,51	0,38	44	1,11	398,04	0,30	0,92	1,36
	16	12,00	0,01	6,00	1,81	0,45	44	0,56	398,49	0,15	0,46	0,68
2	17	19,00	0,05	6,00	2,88	0,72	44	2,22	400,00	0,60	1,84	2,70
	18	23,00	0,05	6,00	3,46	0,87	44	1,68	397,12	0,45	1,39	2,04
	19	25,00	0,04	6,00	3,76	0,95	44	1,12	396,54	0,30	0,93	1,36
3	28	26,00	0,02	6,00	3,90	0,98	44	0,56	396,24	0,15	0,46	0,68
	20	3,00	0,02	6,00	0,45	0,11	44	4,44	400,00	1,20	3,67	5,40
	21	25,80	0,13	6,00	3,90	0,98	44	3,89	399,55	1,05	3,22	4,73
	25	26,00	0,02	6,00	3,90	0,98	44	0,56	396,10	0,15	0,46	0,68
	22	14,00	0,03	6,00	2,10	0,53	44	1,68	396,10	0,45	1,39	2,05
	23	26,00	0,04	6,00	3,92	0,98	44	1,11	397,90	0,30	0,92	1,36
	24	26,00	0,02	6,00	3,90	0,98	44	0,56	396,08	0,15	0,46	0,68
	26	35,40	0,05	6,00	5,31	1,34	44	1,12	396,10	0,30	0,93	1,36
4	27	26,00	0,02	6,00	3,89	0,98	44	0,56	394,69	0,15	0,47	0,68
	29	16,50	0,08	6,00	2,50	0,63	44	3,88	400,00	1,05	3,21	4,73
	32	20,00	0,07	6,00	3,01	0,76	44	2,79	397,50	0,75	2,31	3,40
	33	13,00	0,04	6,00	1,95	0,49	44	2,23	396,99	0,60	1,85	2,72
	34	13,00	0,03	6,00	1,96	0,49	44	1,67	398,05	0,45	1,38	2,04
	35	13,00	0,02	6,00	1,96	0,49	44	1,11	398,04	0,30	0,92	1,36
	36	13,00	0,01	6,00	1,96	0,49	44	0,56	398,04	0,15	0,46	0,68
	30	13,00	0,02	6,00	1,96	0,49	44	1,11	398,04	0,30	0,92	1,36
	31	26,00	0,02	6,00	3,92	0,98	44	0,56	398,04	0,15	0,46	0,68

Tabla 8. Datos de todas las salidas del cuadro 1

Cuadro 2:

Salida	Nodo	l (m)	s c.d.t. (mm^2)	s calent. (mm^2)	c.d.t (V)	c.d.t (%)	C	Sat (%)	v (V)	P (kW)	I abs (A)	I máx (A)
1	1	3,00	0,03	6,00	0,45	0,11	44	8,87	400	2,40	7,34	10,80
	9	23,00	0,03	6,00	3,48	0,87	44	1,11	399	0,30	0,92	1,35
	10	23,00	0,02	6,00	3,45	0,87	44	0,56	396	0,15	0,46	0,68

	11	13,00	0,15	6,00	1,95	0,49	44	8,95	396	2,40	7,41	10,89
	12	18,00	0,17	6,00	2,71	0,68	44	7,24	398	1,95	6,00	8,82
	13	26,00	0,22	6,00	3,91	0,98	44	6,70	397	1,80	5,55	8,16
2	2	11,00	0,04	6,00	1,67	0,42	44	2,77	400	0,75	2,30	3,38
	3	23,00	0,07	6,00	3,47	0,87	44	2,23	398	0,60	1,84	2,71
	4	14,10	0,03	6,00	2,12	0,53	44	1,68	396	0,45	1,39	2,04
	5	26,00	0,04	6,00	3,92	0,98	44	1,11	397,88	0,30	0,92	1,36
	6	26,00	0,02	6,00	3,90	0,98	44	0,56	396,08	0,15	0,46	0,68
	7	40,00	0,14	6,00	6,00	1,52	44	2,80	396,10	0,75	2,32	3,41
	8	26,00	0,08	6,00	3,88	0,98	44	2,25	394,00	0,60	1,86	2,74
3	20	30,00	0,06	6,00	4,55	1,14	44	1,66	400,00	0,45	1,38	2,03
	21	26,00	0,04	6,00	3,89	0,98	44	1,12	395,45	0,30	0,93	1,37
	22	13,40	0,01	6,00	2,01	0,51	44	0,56	396,11	0,15	0,46	0,68
	14	18,00	0,05	6,00	2,73	0,68	44	2,22	400,00	0,60	1,84	2,70
	15	26,00	0,06	6,00	3,91	0,98	44	1,67	397,27	0,45	1,39	2,04
	16	14,30	0,02	6,00	2,15	0,54	44	1,12	396,09	0,30	0,93	1,36
	17	13,00	0,01	6,00	1,96	0,49	44	0,56	397,85	0,15	0,46	0,68
	18	13,00	0,07	6,00	1,97	0,49	44	4,44	400,00	1,20	3,67	5,40
	19	13,00	0,07	6,00	1,96	0,49	44	3,90	398,03	1,05	3,23	4,75
4	23	47,50	0,03	6,00	7,20	*1,80	44	0,55	400,00	0,15	0,46	0,68
	24	23,00	0,05	6,00	3,42	0,87	44	1,69	392,80	0,45	1,40	2,06
	25	23,00	0,03	6,00	3,46	0,87	44	1,12	396,58	0,30	0,93	1,36
	26	23,00	0,02	6,00	3,45	0,87	44	0,56	396,54	0,15	0,46	0,68
	27	23,00	0,03	6,00	3,45	0,87	44	1,12	396,55	0,30	0,93	1,36
	28	26,00	0,02	6,00	3,91	0,98	44	0,56	396,55	0,15	0,46	0,68
	30	21,40	0,11	6,00	3,24	0,81	44	3,88	400,00	1,05	3,21	4,73
	31	19,30	0,07	6,00	2,90	0,73	44	2,79	396,76	0,75	2,31	3,40
	32	20,00	0,06	6,00	3,01	0,76	44	2,23	397,10	0,60	1,85	2,72
	33	22,00	0,05	6,00	3,31	0,83	44	1,68	396,99	0,45	1,39	2,04
	29	18,00	0,03	6,00	2,70	0,68	44	1,12	396,69	0,30	0,93	1,36
	34	14,50	0,01	6,00	2,18	0,55	44	0,56	397,30	0,15	0,46	0,68
	35	10,00	0,01	6,00	1,51	0,38	44	1,11	397,82	0,30	0,92	1,36
	36	12,00	0,01	6,00	1,81	0,45	44	0,56	398,49	0,15	0,46	0,68
	37	9,00	0,01	6,00	1,36	0,34	44	0,56	398,19	0,15	0,46	0,68

	38	11,00	0,01	6,00	1,66	0,42	44	0,56	398,64	0,15	0,46	0,68

Tabla 8.1. Datos de todas las salidas del cuadro 2

Nota: El valor de c.d.t. mayor corresponde al que está marcado con * y es inferior a la c.d.t. máxima permitida (3%)

2.5.2-. Factores Determinantes de la Visibilidad. Parámetros Básicos

La visibilidad viene condicionada por una serie de factores de diferente naturaleza. Unos están fuera del control del técnico de iluminación, como pueden ser, por ejemplo, la capacidad del observador o las características fotométricas del objeto a observar y deben considerarse como condiciones del proyecto técnico. En cambio otros factores pueden ser influenciados por el diseño y constituyen las variables, en gran parte cuantificadas, sobre las que el proyectista efectúa su labor.

Entre las variables que influyen en la visibilidad y que son objeto del estudio técnico están las siguientes:

- Luminancia.
- Iluminancia.
- Uniformidad.
- Deslumbramiento.

Luminancia

La Luminancia en el alumbrado público indica la cantidad de luz reflejada en el pavimento en dirección al observador; es la expresión más ajustada de lo que el ojo realmente ve. Su medida es en candelas/m^2 (cd/m^2) y es función de:

- Las características de reflexión del pavimento.
- La distribución fotométrica de las luminarias utilizadas.
- La característica geométrica de la instalación.
- La posición relativa del observador.

Iluminación

La iluminación o iluminancia es la magnitud que nos indica la cantidad de luz que incide en una superficie determinada. Es independiente de las características de reflexión del pavimento y se mide en lux (lumen/mΩ).

Uniformidad

No sólo es importante la cantidad de luz, definida por el nivel de iluminancia o luminancia, si no también la forma en que ésta se distribuye. Los factores que la determinan son:

- La distribución fotométrica de la luminaria.
- La altura de la instalación.
- La separación de los puntos de luz.

- Su implantación.
- Las características de reflexión del pavimento.

Deslumbramiento

Pérdida de las facultades visuales por parte de un observador como consecuencia de haber recibido estímulos excesivamente intensos. La pérdida de facultades se manifiesta por:

- Disminución de la agudeza visual.
- Aumento del contraste mínimo perceptible.
- Aumento del tiempo de percepción, acomodo y reacción.

Incremento del (TI): Es el contraste extra necesario para volver a ver un objeto cuando existe un deslumbramiento respecto a si no hubiese existido.

$$TI = 65 \cdot \frac{L_V}{(Lm)^{0,5}}$$

Índice G: Índice de deslumbramiento molesto. Mide la sensación de molestia que puede producir un alumbrado público.

G	Deslumbramiento	Evaluación del Alumbrado
1	Insoportable	Malo
3	Molesto	Inadecuado
5	Admisible	Regular
7	Satisfactorio	Bueno
9	Inapreciable	Excelente

Tabla 8.2. Índice G.

2.5.3-. Proceso del Proyecto del Alumbrado Exterior

Aunque la tipología y las condiciones del caso especifico, la ejecución del proyecto de alumbrado público puede seguir diferentes metodologías, las fases de desarrollo pueden, en general, identificarse con las siguientes.

2.5.3.1-. Recomendaciones para la Iluminación de Carreteras

En este apartado detallaremos la composición del sistema de iluminación exterior de la Nave.
Se han cogido como principal referencia las recomendaciones de la Comisión Internacional de Iluminación, las Normas e instrucciones para el alumbrado Público del Ministerio de la vivienda y la Ley de Ordenación Ambiental de alumbrado para la protección del medio nocturno, así como, normativas posteriores sobre alumbrado público. Los cálculos lumínicos se han cogido como base del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión REBT:

Para vías interiores en polígonos industriales con los niveles mínimos de calidad luminotécnica son los siguientes:

Tipo de vía	Iluminación media (cd/m^2)	Iluminación media (Lux)	Uniformidad Um	Índice G	Incremento umbral
Carreteras secundarias con transito	1	15 a 25	=6	=5	=10%
Calles secundarias con fuerte transito	1	15 a 25	=6	=5	=10%
Calles secundarias con poco transito	0,5	7 a 15	=0,5	=4	=20%

Tabla 8.3. Relación entre el tipo de vía y la iluminación de esta

Las calles del polígono se consideran como calles secundarias con tránsito, debido a que en horas nocturnas no se realizan actividades importantes en las calles y únicamente existirán el paso de los toros llevando material de un almacén a otro.

2.5.4-. Parámetros Básicos.

Los valores de los parámetros básicos se definen mediante tablas que relacionan los requisitos luminotécnicos con unas clasificaciones de zonas establecidas según el tipo de vía. Al no existir una normativa de carácter general, se pueden fijar los valores de los parámetros mediante las Recomendaciones de la Comisión Internacional de Alumbrado.

La selección de los materiales ha de atender a estos tres conceptos:

- Lámparas.
- Soportes.
- Luminarias.

<u>Lámparas</u>

Una primera valoración será la cualidad en la reproducción del color, eficacia energética, vida y coste de adquisición.

<u>Soportes</u>

- Brazos sobre fachadas. Es la solución más económica, pero precisa de fachadas con altura suficiente y alineada, a su vez la existencia de árboles impide su colocación por la sombra proyectada de éstos.
- Columnas. Solución utilizable en todo tipo de calle, excepto con árboles.
- Báculos. Sustituyen las columnas en calles con arboledas.

<u>Luminarias</u>

- Oval. Utilizable en báculos y brazos sobre fachadas.
- Adaptación a columnas ("post-top").

Atendiendo al tipo de implantación podríamos distinguir entre:

- Unilateral.
- Bilateral o pareada.
- Tresbolillo.

Para el tipo de implantación existe una relación entre la altura de la lámpara (h) y la longitud de la calle (a):

Tipo de implantación	**Relación h/a**
Unilateral	1
Pareada	1/2
Tresbolillo	2/3

Tabla 8.4. Relación entre tipo implantación y altura/longitud lámpara

2.5.5-. Justificación de la Uniformidad Correcta.

Antes de proceder con el cálculo una vez obtenidos los resultados anteriores, para tener una idea de si la uniformidad estará dentro de los valores admitidos normalmente, aplicaremos el siguiente criterio.

$$2,5 < d/h < 3,5$$

Muy probablemente los cálculos nos permitirán comprobar que la uniformidad está dentro de los límites correctos

Si d/h presenta un calor marcadamente superior a 3,5 el riesgo de que la uniformidad de iluminación sea insuficiente es elevado. Se puede tantear nuevas soluciones como

- Aumentar la altura sin variar la potencia de la lámpara.
- Disminuir la potencia de la lámpara sin variar la altura.

En caso de que de un valor d/h inferior a 2,5 muy posiblemente tendremos una uniformidad de iluminación superior a la recomendada. Para tantear una nueva solución deberemos:

- Aumentar la potencia de la lámpara.
- Disminuir la altura de los puntos de luz, si la potencia de la lámpara y el tipo de implantación lo permiten.
- Variar el tipo de implantación.

De todas formas si el valor d/h no se aparta de los límites señalados si conviene efectuar una comprobación con el programa de cálculo (DIALUX en nuestro caso), pues el valor de los resultados depende en gran parte del tipo de luminaria elegida.

2.5.6-. Determinación Parámetros Básicos.

Para el caso que nos ocupa definiremos primero el tipo de vía al que pertenecen las calles del proyecto.

Tipo de vía.

Vías de tráfico moderado, carreteras radiales y de distribución a distritos y separación de diferentes tipos de usuarios (según CIE-115) pobre.

El tipo de vía según características anteriores es **ME4a.**

Valores recomendados.

- Luminancia media Lm (cd/m^2): 1
- Coeficientes de uniformidad: =6
- Global U_0>0.4
- Deslumbramiento TI < 10
- G = 5
- Iluminancia media: Em = 15 a 25 Lux

Disposición de las luminarias: Bilateral en todas las calles excepto en las calles E y H que será unilateral.

2.5.7-. Elección de las luminarias

A la hora de iluminar el polígono cogeremos lámparas de vapor de sodio de alta presión, estas tienen una vida más larga (aproximadamente 12.000horas), estas evitan un mantenimiento frecuente, además del alto rango de potencia que tienen de entre 50W a 1000W.

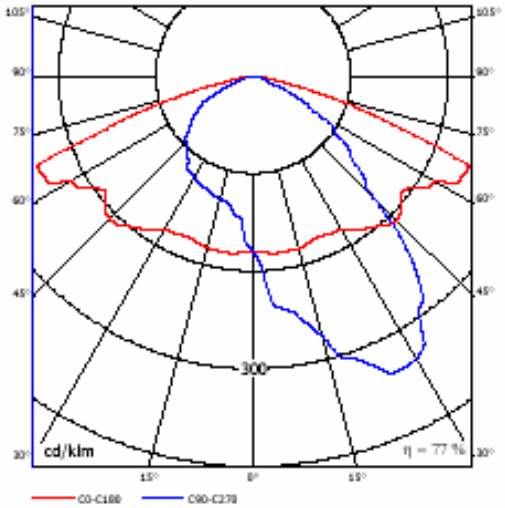
Los datos de la luminaria y de la carcasa son las siguientes:

- Tipo de carcasa: SGS 203 FG P4
- Tipo de lámpara: 1x SON – TP150W
- Potencia: 166W
- F = 17500 lm

A continuación el dibujo y la emisión de luz de la lámpara utilizada para la iluminación exterior en el presente proyecto.

Philips 203 Family SGS203 FG P4 1xSON-TP150W

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Figura 3. Luminaria Philips 203

Diseño Söllner.

El diseño Söllner nos indica el grado de deslumbramiento de la lámpara.

Luminaria: Philips 203 Family SGS203 FG P4 1xSON-TP150W
Lámparas: 1 x SON-TP150W

Clase de calidad		Valoración de deslumbramiento para intensidad lumínica nominal in lx								
A	A	1000	750	500	–	≤ 300				
1	B	2000	1500	1000	750	500	≤ 300			
2	D					2000	1000	500	≤ 300	
3	E						2000	1000	500	≤ 300

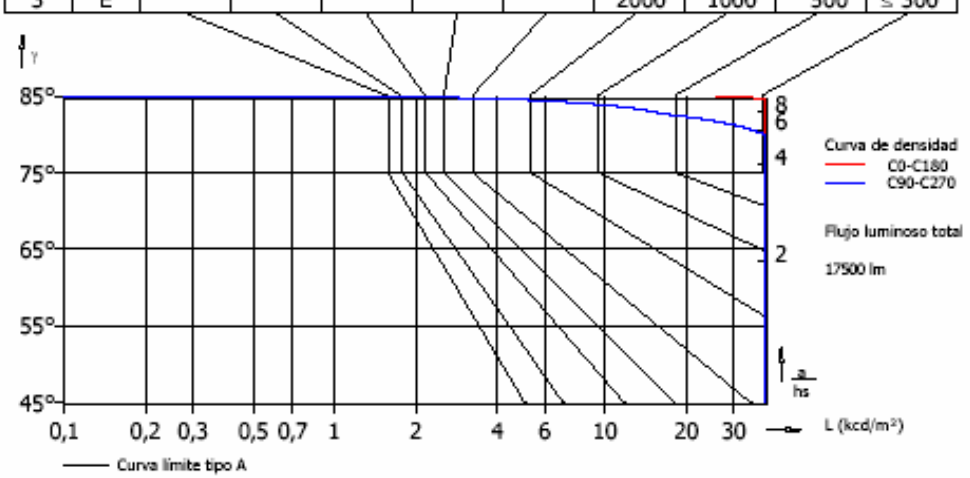


Figura 3.1. Diseño Söllner

Los diagramas de deslumbramiento o de “Sollner” sirven para evaluar el deslumbramiento directo que puede provocar una luminaria (ver Figura 3.1.). Para evitarlo, las normas de la *CIE* prescriben límites para las luminancias bajo los ángulos de observación de 45° a 85°, en función de la iluminancia media del local y las exigencias en cuanto a deslumbramiento. Las tareas y las actividades se clasifican en cinco grupos según el grado de control de luminancia (véase tabla 8.2).

La *Figura 3.1* indica aquellas direcciones de visión en ángulos rectos al eje longitudinal de cualquier luminaria.

2.5.7.1-. Isolíneas

Una isolínea es una línea con un valor constante asociado a todos sus puntos. Un mapa de isolíneas es la representación bidimensional de un volumen suavizado, mediante el uso de isolíneas que unen puntos en los que la variable toma un valor constante.

2.5.8-. Resultado Cálculos Lumínicos

Todas las calles tienen aceras de 2 m, todas las calzadas son de 6 m, excepto las de la calle A y D, que en la zona central mide 13 m.

Parte de los datos obtenidos, del cálculo de la iluminación exterior de toda la nave, los hemos obtenido gracias al programa Dialux.

Se han puesto los datos más significativos y los que se han considerado más importantes.

En los apartados de ubicación de luminarias, se pueden observar las distintas figuras obtenidas, en todas ellas se nos muestra:

- El tipo de luminaria utilizada
- El numero de piezas utilizadas
- El nivel de lux que hay
- La potencia total consumida

En los apartados de isolíneas, se puede observar en que lugares la intensidad lumínica es mayor y que zonas se quedan a oscuras. Estas nos sirven para saber si el estudio lumínico y su instalación esta bien hecha.

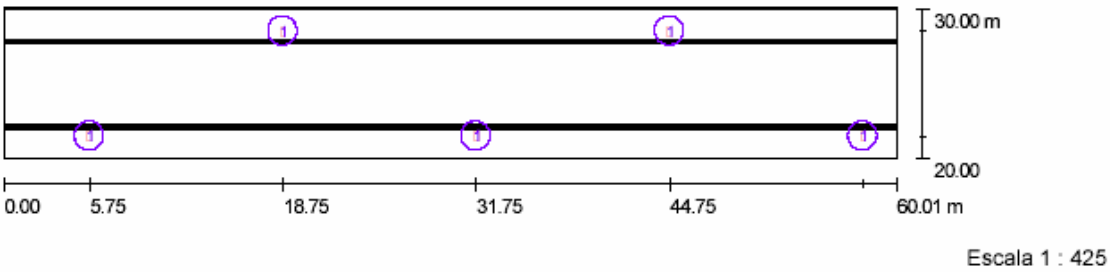
2.5.8.1-. Calles B y C

El factor de mantenimiento general utilizado en este proyecto es 0,57.

<u>Calle B y C</u>

Al ser las dos calles iguales, la disposición de las luminarias será la misma, por lo tanto obtendremos los siguientes valores y dibujos aplicados a las dos calles.

Ubicación Luminarias



Luminarias-Lista de piezas

Tipo	Pieza	Designación	Φ [lm]	P [W]
1	5	Philips 203 Family SGS203 FG P4 1xSON-TP150W	17500	166
		total:	87500	830

Figura 3.2. Ubicación luminarias calles B y C

Isolíneas

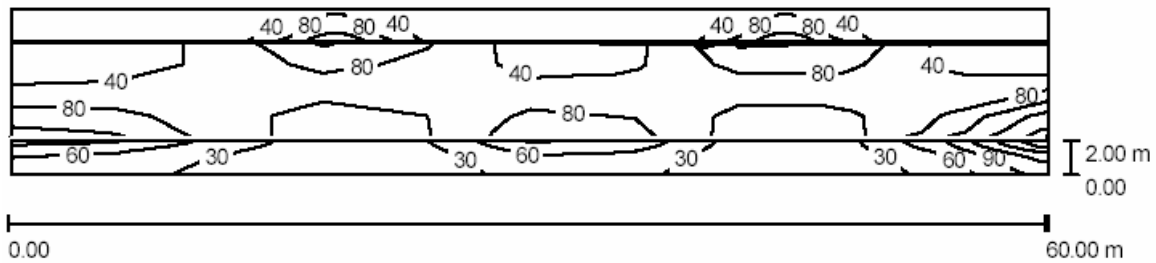


Figura 3.3. Isolíneas calles B y C

2.5.8.2-. Calle A y D

El factor de mantenimiento general utilizado en este proyecto es 0,57.

Calle A y D

En este caso, las dos calles son iguales pero opuestas, para poder hacer el estudio he partido la calle en trozos.

En el siguiente dibujo se puede observar el primer trozo.

Ubicación luminarias

Luminarias-Lista de piezas

Tipo	Pieza	Designación	Φ [lm]	P [W]
1	3	Philips 203 Family SGS203 FG P4 1xSON-TP150W	17500	166
		total:	52500	498

Figura 3.4. Ubicación Luminarias Calles A y D. 1er Trozo.

Isolíneas

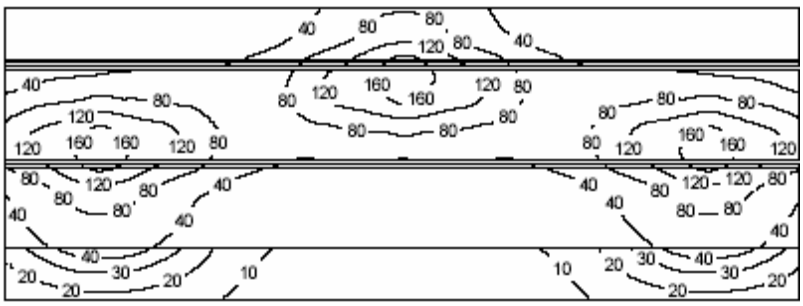
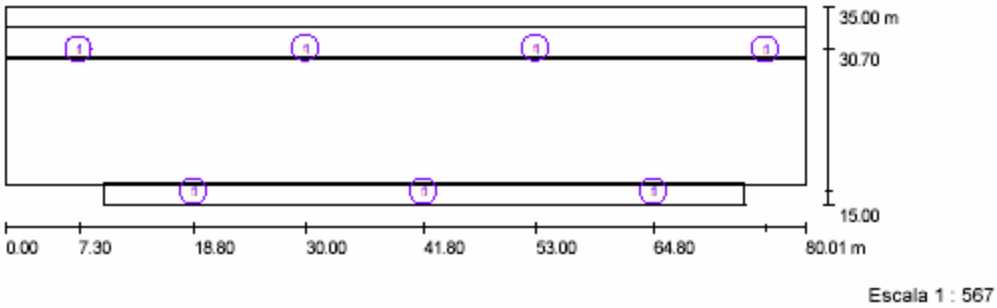


Figura 3.5. Isolíneas Calles A y D. 1er trozo

2 º Parte

Ubicación luminarias



Luminarias-Lista de piezas

Tipo	Pieza	Designación	Φ [lm]	P [W]
1	7	Philips 203 Family SGS203 FG P4 1xSON-TP150W	17500	166
		total:	122500	1162

Figura 3.6. Ubicación Luminarias Calles A y D. 2º Trozo.

Isolíneas

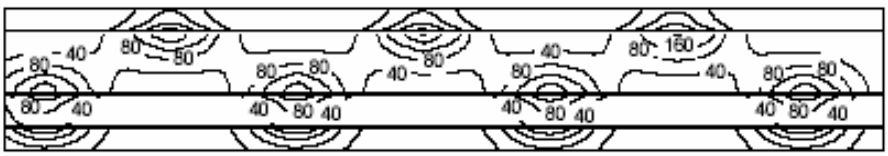
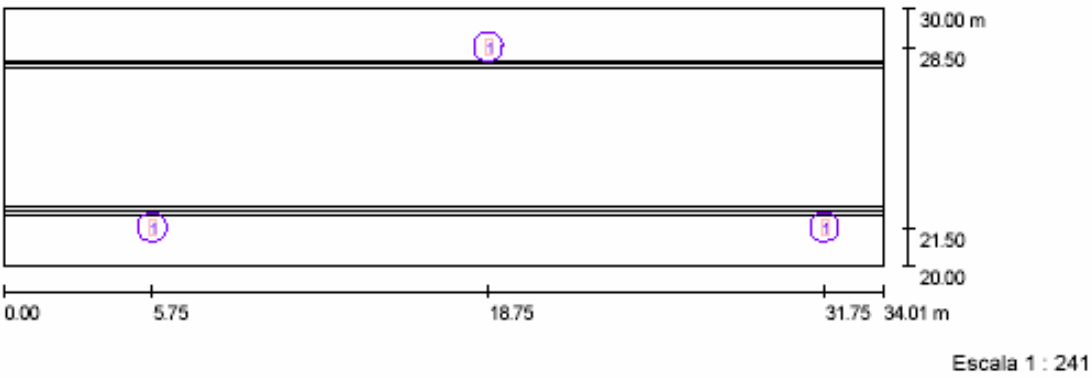


Figura 3.7. Isolíneas Calles A y D. 2º trozo

3ª Parte

Ubicación Luminaria



Luminarias-Lista de piezas

Tipo	Pieza	Designación	Φ [lm]	P [W]
1	3	Philips 203 Family SGS203 FG P4 1xSON-TP150W	17500	166
		total:	52500	498

Figura 3.8. Ubicación Luminarias Calles A y D. 3er Trozo.

Isolíneas

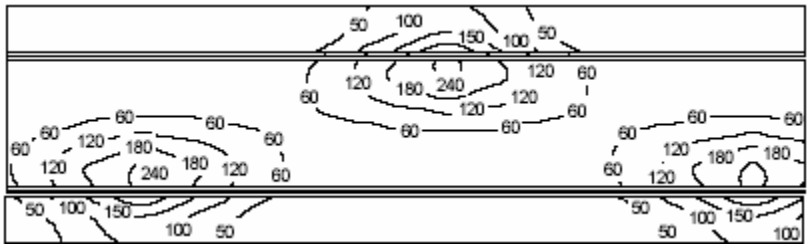


Figura 3.9. Isolíneas Calles A y D. 3er trozo

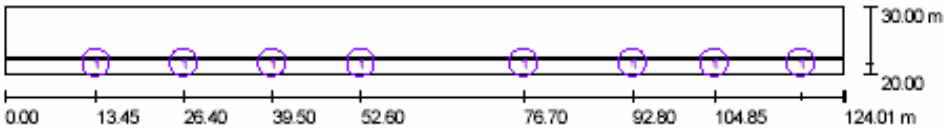
2.5.8.3-. Calle E y H

El factor de mantenimiento general utilizado en este proyecto es 0,57.

1- Calle E

Esta calle al ser menos compleja que las anteriores se ha podido diseñar de una sola vez.

Ubicación Luminarias



Escala 1 : 878

Luminarias-Lista de piezas

Tipo	Pieza	Designación	Φ [lm]	P [W]
1	8	Philips 203 Family SGS203 FG P4 1xSON-TP150W	17500	166
		total:	140000	1328

Figura 3.10. Ubicación Luminarias Calle E.

Isolíneas

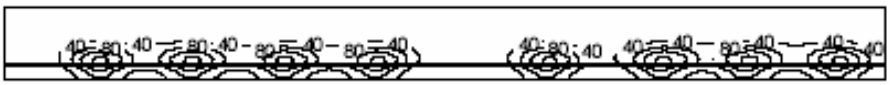
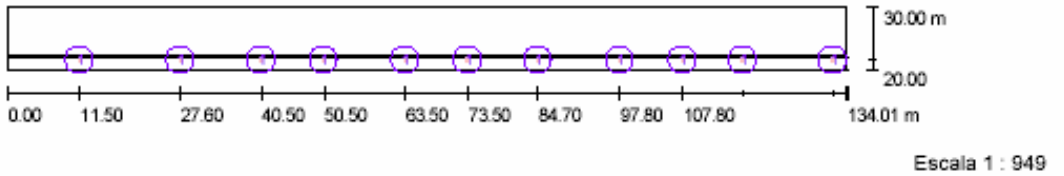


Figura 3.11. Isolíneas Calle E.

2- Calle H

Esta calle al ser menos compleja que las anteriores se ha podido diseñar de una sola vez.

Ubicación Luminarias



Luminarias-Lista de piezas

Tipo	Pieza	Designación		Φ [lm]	P [W]
1	11	Philips 203 Family SGS203 FG P4 1xSON-TP150W		17500	166
			total:	192500	1826

Figura 3.12. Ubicación Luminarias Calle H.

Isolíneas

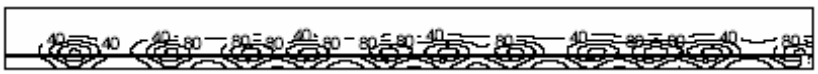


Figura 3.13. Isolíneas Calle H.

2.5.8.4-. Calle F y G

El factor de mantenimiento general utilizado en este proyecto es 0,57.

Calle F y G

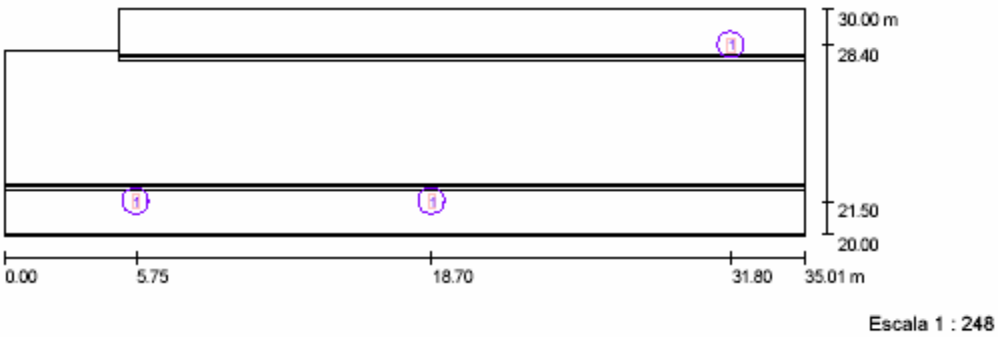
Las dos calles se han calculado por separado, a simple vista parecen iguales, pero no lo son.

También se han tenido que hacer por partes, ya que hay cruces y puertas que rompen la instalación.

Calle F

1ª Parte

Ubicación Luminarias



Luminarias-Lista de piezas

Tipo	Pieza	Designación		Φ [lm]	P [W]
1	3	Philips 203 Family SGS203 FG P4 1xSON-TP150W		17500	166
			total:	52500	498

Figura 3.14. Ubicación Luminarias Calle F. 1er Trozo.

Isolíneas

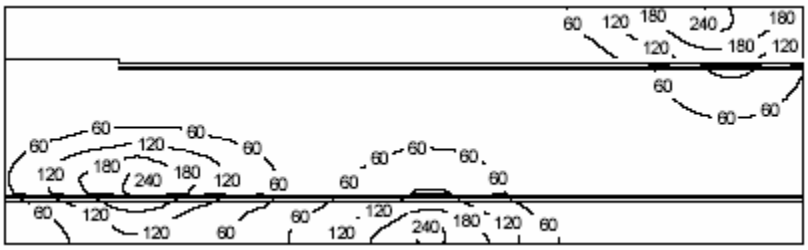
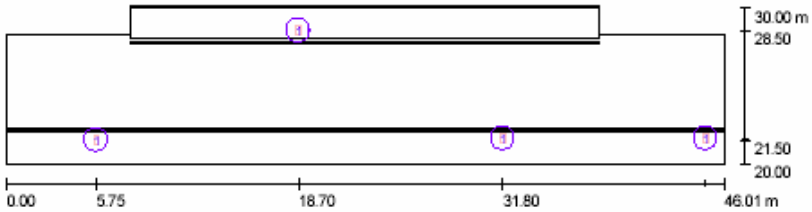


Figura 3.15. Isolíneas Calle F. 1er Trozo.

2ª Parte

Ubicación Luminarias



Escala 1 : 326

Luminarias-Lista de piezas

Tipo	Pieza	Designación	Φ [lm]	P [W]
1	4	Philips 203 Family SGS203 FG P4 1xSON-TP150W	17500	166
		total:	70000	664

Figura 3.16. Ubicación Luminarias Calle F. 2º Trozo.

Isolíneas

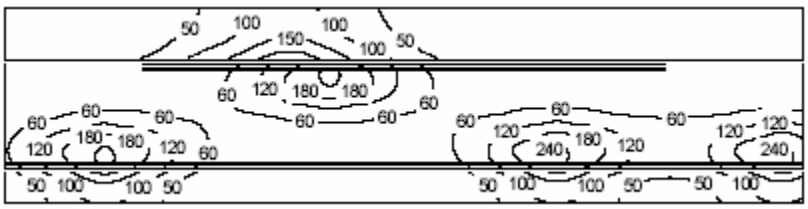
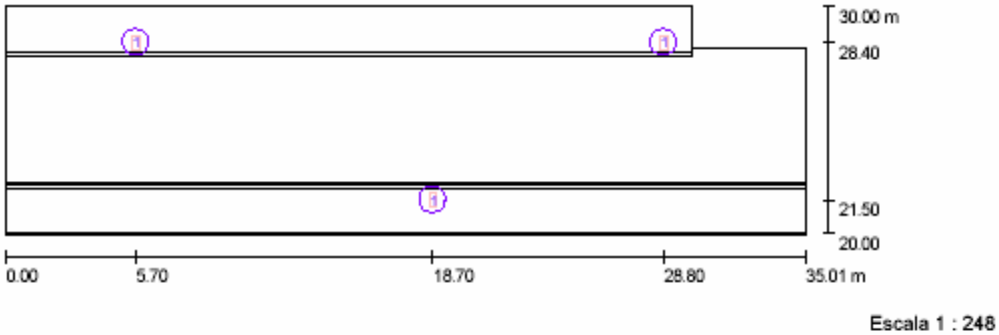


Figura 3.17. Isolíneas Calle F. 2º Trozo.

3ª Parte

Ubicación Luminarias



Luminarias-Lista de piezas

Tipo	Pieza	Designación	Φ [lm]	P [W]
1	3	Philips 203 Family SGS203 FG P4 1xSON-TP150W	17500	166
		total:	52500	498

Figura 3.18. Ubicación Luminarias Calle F. 3er Trozo.

Isolíneas

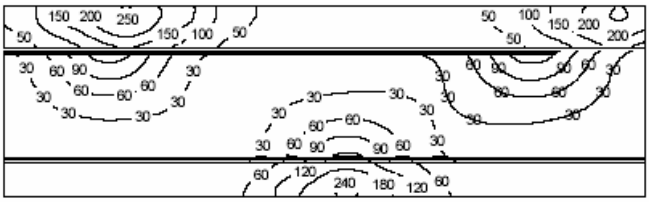
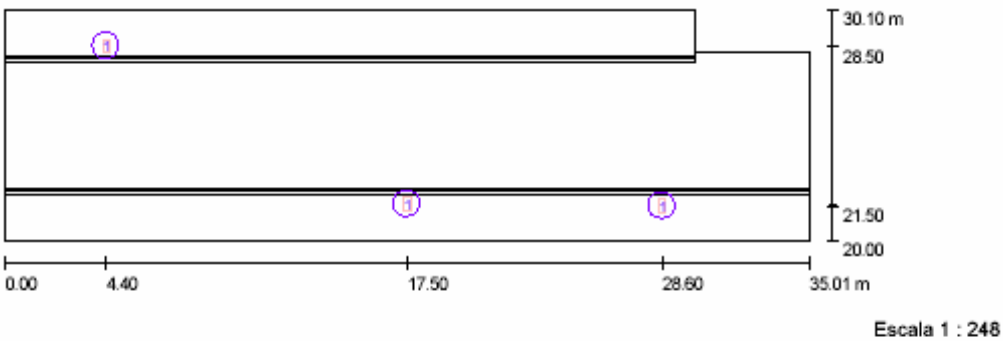


Figura 3.19. Isolíneas Calle F. 3er Trozo.

Calle G

1ª Parte

Ubicación Luminarias



Luminarias-Lista de piezas

Tipo	Pieza	Designación	Φ [lm]	P [W]
1	3	Philips 203 Family SGS203 FG P4 1xSON-TP150W	17500	166
		total:	52500	498

Figura 3.20. Ubicación Luminarias Calle G. 1er Trozo.

Isolíneas

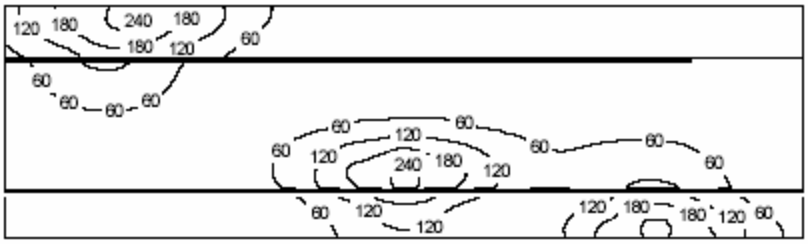
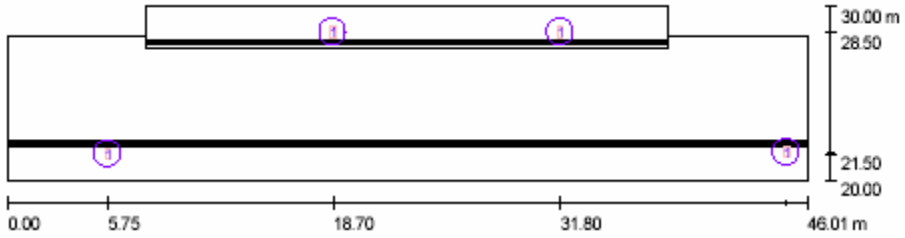


Figura 3.21. Isolíneas Calle G. 1er Trozo.

2ª Parte

Ubicación Luminarias



Escala 1 : 326

Luminarias-Lista de piezas

Tipo	Pieza	Designación	Φ [lm]	P [W]
1	4	Philips 203 Family SGS203 FG P4 1xSON-TP150W	17500	166
		total:	70000	664

Figura 3.22. Ubicación Luminarias Calle G. 2º Trozo.

Isolíneas

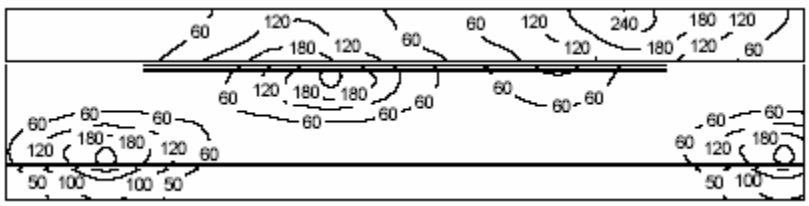
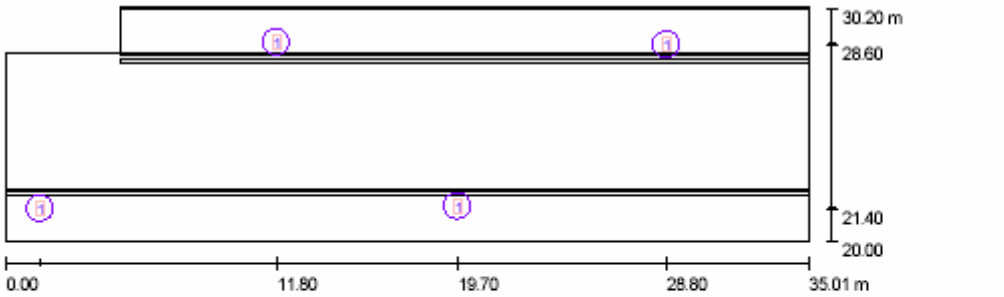


Figura 3.23. Isolíneas Calle G. 2º Trozo.

3ª Parte

Ubicación Luminarias



Luminarias-Lista de piezas

Tipo	Pieza	Designación	Φ [lm]	P [W]
1	4	Philips 203 Family SGS203 FG P4 1xSON-TP150W	17500	166
		total:	70000	664

Figura 3.24. Ubicación Luminarias Calle G. 3er Trozo.

Isolíneas

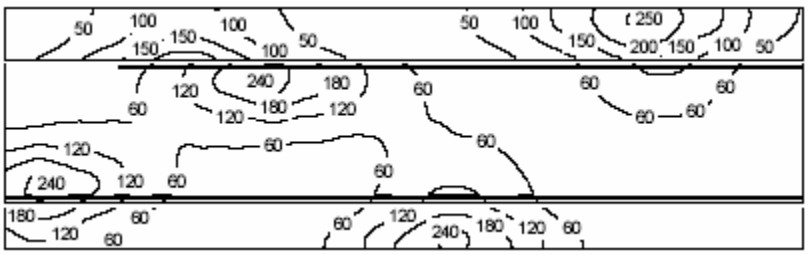


Figura 3.25. Isolíneas Calle G. 3er Trozo.

2.5.9-. *Cálculos del centro de mando y control.*

El centro de mando y control estará compuesto por elementos de control de la instalación, la potencia a contratar para el alumbrado será de 10 kW por cuadro aproximadamente y los elementos a instalar serán los siguientes:

Interruptor General Automático:	40 A.
Protección diferencial	63 A con una sensibilidad de 300 mA.
Interruptor térmico	40 A.
Magnético	5 veces la intensidad de regulación térmica.
Fusibles gl A.	80 A.
Bases fusibles	160 A.
Entroncamiento	Subterráneo.
Sección de neutro	Según sección referencia en ITC – BT – 07 tabla 1.
P.I.A. utilizados:	15 A.

3- Planos

Los planos acabados están en el dossier adjunto ha este proyecto. Este sigue el índice siguiente:

3.1-. Índice Planos

1-. Situación 1
2-. Emplazamiento 2
3-. Distribución de Potencias 3
4-. Distribución Media Tensión nave 4
5-. Detalle CT's prefabricados de un Transformador 5
6-. Detalle CT's prefabricados de dos Transformadores 6
7-. Celdas Modulares 2L+1P 7
8-. Celdas Modulares 2L+2P 8
9-. Red Baja Tensión nave 9
10-. Iluminación Exterior 10
11-. Esquema unifilar línea Media Tensión 11
12-. Detalle Armario Iluminación Exterior 12
13-. Detalle conexión del puente Media Tensión 13
14-. Esquema Unifilar Transformador 1 Baja Tensión Nave Prensa 14
15-. Esquema Unifilar Transformador 2 Baja Tensión Nave Prensa 15
16-. Esquema Unifilar Transformador 1 Baja Tensión Nave Soldadura 16
17-. Esquema Unifilar Transformador 1 Baja Tensión Nave Pintura 17
18-. Esquema Unifilar Transformador 1 Baja Tensión Nave Pintura 18
19-. Esquema Unifilar Transformador 1 Baja Tensión Nave Pintura 19

4-. Pliego de Condiciones

4.1-. Pliego de condiciones generales

4.1.1-. Condiciones Generales

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo.

El trabajo eléctrico consistirá en la instalación eléctrica completa para fuerza, alumbrado y tierra.

El alcance del trabajo del Contratista incluye el diseño y preparación de todos los planos, diagramas, especificaciones, lista de material y requisitos para la adquisición e instalación del trabajo.

4.1.2-. Reglamentos y Normas

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal, así como todas las otras que se establezcan en la Memoria Descriptiva del mismo.

Se adaptarán además a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los Reglamentos y Normas citadas.

4.1.3-. Materiales

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la Compañía Distribuidora de Energía, para este tipo de materiales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del Proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista obtendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra definitivamente y antes de iniciarse esta, el Contratista presentara al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrá utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Director de la obra.

4.1.4-. Ejecución de las Obras

<u>Comienzo</u>

El contratista dará comienzo la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con la Propiedad, o en su defecto a los quince días de la adjudicación definitiva o de su firma.

El Contratista está obligado a notificar por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director la fecha de comienzo de los trabajos.

Plazo de Ejecución

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la Propiedad o en su defecto en el que figure en las condiciones de este pliego.

Cuando el Contratista, de acuerdo, con alguno de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con la Propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo ulterior que esté condicionado por la misma, vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Contratista, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

Libro de Órdenes

El Contratista dispondrá en la obra de un Libro de Ordenes en el que se escribirán las que el Técnico Director estime darle a través del encargado o persona responsable, sin perjuicio de las que le de por oficio cuando lo crea necesario y que tendrá la obligación de firmar el enterado.

4.1.5-. Interpretación y Desarrollo del Proyecto

La interpretación técnica de los documentos del Proyecto, corresponde al Técnico Director. El Contratista está obligado a someter a éste cualquier duda, aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra por causa del Proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto.

El contratista se hace responsable de cualquier error de la ejecución motivado por la omisión de esta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del Proyecto.

El Contratista está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra, aún cuando no se halle explícitamente expresado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto.

El contratista notificará por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección, cada una de las partes de obra para las que se ha indicado la necesidad o conveniencia de la misma o para aquellas que, total o parcialmente deban posteriormente quedar ocultas. De las unidades de obra que deben quedar ocultas, se tomaran antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de hallarlos correctos.

De no cumplirse este requisito, la liquidación se realizará en base a los datos o criterios de medición aportados por éste.

4.1.6-. Obras Complementarias

El contratista tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquiera de los documentos del Proyecto, aunque en él, no figuren explícitamente mencionadas dichas obras complementarias. Todo ello sin variación del importe contratado.

4.1.7-. Modificaciones

El contratista está obligado a realizar las obras que se le encarguen resultantes de modificaciones del proyecto, tanto en aumento como disminución o simplemente variación, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en más o menos de un 25% del valor contratado.

La valoración de las mismas se hará de acuerdo a los valores establecidos en el presupuesto entregado por el Contratista y que ha sido tomado como base del contrato. El Técnico Director de obra está facultado para introducir las modificaciones de acuerdo con su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumplan las condiciones técnicas referidas en el proyecto y de modo que ello no varíe el importe total de la obra.

4.1.8-. Obra Defectuosa

Cuando el Contratista halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Técnico Director podrá aceptarlo o rechazarlo. En el primer caso, éste fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando obligado el Contratista a aceptar dicha valoración, en el otro caso, se reconstruirá a expensas del Contratista la parte mal ejecutada sin que ello sea motivo de reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

4.1.9-. Medios Auxiliares

Serán de cuenta del Contratista todos los medios y máquinas auxiliares que sean precisos para la ejecución de la obra. En el uso de los mismos estará obligado a hacer cumplir todos los Reglamentos de Seguridad en el trabajo vigentes y a utilizar los medios de protección a sus operarios.

4.1.10-. Conservación de las Obras

Es obligación del Contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la Propiedad, y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

4.1.11-. Recepción de las Obras

Recepción Provisional

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el Técnico Director y la Propiedad en presencia del Contratista, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de ser admitida.

De no ser admitida se hará constar en el acta y se darán instrucciones al Contratista para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello, expirando el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional.

Plazo de Garantía

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contado desde la fecha de la recepción provisional, o bien el que se establezca en el contrato también contado desde la misma fecha.

Durante este período queda a cargo del Contratista la conservación de las obras y arreglo de los desperfectos causados por asiento de las mismas o por mala construcción.

Recepción Definitiva

Se realizará después de transcurrido el plazo de garantía de igual forma que la provisional.
A partir de esta fecha cesará la obligación del Contratista de conservar y reparar a su cargo las obras si bien subsistirán las responsabilidades que pudiera tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

4.1.12-. Contratación de la Empresa

Forma de contratación

El conjunto de las instalaciones las realizará la empresa escogida por concurso o subasta.

Presentación

Las empresas seleccionadas para dicho concurso deberán presentar sus proyectos en sobre lacrado, antes del 15 de septiembre de 2002 en el domicilio del propietario.

Selección

La empresa escogida será anunciada la semana siguiente a la conclusión del plazo de entrega.

Dicha empresa será escogida de mutuo acuerdo entre el propietario y el director de la obra, sin posible reclamación por parte de las otras empresas concursantes.

4.1.13-. Fianza

En el contrato se establecerá la fianza que el contratista deberá depositar en garantía del cumplimiento del mismo, o, se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de obra ejecutada.

De no estipularse la fianza en el contrato se entiende que se adopta como garantía una retención del 5% sobre los pagos a cuenta citados.

En el caso de que el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, o a atender la garantía, la Propiedad podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad si el importe de la fianza no bastase.

La fianza retenida se abonará al Contratista en un plazo no superior a treinta días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.

4.2-. Condiciones Económicas

4.2.1-. Abono de la Obra

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos que se abonarán las obras.

Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

4.2.2-. Precios

El contratista presentará, al formalizarse el contrato, relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto, se fijará su precio entre el Técnico Director y el Contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la propiedad para su aceptación o no.

4.2.3-. Revisión de Precios

En el contrato se establecerá si el contratista tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicará a juicio del Técnico Director alguno de los criterios oficiales aceptados.

4.2.4-. Penalizaciones

Por retraso en los plazos de entrega de las obras, se podrán establecer tablas de penalización cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato.

4.2.5-. Contrato

El contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, éstas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el Proyecto Técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el contratista como la Propiedad deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

4.2.6. Responsabilidades

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el proyecto y en el contrato. Como consecuencia de ello vendrá obligado a la demolición de lo mal ejecutado y a su reconstrucción correctamente sin que sirva de excusa el que el Técnico Director

haya examinado y reconocido las obras.

El contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas.

También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad a los vecinos o terceros en general.

El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

4.2.7-. Rescisión del Contrato

Se consideraran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

- Muerte o incapacitación del Contratista.
- La quiebra del contratista.
- Modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado.
- Modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.
- La no iniciación de las obras en el plazo estipulado cuando sea por causas ajenas a
- la Propiedad.
- La suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de seis meses.
- Incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique mala fe.
- Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.
- Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
- Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

4.2.8-. Liquidación en Caso de Rescisión del Contrato

Siempre que se rescinda el Contrato por causas anteriores o bien por acuerdo de ambas partes, se abonará al Contratista las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación del período de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de nueva adjudicación.

4.3-. Condiciones Facultativas

4.3.1-. Normas a Seguir

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o Recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Normas UNE.
- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
- Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Normas de la Compañía Suministradora.
- Lo indicado en este pliego de condiciones con preferencia los códigos y normas.
- Comité Internacional del Alumbrado

4.3.2-. Personal

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y ordenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que haga falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

4.3.3-. Reconocimiento y Ensayos Previos

Cuando lo estime oportuno el Técnico Director, podrá encargar y ordenar el análisis, ensayo o comprobación de los materiales, elementos o instalaciones, bien sea en fábrica de origen, laboratorios oficiales o en la misma obra, según crea más conveniente, aunque éstos no estén indicados en este pliego.

En el caso de discrepancia, los ensayos o pruebas se efectuarán en el laboratorio oficial que el Técnico Director de obra designe.

Los gastos ocasionados por estas pruebas y comprobaciones, serán por cuenta del Contratista.

4.3.4-.Ensayos

Antes de la puesta en servicio del sistema eléctrico, el Contratista habrá de hacer los ensayos adecuados para probar, a la entera satisfacción del Técnico Director de obra, que todos los equipos, aparatos y cableado han sido instalados correctamente de acuerdo con las normas establecidas y están en condiciones satisfactorias del trabajo.

Todos los ensayos serán presenciados por el Ingeniero que representa el Técnico Director de obra.

Los resultados de los ensayos serán pasados en certificados indicando fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo, así como categoría profesional.

- Los cables, antes de ponerse en funcionamiento, se someterán a un ensayo de resistencia de aislamiento entre las fases y entre fase y tierra.
- En los cables enterrados, estos ensayos de resistencia de aislamiento se harán antes y después de efectuar el rellenado y compactado.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminada su fabricación serán los siguientes:

Prueba de operación mecánica.

Se realizarán pruebas de funcionamiento mecánico sin tensión en el circuito principal de interruptores, seccionadores y demás aparellaje, así como todos los elementos móviles y enclavamientos. Se probarán cinco veces en ambos sentidos.

Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.

Se realizarán pruebas sobre elementos que tengan una determinada secuencia de operación.

Se probará cinco veces cada sistema.

Verificación del cableado.

El cableado será verificado conforme a los esquemas eléctricos.

Ensayo a frecuencia industrial.

Se someterá el circuito principal a la tensión de frecuencia industrial especificada en la columna 3 de la tabla II de la norma UNE-20.099 durante un minuto.

Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.

Este ensayo se realizará sobre los circuitos de control y se hará de acuerdo con el punto 23.5 de la norma UNE-20.099.

Ensayo a onda de choque 1,2/50 mseg.

Se dispone del protocolo de pruebas realizadas a la tensión (1,2/50 mseg) especificada en la columna 2 de la tabla II de la norma UNE-20.099. El procedimiento de ensayo se realizará según lo especificado en el punto 23.3 de dicha norma.

Verificación del grado de protección.

El grado de protección será verificado de acuerdo con el pto 30.1 de la norma UNE-20.099

4.3.5-. Aparellaje

Antes de poner el aparellaje bajo tensión, se medirá la resistencia de aislamiento de cada embarrado entre

fases y entre fases y tierra. Las medidas deben repetirse con los interruptores en posición de funcionamiento y contactos abiertos.

Todo relé de protección que sea ajustable será calibrado y ensayado, usando contador de ciclos, caja de carga, amperímetro y voltímetro, según se necesite.

Se dispondrá, en lo posible, de un sistema de protección selectiva. De acuerdo con esto, los relés de protección se elegirán y coordinarán para conseguir un sistema que permita actuar primero el dispositivo de interrupción más próximo a la falta.

El contratista preparará curvas de coordinación de relés y calibrado de éstos para todos los sistemas de protección previstos.

Se comprobarán los circuitos secundarios de los transformadores de intensidad y tensión aplicando corrientes o tensión a los arrollamientos secundarios de los transformadores y comprobando que los instrumentos conectados a estos secundarios funcionan.

Todos los interruptores automáticos se colocarán en posición de prueba y cada interruptor será cerrado y disparado desde su interruptor de control. Los interruptores deben ser disparados por accionamiento manual y aplicando corriente a los relés de protección. Se comprobarán todos los enclavamientos.

Se medirá la rigidez dieléctrica del aceite de los interruptores de pequeño volumen.

4.3.6-. Varios

Se comprobara la puesta a tierra para determinar la continuidad de los cables a tierra y conexiones, y se medirá la resistencia de los electrodos a tierra. Se comprobarán los cargadores de baterías para comprobar su funcionamiento correcto de acuerdo con las recomendaciones del fabricante

4.4-. Condiciones Técnicas

Este Pliego de Condiciones Técnicas Generales comprende el conjunto de características que tendrán que cumplir los materiales utilizados en la construcción, así como las técnicas de su colocación en la obra y las que tendrán que regir la ejecución de cualquier tipo de instalaciones y obras necesarias y dependientes. Para cualquier tipo de especificación, no incluida en este Pliego, se tendrá en cuenta lo que indique la normativa vigente.

4.4.1-. Movimiento de Tierras

Comprende todas las operaciones relacionadas con los movimientos de tierras, incluidas rocas, rocas necesarias para la ejecución de la obra. Estas operaciones son:

- Limpieza del terreno
- Explanaciones, desmontadas y abujardadas
- Aplanamientos y terraplenes
- Excavación de canales y pozos
- Transporte de tierras al vertedero

- Replanteo definitivo

Se considerara incluida en el precio de todo movimiento de tierras cualquier resto de edificación a en derrocar que aparezca.

4.4.2- Limpieza del terreno

Se define como limpieza y desbrozada del terreno, el trabajo consistente en extraer y retirar, de las zonas designadas, todos los árboles, troncos, plantas maleza, basuras, escombros, o cualquier otro material no deseable.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Excavación de los materiales objeto de limpieza y desbrozada
- Retirada de los materiales objeto de limpieza y desbrozada

Todo esto realizado de acuerdo con las presentes especificaciones y con los datos que, sobre el particular, incluyen los correspondientes documentos del Proyecto.

Ejecución de las obras.

Las operaciones de excavación se efectuarán con las precauciones necesarias para conseguir unas condiciones de seguridad suficientes y evitar dañar a las estructuras existentes, de acuerdo con lo que, sobre esto, ordene el encargado Facultativo de las obras, el cual designará y marcará los elementos que sean precisos conservar intacto.

Para disminuir al máximo el deterioro de los árboles que sean precisos conservar se procurará que, los que se tengan que aterrar, caigan hacia el centro de la zona objeto de limpieza. Cuando sea necesario evitar daños a otros árboles, en el tráfico por carretera o ferrocarril, o a estructuras próximas, los árboles se irán troceando por cada rama y tronco progresivamente. Si para proteger estos árboles u otra vegetación destinada a permanecer en un sitio, se precisa levantar barreras o utilizar cualquier otro medio, los trabajos correspondientes se ajustarán al que, sobre el particular, ordene el encargado Facultativo de las obras.

A los rebajos, todos los troncos y raíces mayores de diez centímetros (10cm.) de diámetro, serán eliminados hasta una profundidad no inferior a cincuenta centímetros (50cm.) por debajo del suelo.

Del terreno natural sobre el que se ha de asentar el terraplén, se eliminarán todos los troncos o raíces con un diámetro superior a diez centímetros (10cm.), a fin de que no quede ninguno dentro del cimiento del terraplén, ni a menos de quince centímetros (15cm.) de profundidad por debajo de la superficie natural del terreno. También se eliminarán debajo de los terraplenes de poca cota, hasta una profundidad de cincuenta centímetros (50cm.) por debajo de la explanada.

Aquellos árboles que ofrezcan posibilidades comerciales, serán podados y limpiados; después se talarán en trozos adecuados y, finalmente, se almacenarán cuidadosamente a lo largo del tirado, separados de los montones que han de ser quemados o tirados. La longitud de los trozos de madera será superior a tres metros (3m.) si lo permite el tronco. Ahora bien, antes de proceder a talar árboles, el Contratista tendrá que obtener los consiguientes permisos y autorizaciones, si hace falta, siendo a su cargo cualquier tipo de gasto que ocasione el concepto comentado.

Los trabajos se realizarán de forma que provoquen la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a las obras.

Ninguna marca de propiedad o punto de referencia de datos topográficos, de cualquier clase, será estropeada o desplazada hasta que un agente autorizado haya referenciado, de alguna otra forma, su situación o aprobado su desplazamiento.

La retirada de los materiales objeto de limpieza y desbrozada

Todos los subproductos forestales, excepto la leña de valor comercial, serán quemados de acuerdo con lo que, sobre esto, ordene el Facultativo encargado de las obras. Los materiales no combustibles serán retirados por el Contratista de la manera y en los lugares que señale el Facultativo encargado de las obras.

El concepto de (m^2) de desbrozado, limpieza y preparación del terreno incluyera también las posibles excavaciones y aplanamientos motivados por la existencia de suelos inadecuados que, a juicio del director de las obras, sea necesario eliminar para poder comenzar los trabajos de fomentación. Se considerara que antes de presentar la oferta económica, el contratista tendrá visitado y estudiado de forma suficiente los terrenos sobre los cuales se tiene que construir, y que habrá incluido en el precio de la oferta todos los trabajos de reparación, que se abonaran al precio único y definitivo y que en ningún caso podrán se objeto de incrementar el precio del contrato. Se considerará que los datos contenidos en la memoria tienen únicamente valor informativo y que esta inexactitud no puede ser objeto de la reclamación.

Medida y abono.

Las medidas y el abono se realizarán por metros cuadrados (m^2) realmente desbrozados, y exentos de material.

El precio incluye la carga y transporte al vertedero de los materiales, y todas las operaciones mencionadas en el apartado anterior.

Simultáneamente a las operaciones de desbrozo se podrá excavar la capa de tierra vegetal.
Las tierras vegetales se transportarán al vertedero o se recogerán en las zonas que indique la Dirección de obras, a fin de ser utilizadas para la formación de zonas verdes. Estas tierras se medirán y se abonarán al precio de la excavación, en cualquier tipo de terreno. El transporte al vertedero se considerará incluido a los precios unitarios del Contrato.

4.4.3-. Explanaciones, desmontes y abujardados.

Las excavaciones se ejecutarán de acuerdo con los planos del Proyecto, y con los datos obtenidos del replanteo general de las obras, los Planos de detalle, y las órdenes de la Dirección de las obras.

La unidad de excavación incluirá la ampliación, mejora o rectificación de los taludes de las zonas de desmonte, así como su refine y la ejecución de cunetas provisionales o definitivas. La rectificación de los taludes, ya mencionada, se abonará al precio de excavación del Cuadro de Precios nº 1.

Las excavaciones se considerarán no clasificadas, y se definen con un precio único para cualquier tipo de terreno. La excavación especial de taludes en roca se abonará al precio único definitivo de excavación.

Si durante las excavaciones aparecen manantiales o filtraciones motivadas por cualquier causa, se ejecutarán los trabajos de acuerdo con las indicaciones existentes a la normativa vigente, y se considerarán incluidos en los precios de excavación.

En los precios de las excavaciones está incluido el transporte a cualquier distancia. Si a criterio

del Director de las obras los materiales no son adecuados para la formación de terraplenes, se transportarán al vertedero, no siendo motivo de sobreprecio el posible incremento de distancia de transporte. El Director de las obras podrá autorizar el vertido de materiales a determinadas zonas bajas de las parcelas asumiendo el Contratista la obligación de ejecutar los trabajos de tendido y compactación, sin reclamar compensación económica de ningún tipo.

Medida y abono.

Se medirá y abonará por metros cúbicos (m^3) realmente excavados, midiendo por diferencia entre los perfiles tomados antes y después de los trabajos.

No son abonables los desprendimientos o los aumentos de volumen sobre las secciones que previamente se hayan fijado en este Proyecto.

Para el efecto de las medidas de movimiento de tierra, se entiende por metro cúbico de excavación el volumen correspondiente a esta unidad, referida al terreno tal como se encuentre donde se tenga que excavar.

Se entiende por volumen de terraplén, o rellenado, el que corresponde a estas obras, después de ejecutadas y consolidadas, según lo que se prevé en estas condiciones.

Advertencia sobre los precios de las excavaciones.

Además de lo que se especifica en los artículos anteriores, y en otros donde se detalla la forma de la ejecución de las excavaciones, se tendrá que tener en cuenta lo siguiente:

- El Contratista, al ejecutar las excavaciones, se atendrá siempre a los planos e instrucciones del Facultativo. En caso que la excavación a ejecutar no fuese suficientemente definida, solicitará la aclaración antes de proceder a su ejecución.

Por tanto, no serán abonables los desprendimientos ni los aumentos de secciones no previstos en el Proyecto o fijados por el Director Facultativo.

- Contrariamente, si siguiendo las instrucciones del Facultativo, el Contratista ejecutase menor volumen de excavación que el que habría de resultar de todos los planos, o de las prescripciones fijadas, solo se considerará de abono el volumen realmente ejecutado.

En todos los casos, los vacíos que queden entre las excavaciones y las fábricas, incluido el resultante de los desprendimientos, se tendrá que rellenar con el mismo tipo de material, sin que el Contratista reciba, por esto, ninguna cantidad adicional.

En caso de duda sobre la determinación del precio de una excavación concreta, el Contratista se atendrá a lo que decida el Director Facultativo, sin ajustarse a lo que, a efectos de valoración del Presupuesto, figure en los presupuestos Parciales del Proyecto.

Se entiende que los precios de las excavaciones incluyen, además de las operaciones y gastos ya indicados, todos los auxiliares y complementarios, como son: instalaciones, suministros y consumo de energía para alumbrado y fuerza, suministro de aguas, ventilación utilización de cualquier clase de maquinaria con todos sus gastos y amortizaciones, etc. así como las pegas producidas por las filtraciones o por cualquier otro motivo.

Abujardado

Una vez realizadas todas las operaciones de movimientos de tierras se realizara el abujardado, con el fin de conseguir el acabado geométrico de toda la explanación, desmonte, vaciar o repleno. Se comprobaran

y rectificaran las alineaciones y rasantes, así como la anchura de las explanaciones, refinamiento de los taludes en los desmontes y los terraplenes y en el comienzamiento de los taludes. Las operaciones de abujardado se consideran incluidas en el precio del movimiento de tierras por indicarse expresamente en este pliego.

4.4.4-. Terraplenes.

Consistentes en el tendido y compactación de materiales terrenos procedentes de excavaciones o préstamos. Los materiales para formar terraplenes cumplirán las especificaciones de la Normativa vigente. El equipo necesario para efectuar su compactación se determinará por el encargado Facultativo, en función de las características del material a compactar, según el tipo de obra.

El Contratista podrá utilizar un equipo diferente, por eso necesitará la autorización del Facultativo Director, que solo la concederá cuando, con el equipo propuesto por el Contratista, obtenga la compactación requerida, al menos, al mismo grado que con el equipo propuesto por el Facultativo encargado.

A continuación se extenderá el material en tandas de grosor uniforme y suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga, en todo su grosor, el grado de compactación exigido. Los materiales de cada capa serán de características uniformes, y si no lo fuesen se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con los medios adecuados para eso.

No se extenderá ninguna tanda mientras no se haya comprobado que la superficie subyacente cumpla las condiciones exigidas, por tanto, sea autorizada su extendida por el encargado Facultativo. En caso que la tanda subyacente se haya reblandecido por una humedad excesiva, no se extenderá la siguiente.

Medida y abono.

Se medirán y abonarán por metro cúbico (m3) realmente ejecutado y compactado a su perfil definitivo, midiendo por diferencia entre perfiles tomados antes y después de los trabajos.

El material a utilizar será en algún caso, procedente de la excavación a la traza; en este caso el precio del rellenado incluye la carga, transporte, extendido, humectación, compactación y nivelación.

En caso que el material provenga de préstamos, el precio correspondiente incluye la excavación, carga, transporte, extendido, humectación, compactación, nivelación y canon de préstamo correspondiente.

Los terraplenes considerados como rellenos localizados o piedraplenes, se ejecutarán de acuerdo con la normativa vigente al respecto, pero se medirán y abonarán como las unidades de terraplén.

Terraplén de suelos seleccionados de préstamos exteriores al polígono.

Cuando sea necesario obtener los materiales para formar terraplenes de préstamos exteriores al polígono, el precio del terraplén incluirá el canon de extracción, excavación, carga, transporte a cualquier distancia, extendido, humectación, compactación, nivelación y el resto de operaciones necesarias para dejar totalmente acabada la unidad de terraplén.

El Contratista tendrá que localizar las zonas de préstamo, obtener los permisos y licencias que sean necesarios y, antes de empezar las excavaciones, tendrá que someterse a la aprobación del Director de las obras las zonas de préstamo, a fin de determinar si la calidad de los suelos es suficiente.

4.4.5-. Excavación de zanjas y pozos.

La unidad de excavación de zanjas y pozos comprende todas las operaciones necesarias para abrir las zanjas definidas para la ejecución del alcantarillado, abastecimiento de agua, el resto de las redes de servicios, definidas en el presente Proyecto, y las zanjas y pozos necesarios para cimientos o drenajes.

Las excavaciones se ejecutarán de acuerdo con las especificaciones de los planos del Proyecto y Normativa vigente, con los datos obtenidos del replanteo general de las Obras, los planos de detalle y las órdenes de la Dirección de las Obras.

Las excavaciones se considerarán no clasificadas y se definen con un solo precio para cualquier tipo de terreno.

Las excavaciones de roca y la excavación especial de taludes en roca, se abonará al precio único definido de excavación.

Si durante la ejecución de las excavaciones aparecen manantiales o filtraciones motivadas por cualquier causa, se utilizarán los medios que sean necesarios para agotar las aguas. El coste de las mencionadas operaciones estará comprendido en los precios de excavación.

El precio de las excavaciones comprende también las entibaciones que sean necesarias y el transporte de las tierras al vertedero, a cualquier distancia. La Dirección de las Obras podrá autorizar, si es posible, la ejecución de sobre-excavaciones para evitar las operaciones de apuntalamiento, pero los volúmenes sobre-excavados no serán objeto de abono. La excavación de zanjas se abonará por metros cúbicos (m^3) excavados, de acuerdo con las medidas teóricas de los planos del Proyecto.

El precio correspondiente incluye el suministro, transporte, manipulación y uso de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesaria para su ejecución; la limpieza y desbrozo de toda la vegetación; la construcción de obras de desguace, para evitar la entrada de aguas; la construcción de los apuntalamientos y los calzados que se precisen; el transporte de los productos extraídos al lugar de uso, a los depósitos, o al vertedero; indemnizaciones a quien haga falta, y arreglo de las áreas afectadas.

Cuando durante los trabajos de excavación aparezcan servicios existentes, con independencia del hecho que se hayan contemplado o no al Proyecto, los trabajos se ejecutarán incluidos con medios manuales, para no estropear estas instalaciones, completándose la excavación con el calzado o suspendido en buenas condiciones de las conducciones de agua, gas, alcantarillado, instalaciones eléctricas, telefónicas, etc. o con cualquier otro servicio que sea preciso descubrir, sin que el Contratista tenga ningún derecho a pagos por estos conceptos.

El rellenado de las zanjas se ejecutará con el mismo grado de compactación exigida a los terraplenes. El Contratista utilizará los medios de compactación ligeros necesarios y reducirá el grosor de las tandas, sin que los mencionados trabajos puedan ser objeto de sobreprecio.

Si los materiales procedentes de las excavaciones de zanjas no son adecuados para el relleno, se obtendrán los materiales necesarios de los préstamos interiores al polígono, no siendo de abono los trabajos de excavación y transporte de los mencionados materiales de préstamos, y encontrándose incluidos al precio unitario de relleno de zanjas definido en el Cuadro de Precios nº 1.

En caso de no poder contar con préstamos interiores del polígono, el material a utilizar se abonará según el precio de excavación de préstamos exteriores al polígono, definido en el Cuadro de Precios nº 1.

4.4.6-. Transporte de tierras al vertedero.

Todas las tierras, así como los materiales que la Dirección Facultativa declare indeseables, los cargará y los transportará, el Contratista hasta el vertedero. Se entiende que en todas las partidas citadas resta incluida la parte proporcional de carga y transporte en el vertedero de los materiales indeseables.

4.4.7-. Replantado definitivo.

Definición: El replantado definitivo es el conjunto de operaciones que son precisas para trasladar al terreno los datos expresados en la documentación técnica de la obra que se tiene que realizar. El replantado definitivo se hará en una o varias veces, según las circunstancias que se den en el nivelado del terreno. El contratista esta obligado a subministrar todos los escritos y elementos auxiliares necesarios para estas operaciones, con la inclusión de llaves y estacas. También aportara el personal necesario.

El contratista vigilará, conservará y responderá de las estacas y señales, responsabilizándose de cualquier desaparición o modificación de estos elementos.

Acta de replantar: Del resultado final de replantado se elevará una acta que firmarán por triplicado el constructor, el arquitecto director de las obras y el representante de la propiedad, acordando el inicio de la obra. El constructor tendrá un mes natural, contando a partir de la fecha de la firma del acta de replantado, para comenzar la ejecución de las obras.

4.4.8-. Cimentaciones, aceros y enmarcados

Cimentaciones:

Definición: Las cimentaciones son aquellos elementos estructurales que transmiten las cargas de la edificación al terreno de sustentación. El reconocimiento general de los suelos, se realizará con anterioridad a la ejecución de las obras, mediante trabajos adecuados, se reunirá toda la información posible proveniente de la observación de las zonas vecinales, estado de las edificaciones, adyacentes, corrientes de agua, etc… y cogiendo datos en general de toda forma de circunstancias que puedan posteriormente facilitar y orientar los trabajos que se habrán de realizar en el momento del reconocimiento del terreno.

Resistencia de los terrenos:

El arquitecto director, según su propio criterio técnico y después del reconocimiento y ensayo del terreno que considere necesario, escogerá en cada caso la presión admisible que considere adecuada, fijando también el asentamiento máximo tolerable.

Tipos de Cimentaciones:

La dirección Facultativa comprobará que las cimentaciones se realicen en la forma, medición, dosificación y forma particular de ejecución que indican los planos y el pliego de condiciones particulares, con las longitudes, forma, separaciones, diámetros, número de barras y secciones que figuran en los planos. El recubrimiento, encorajes y encajes se ajustarán a las normas vigentes. Los pozos y zanjas tendrán la forma y medidas fijadas en los planos de la obra. Antes de hormigonar, el contratista comprobará que las capas de asentamiento de la cimentación estén perfectamente niveladas y limpias, procediendo a continuación a la ejecución de las cimentaciones.

4.4.9-. Aceros

Condiciones generales:

El Acero ha usar cumplirá las condiciones exigidas en la Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de las obras de hormigón EH-99.

Calidad:

El estiramiento repartido de rotura será superior o igual a 18 º, entendiendo para tal deformación unitaria la que corresponda, medida después del ensayo normal de tracción UNE-7101, sobre una base de 5 diámetros de cuello de estricción y de mas de 3 diámetros del punto de aplicación de la mordaza. El modulo de elasticidad inicial será igual o superior a 1.800.000 Kg/cm^2. El límite elástico será de 5100 Kg/cm^2.

En los aceros de escalón de relajamiento, se cogerá como limite elástico, la mínima tensión capaz de producir una deformación permanente del dos por mil (2%). La tensión máxima de rotura será igual o superior al 25 % de la correspondiente a su límite elástico, entendiendo por tensión máxima de rotura, el valor de la llamada máxima, del diagrama tensión-deformación. El valor del limite elástico característico se determinara cogiendo la media aritmética de los "n/2" valores mas bajos obtenidos en el ensayo de "n" probetas, prescindiendo de los valores medios de la serie, si "n" fuese impar. Se ajustará al artículo 600 del Pliego General de marzo de 1975.

Ensayo:

Si el facultativo director de la obra lo considera conveniente, exigirá un certificado del Laboratorio Oficial que garantice la calidad del hierro utilizado. Así mismo, dará instrucciones sobre la ejecución en la obra de ensayos de plegamientos, descrito en la instrucción del Proyecto y Ejecución de Obras de hormigón EH-91.

Medida y abono:

Se abonarán por los kilogramos (Kg) que resulten del despiece de los planos, que antes de empezar cada obra, hayan sido presentados al Facultativo Director y aprobados por él, al precio correspondiente. Están comprendidas en el mencionado precio, todas las operaciones y medios necesarios para realizar el doblado y puesta en la obra, así como los enclaves, ganchos, elementos de sostén, pérdidas por recortes, ataduras, soldaduras, etç...

4.4.10-. Mallas, electro-soldaduras de acero especial

Son mallas de retícula cuadrada o rectangular, formadas por barras cilíndricas o corrugadas, de acero laminado de dureza natural o endurecida por deformación en frío, unidas en los puntos de cruce mediante soldadura eléctrica.

Medida y abono:

Se abonarán por los kilogramos (Kg) que resulten del despiece de los planos, que antes de empezar cada obra hayan sido presentados por el facultativo director y aprobados por él mismo, al precio correspondiente. Estos precios comprenden todas las operaciones y medios necesarios para realizar el doblado y la puesta en la obra, así como los enclaves, ganchos, elementos de sostén, pérdidas por recortes, ataduras, soldaduras, etç...

4.4.11-. Encachado

El encachado es una capa de grueso variable, formada por la compactación de grabas.

Medida y abono:

Se abonarán por m^2, se considerarán incluidas las ayudas necesarias para el suministro del material, la colocación, tendido y compactación, incluyendo también la maquinaria necesaria.

4.4.12-. Zapatas

Las zapatas continuas, son los fundamentos de aquellos elementos estructurales lineales que transmiten esfuerzos repartidos uniformemente en el terreno.

Medida y abono:

La medida y el abono de las zapatas continuas se realizarán por metro lineal, incluyendo, en el precio, tanto el trabajo de puesta a la obra, preparación del terreno, materiales y mano de obra utilizados, como maquinaria y elementos auxiliares necesarios.

Las zapatas aisladas, son los fundamentos de aquellos elementos estructurales que transmiten esfuerzos puntuales en el terreno.

Medida y abono:

La medida y abono de los zapatas aisladas se realizará por m^3 incluyendo en el precio, el trabajo de puesta a la obra, preparación del terreno, materiales, así como la maquinaria y elementos auxiliares necesarios.

4.4.13-. Losas

Las losas son los fundamentos de aquellos elementos estructurales que necesiten tener asentamientos uniformes o bien en terrenos que son poco comprimibles. En el proyecto de ejecución se indica, en los planos, el dimensionado y el armado.

Medida y abono:

Se medirá y abonará por metros cúbicos (m^3) de hormigón, incluyendo los trabajos auxiliares de preparación, el suministro y la colocación del hormigón, formación de juntas, etc....

4.4.14-. Estructuras de hormigón

Encofrados

Los cimbres, encofrados y moldes, así como las uniones de los diferentes elementos, tendrán una resistencia y rigidez suficiente para resistir, sin asentamientos ni deformaciones perjudiciales, las acciones de cualquier clase que puedan producirse como consecuencia del proceso de hormigonado y especialmente bajo las presiones del hormigón en fresco o los efectos del método de compactación utilizado. Los encofrados y moldes serán suficientemente estancos para impedir pérdidas apreciables de hormigón. Los encofrados y moldes de madera se mojarán para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón. Las superficies interiores de los encofrados y moldes aparecerán limpias en el momento del hormigonado. Para facilitar esta limpieza, en el fondo de pilares y muros se dispondrán aperturas provisionales a la parte inferior de los encofrados correspondientes. Si fuera necesario, y a fin de evitar la formación de fisuras en los paramentos de las piezas, se adoptarán las oportunas medidas para que los encofrados y moldes no impidan la libre retracción del hormigón. Si se utilizasen productos para desencofrar, estos no deberán dejar señales en los paramentos del hormigón y no tendrán que impedir la posterior aplicación de revestimientos ni la posible construcción de juntas de hormigonado. El uso de estos productos tendrá que estar expresamente autorizado por el Director de la Obra.

Hormigón:

Todos los hormigones cumplirán la HE-91 considerando como definición de resistencia la de esta instrucción. Se fabricará siempre en hormigoneras, siendo el periodo de elaboración superior a un minuto y medio, y de tal manera que la consistencia del hormigón en cada mezcla sea uniforme. Además de las prescripciones del EH -91 se tendrán en cuenta las siguientes:

-La instalación de transporte y puesta en la obra será del tipo tal que el hormigón no pierda capacidad ni homogeneidad.

- No se podrá verter libremente el hormigón des de una altura superior a un metro y cincuenta centímetros (1.50) ni distribuirlo con pala a gran distancia.

- Queda prohibido el uso de canales o la puesta en la obra del hormigón sin la autorización del facultativo encargado. No se podrá hormigonar cuando el agua pueda perjudicar la resistencia o cualquiera de las características del hormigón. Para el hormigonado en tiempo de calor se seguirán las prescripciones del EH-91.

- No se colocará nunca hormigón sobre un terreno que esté helado. El vibrador se introducirá vertical a la masa de hormigón y se retirará del mismo modo, sin moverlo horizontalmente mientras que está sumergido en el hormigón.

- Se procurará extremar el vibrado en las proximidades de los encofrados, a fin de evitar la formación de bolsas de piedras y de aire.

- En general, el vibrado del hormigón se ejecutará de acuerdo con las normas especificadas en la EH – 91.

- La situación de las juntas de construcción será fijada por el facultativo director de forma que cumplan las prescripciones del EH-91 y procurando que su número sea el menor posible.

- Siempre que se interrumpa el trabajo, cualquiera que sea el plazo de interrupción, se cubrirá la junta con sacos de sarga húmedos, para poder protegerla de los agentes atmosféricos

- Antes de recomenzar los trabajos se tomarán las disposiciones necesarias para conseguir la buena unión del hormigón fresco con el que se hace endurecer.

- Durante los tres primeros días se protegerá el hormigón de los rayos solares con una arpillera blanda. Como mínimo, durante los primeros días se mantendrán las superficies vistas continuamente húmedas, mediante la reguera o la inundación, o cubriéndolas con arena o arpillera, que se mantendrán constantemente húmedas.

- La temperatura del agua utilizada en la reguera será inferior en más de veinte grados (20ºC) a la del hormigón, a fin de evitar la producción de grietas por enfriamiento brusco. También se podrán utilizar procedimientos de curado especial, a base de películas superficiales impermeables, previa autorización, por escrito del facultativo director.

- Los paramentos deben restar lisos, con formas perfectas sin defectos o rugosidades y sin que sea necesario aplicarlos lucidos, que no podrán ser en caso alguno ejecutados sin la autorización previa del facultativo director. Las operaciones precisas para dejar las superficies en buenas condiciones de aspecto, serán por anticipado del contratista. La irregularidad máxima que se admito en los paramentos será la siguiente:

- Paramento visto: seis milímetros
- Paramento oculto: veinticinco milímetros

En cualquier caso, a todas las obras de fábrica y muros se tomarán probetas, que serán rotas a los siete u ocho días. Se efectuarán como mínimo una serie de seis probetas cada cincuenta metros cúbicos de hormigón

A las obras de cemento armado, se harán diariamente dos series de seis probetas cada una, por romper cada serie a los siete o veintiocho días, tomando como carga de rota, en cada serie, la media de los resultados, descartando las dos externas.

Las probetas se amasaran de forma similar al del hormigón en obra y se conservarán en condiciones análogas. Si pasados los veintiocho días la resistencia de las probetas fuera menor a las especificadas, en esta fecha, en más de un 20 %, se extraerán probetas de la obra y si su resistencia es menor que la especificada, será derrocada. Si la resistencia de las probetas extraídas es más grande que las de las probetas de ensayo, podrá aceptarse la obra si se puede efectuar, sin peligro, un ensayo de carga con una sobrecarga superior a un 50 % de la del cálculo, durante el cual se medirá la flecha producida, que deberá ser admisible. Si no fuera posible extraer probetas de la obra y las de ensayo no dieran el 80 % de las resistencias especificadas la obra deberá da derrocarse.

Los moldes y encofrados serán de madera que cumpla las condiciones exigidas al apartado correspondiente, metálicos o de otro material que reúna condiciones de eficacia similares, a juicio del facultativo director. Tanto las uniones como las piezas que constituyen los encofrados y calzado, habrán de tener la resistencia y la rigidez necesarias porque, con la marcha del hormigón prevista, no se produzcan movimientos locales de más de 5 mm. Tanto las superficies de los encofrados como los productos que se puedan aplicar para facilitar el encofrado no habrán de contener substancias agresivas por el hormigón.

Los encofrados de madera se mojarán antes del hormigonado y se limpiarán, especialmente los fondos, dejándose aperturas provisionales para facilitar esta tarea. Se dispondrá el encofrado a las vigas y forjados con la necesaria contra-flecha porque, una vez desencofrada y cargada la pieza de hormigón, conserve una flecha de 1:300 de la luz. Se autoriza el uso de tipo y técnicas especiales de encofrado, de las que el comportamiento y los resultados están sancionados por la práctica teniendo que justificar la eficacia de aquellos otros que se pongan que, por su novedad, carecen de las garantías mínimas. Se incluyen las juntas que hagan falta hormigonar por cualquier motivo. El precio del hormigón incluirá los posibles aditivos que la dirección de la obra estime necesarios y también la posibilidad de emplear cementos especiales, según criterio de la dirección (cemento, PASO, blanco, etc...). El precio de los encofrados podrá ir independiente de los precios del hormigón, si así se estipula. La medida se realizará por metros cuadrados (m^2) realmente colocados.

Los mencionados precios incluyen los materiales de los encofrados, la maquinaria y la mano de obra necesaria para su colocación, así como el resto de operaciones y materiales necesarios. Se entiende que quedarán incluidos en el precio del metro cuadrado cualquier tipo de accesorios del encofrado, como las juntas entre los muros o de otros elementos que a juicio del director de las obras sean necesarios para obtener un correcto acabado. El cemento armado se abonará al precio del tipo de hormigón empleado, que incluirá todas las operaciones necesarias para ejecutar la unidad de obra menos el encofrado y las armaduras, así como su colocación que se abonará al precio del kg. de acero colocado. Los andamios, cimbreas, ejecución de juntas, operaciones de curado y otras operaciones necesarias, a juicio de la dirección de la obra, para la ejecución del hormigonado, se considerarán incluidas en los precios de los hormigones.

<u>Medida y abono:</u>

Los hormigones se medirán de acuerdo con los planos del proyecto, o con los planos de detalles resultantes del replanteo de las obras y se abonarán por metros cúbicos.

Advertencia sobre el abono de las obras de fábrica:

Únicamente se abonará el volumen de obra de fábrica realmente ejecutada, conforme a las condiciones y con la sujeción a los perfiles de replanteo y plano de los mismos, que figuran en el proyecto, o órdenes escritas del facultativo director; por lo tanto, en caso alguno serán de abono los excesos de obra de fábrica ejecutados por el contratista, por su cuenta sin tener en autorización del facultativo director. Por el abono de los incrementos de sección sobre la sección teórica mínima indicados en los planos de secciones tipos, será necesario que previamente haya sido ordenada su ejecución por el facultativo director, por escrito en el que conste de manera explícita las dimensiones que deben darse a la sección. Por esto el contratista estará obligado a exigir previamente a la ejecución de cada parte de obra, la definición exacta de aquellas dimensiones que no estén.

Armaduras

Las armaduras se colocaran limpias, sin óxido o cualquier substancia perjudicial. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones del proyecto, sujetos entre ellas y con el encofrado, de forma que no puedan experimentar movimientos durante el vertido y la compactación del hormigón y a fin de evitar coqueras. En vigas y elementos similares, las barras habrán de ir, al doblarse, cogidas con cercos o estribos a la zona de codo.

Cuando haya peligro de poderse confundir unas barras con otras, se prohíbe la utilización simultánea de aceros de características mecánicas diferentes. Se podrán utilizar, dentro de un mismo elemento, dos tipos diferentes de aceros, uno para la armadura principal y el otro para los estribos. Los cercos o estribos se sujetarán a las barras principales mediante ataduras u otros procedimientos adecuados, prohibiéndose expresamente la fijación mediante puntos de soldadura Se deberá cumplir la instrucción EH-99 en todo el que hace referencia a las armaduras (resistencia, límite elástico, etc...)

4.4.15-. Estructuras metálicas

Definición:

Se define como estructura metálica de acero, los elementos de este material que forman la parte sustentable de la edificación.

La forma y dimensiones de la estructura vendrán definidas en los planos correspondientes. Los aceros a emplear son los laminados en chapas o perfiles del tipo A-52 definidos por la norma UNE-36080-73. Todos los productos laminados habrán de tener una superficie lisa y se suministrarán en estado sucio de laminado El contratista deberá demostrar la calificación del personal que ejecute este tipo de obra.

Las uniones, cualquiera que sea su tipo, se realizarán de acuerdo con las indicaciones del proyecto, dirección facultativa y normativa vigente. Antes del montaje de la estructura se limpiarán y pintarán las partes de esta que habrán de restar ocultas. Se colocaran placas de apoyo sobre los macizos de fábrica de hormigón que se inmovilizarán una vez conseguidos los aplomos y alineaciones definitivas. Todos los elementos de la estructura que apoyen directamente sobre la fábrica o que empotren en ella.

Medida y abono:

Las estructuras o elementos estructurales de acero se medirán por kilogramos de acero incluyendo en el precio todos los elementos y operaciones de unión , montaje, ensayo, protección, puertos necesarios para la completa ejecución de acuerdo con el proyecto e indicaciones de la dirección facultativa. Todas las operaciones de montaje se incluirán en el precio, así como la protección y pintura que sean necesarias, de acuerdo con la normativa.

4.4.16-. Pinturas y estocadas

Se agrupan bajo esta denominación todos aquellos trabajos de revestimientos de superficies ejecutados con materiales fluidos generalmente acolorados y compuestos por elementos líquidos y sólidos, dosificados por tal de favorecer la conservación y que no se produzca la disgregación de los materiales empleados en la construcción, protegiéndolos contra los agentes atmosféricos e intemperie. Sus funciones fundamentales son de protección, decoración y funcionales Los revestimientos transparentes se denominarán barnices y los opacos pinturas.

Los tipos de pinturas a emplear, en cada tipo de elemento de obra vendrá definido en el proyecto, así como sus colores, acabados y texturas. Se presentarán muestras a la dirección facultativa antes de proceder al pintado de cualquier elemento.

Medida y abono:

La medida de las partidas de pintura será en metros cuadrados (m^2) totales ejecutados, diferenciando el tipo de apoyos que figuran en la medida y el tipo de pintura. En el precio se incluirá la repercusión del coste de preparación, limpieza, imprimación de los paramentos con productos adecuados a cada tipo de material y repasos, así como bastimentada y elementos necesarios para poder ejecutar el trabajo. La medida de la pintura de conducciones será en metros lineales (ml) incluyendo la parte proporcional de anclajes y apoyos, totalmente acabada.

4.4.17-. Unidades de obra civil

Pavimentos

Antes de proceder al tendido de la capa ultima capa, se comprobará con especial atención la calidad de los trabajos de refino y compactación de la mencionada capa de base y se ejecutarán los ensayos necesarios. Los porcentajes de humedad del material y de la superficie de la base serán los correctas y se comprobarán las pendientes transversales.

Asfaltos

Las mezclas asfálticas en caliente serán aprobadas por el propio uso del encargado facultativo, su calidad, características y condiciones se ajustarán a la instrucción por el protocolo de fabricación y tabla en obra de las mezclas bituminosas, así como las instrucciones vigentes, sobre firmes flexibles. Cumplirán, en todo momento, las especificaciones de la normativa vigente. Se mesurarán y abonarán por toneladas (Tn) calculadas a partir de los metros cuadrados (m^2) de pavimento ejecutado, y con el grueso definido a los planos del proyecto y la densidad real obtenida a los ensayos.

Los precios incluirán la ejecución de las regueras de imprimación y adherencia y de toda la obra de la pavimentación incluido los transporte, fabricación, tendido, compactación y los materiales (áridos, ligaduras y posibles aditivos).

Otros pavimentos

En cuanto a las especificaciones de los materiales a emplear, las dosificaciones de los mismos, el equipo necesario para la ejecución de las obras, la forma de ejecutarlas, así como la medida y abono de las unidades referidas al tipo de pavimento tal y como tratamientos superficiales, pavimentos de hormigón, se estará, en todo momento, a aquello que dispone la normativa vigente, quitado de las ligaduras, que se consideran siempre incluidos en la unidad de obra definida.

4.5-. Pliego condiciones técnicas eléctricas

4.5.1-. Red subterránea de media tensión

Para la buena marcha de ejecución de un proyecto de línea eléctrica de media tensión, es conveniente hacer un análisis de los diferentes pasos que hace falta seguir y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de empezar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

1.- Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas Condicionados de Organismos, etc.).

2.- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización fijándose en la existencia de bocas de reguera servicios telefónicos, de agua,…

3.- Una vez realizado el mencionado reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), porque señalan sobre el plan de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.

4.- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas, con objeto de evitar en la medida que se pueda, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.

5.- El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios para los accesos a las porches comercios, garajes, etc..., o como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobro la zanja para el paso de vehículos, etc...

Todos los elementos de protección y señalización los deberá tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

4.5.1.1-. Zanjas

Su ejecución comprende:

- Apertura de las zanjas
- Suministro y colocación de protección de arena.
- Suministro y colocación de protección de zanjas y baldosa
- Colocación de la cinta de Atención al cable
- Tapado y apisonado de las zanjas
- Carga y transporte de las tierras sobrantes
- Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

4.5.1.1.1-. Apertura de las Zanjas

Las canalizaciones, excepto casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio privado, bajo las aceras, evitando ángulos pronunciados. El trazado será el más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a aceras o fachadas de los edificios principales. Antes de proceder a comenzar los trabajos, se marcarán al pavimento de las aceras las zonas dónde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura

como su longitud y las zonas dónde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si hay forma posible de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con objeto de tomar las precauciones necesarias. Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto. Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hace falta dejar en la curva de acuerdo con la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocando entibaciones en los casos en qué la naturaleza del terreno lo haga necesario.

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con objeto de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja. Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registras de gas teléfonos, bocas de reguera, cloacas, etc.

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

En los pasos de carruajes entradas de garajes etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra

4.5.1.1.2-. Colocación de Protecciones de Arenas

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de substancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, por esto si sería necesario, se tamizara o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que tenga las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se utilice la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la obra, será necesario su cribado.

En la cama de la zanja irá una capa de 10 cm de grueso de arena, sobre la cual se situará el cable. Encima del cable irá otra capa de 15 cm de grueso de arena. Ambas capas ocuparán la anchura total de la zanja.

4.5.1.1.3-. Colocación de Protección de Roseta y Baldosa

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de roseta o baldosa, siendo su anchura de 25 cm cuando se trata de proteger un solo cable o terna de cables en mazos. La anchura se incrementará en 12,5 cm por cada cable o terna de cables en mazos que se añada en la misma capa horizontal.

Las baldosas o rosetas serán cerámicas, duras y fabricadas con buenas arcillas. Su cocción será perfecta y su fractura será uniforme, sin cálices ni cuerpos extraños. Tanto las baldosas vacías como las rosetas estarán fabricados con barro fino y presentarán caras llanas con estrías.

Cuando se extiendan dos o más cables tripolares de media tensión de una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocara a toda la base de la zanja una baldosa en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm entre ellos.

4.5.1.1.4-. Colocación de la Cinta de Atención al Cable

En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de policloruro de vinilo, que denominaremos Atención a la existencia del cable!, tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazas y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

4.5.1.1.5-. Tapado y Piconado de las Rasas

Una vez colocadas las protecciones del cable señaladas anteriormente, se llenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gordas, tajantes o runas que puedan traer), apisonada, realizarse los 20 primeros cm de forma manual y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de grueso, las cuales serán apisonadas y regadas, si sería necesario, a fin de que quede lo suficiente consolidado el terreno.

La cinta de Atención al cable! Se colocara entre dos de estas capas. El contratista será responsable de las cementaciones que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posterior reparaciones que hayan de ejecutarse.

4.5.1.1.6-. Transporte al Vertedero de las Tierras Sobrantes

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasetes, así como el esponjé normal del terreno serán retiradas por el contratista y portadas a vertedero. El puesto de trabajo quedará libre de estas tierras y completamente limpio.

4.5.1.1.7-. Utilización de los Dispositivos de Balizamientos

Durante la ejecución de las obras, estas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas municipales.

4.5.1.1.8-. Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,60 m de anchura mediana y profundidad 1,10 m, tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras. La separación mínima entre estos cables tripolares, o de cables unipolares, componentes de diferente circuito, deberá ser de 0,20 m separados por una baldosa, o de 25 cm entre capas externas sin baldosa intermedia.

La distancia entre capas externas de los cables unipolares de fase será como mínimo de 8 cm con una baldosa o roseta colocado de canto entre cada dos de ellos a todo el largo de las canalizaciones.

Al ser de 10 cm la cama de arena, los cables irán como mínimo a 1 m de profundidad. Cuando esto no sea posible y la profundidad sea inferior a 0,70 m habrán de protegerse los cables con chapas de hierro tubos de fundición u otros dispositivos que aseguran una resistencia mecánica equivalente, siempre de acuerdo y con la aprobación del Supervisor de la obra.

Cuando al abrir catas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos.

- Se avisará a la empresa propietaria de los mismos.

- El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el supuesto de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que sea necesario cambiarlos de ubicación para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables tendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con objeto de evitar que las piezas de conexión, tanto en entronques como en derivaciones, puedan deteriorarse.

- Se establecerán los nuevos cables de forma que no se crucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.

- Se procurará que la distancia mínima entre servicios sea de 30 cm a la proyección horizontal de ambos.

- Cuando en la proximidad de una canalización hayan apoyos de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado privado, etc., el cable se colocara a una distancia mínima de 50 cm de los bordes extremos de los apoyos.

- Esta distancia pasará a 150 cm cuando el apoyo esté sometido a un esfuerzo de tensión permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundición del apoyo, prolongada una longitud de 50 cm a un lado y a otros de los bordes extremos de aquella, con la aprobación del Supervisor de la obra

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja y media tensión, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y traerá su correspondiente protección de arena y roseta.

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados junto a la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión junto a la zanja más próxima a los mismos. De esta manera se conseguirá prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar a la proyección vertical entre estos de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando se los haya, se realizarán de acuerdo con el que indica los planes del proyecto.

4.5.1.2-. Ruptura de pavimentos

Además de las disposiciones dadas por la entidad propietaria de los pavimentos, para la ruptura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- La ruptura del pavimento con maza está rigurosamente prohibida, hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lijadora.

- En el supuesto de que el pavimento esté formato por losas, adoquines, cantos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán estos con la precaución debida para no ser dañados, colocándolos de la forma que no sufran ningún tipo de deterioro y de la forma que no molestan a la circulación.

4.5.1.3-. Reposición de pavimentos

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos. Habrá de conseguirse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo el más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc... En general serán utilizados materiales nuevos excepto las losas de piedra, rastrillo de granito y otros parecidos.

4.5.1.4-. Cruzamientos (cables entubaos)

El cable habrá de ir en interior de tubos en los casos siguientes:

- Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- A las entradas de garajes públicos o privados.
- A los lugares dónde por varias causas no debe dejarse tiempos la zanja abierta.
- A los lugares dónde se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la obra.

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes calidades y condiciones:

- Los tubos podrán ser de cemento, plástico, fundición de hierro, etc... procedentes de fábricas de garantía siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce que se trate. La superficie de los tubos será lisa y se colocaran de forma que en sus entronques la boca hembra esté situada antes de que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a este en la mencionada operación.

- El cemento será Pòrtland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de forjado, las condiciones de la vigente Instrucción Española del Ministerio de Obras Públicas. Habrá de estar envasado y almacenado convenientemente para no perder las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de forjado lento

- La arena será limpia, suelta, áspera, crujiendo al tacto y exenta de substancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fundición necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o blanda y la dimensión de sus granos será de hasta 2 o 3 mm.

- Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura de silicio, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea guijarro. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm con granulometría apropiada. Se prohíbe la ocupación del revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como escombros o materiales blandos.

- Se utilizará el agua de río o brollador, quedando prohibido la ocupación de aguas procedentes de pantanos.

- La dosificación a utilizar para la mezcla será la normal en este tipo de hormigones para fundiciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas.

- Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes para tener toda la zanja dispuesta para el tendido del cable. Estos cruces serán siempre rectas, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada.

- Sobresaldrán a la acera, hacia el interior, unos 20 cm del rastrillo (construirse en los extremos un tabique para su fijación).

- El diámetro de los tubos será de 20 cm. Su colocación y la sección mínima del cimentado responderá al que se indica en los planos. Por otro lado, los tubos estarán cimentados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm de profundidad, se dispondrán de unos tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esta zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que en acabarse la misma se queden de reserva, habrán de taparse con roseta y algez, estela a su interior un hilo de Aram galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc... habrán de proyectarse con todo detalle.

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

A los tramos rectos, cada 15 o 20 m según el tipo de cable para facilitar su tendido se dejarán catas abiertas de una longitud mínima de 3 m en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable, estas catas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para posteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.

Para cimentar los tubos se procederá del modo siguiente:

Se echa previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm de grueso sobre la cual se asienta la primera capa de tubos separados entre si unos 4 cm procediéndose a continuación a cimentarlos hasta cubrirlos del todo. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se cimentará igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o baldosa siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

No se admitirán ángulos inferiores a 90 y todavía estos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 30 m serán necesarias las arquetas intermedias de media curva en los tramos de tendido y que no estén distantes entre si más de 30 m.

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por qué normalmente no ha de haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán mediante marcos y tapas.

A la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm a bulto del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con algez de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se macizara con arena hasta cubrir el cable como mínimo. La situación de los tubos a la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso habrán de tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que facilitan su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento

4.5.1.5-. Cruzamiento y paralelismo con otras instalaciones

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo. El mencionado tubo sobrepasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m y a una profundidad mínima de 1,30 m respeto a la cara inferior de las quinielas. En cualquier caso se seguirán las instrucciones del condicionado del organismo competente.

En el caso de cruzamiento entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,25 m.

La mínima distancia entre la generatriz del cable de energía y la de una conducción metálica no debe ser inferior a 0 ,30 m Además entre el cable y la conducción ha de estar interpuesta una plancha metálica de 3 mm de grueso como mínimo u otra protección mecánica equivalente, de anchura igual al menos al diámetro de la conducción y de todos modos no inferior a 0,50 m.

Análoga medida de protección ha de aplicarse en el supuesto de que no sea posible tener el punto de cruzamiento a distancia igual o superior a 1 m de un entronque del cable. En el paralelismo entre el cable de energía y conducciones metálicas enterradas, se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de:

- 0,50 m para gaseoductos
- 0,30 m para otras conducciones

En el caso de cruzamiento entre renglones eléctricos subterráneos y líneas de telecomunicación subterránea, el cable de energía eléctrica debe ser, normalmente, estar situado por bajo del cable de telecomunicación.

La distancia mínima entre la generatriz externa de cada uno de los dos cables no debe ser inferior a 0,50 m. El cable colocado superiormente ha de estar protegido por un tubo de hierro de 1m de largo como mínimo, de tal forma que se garantice que la distancia entre las generatrices exteriores de los cables a las zonas no protegidas, sea mayor que la mínima distancia establecida en el caso de paralelismo medido en proyección horizontal.

El mencionado tubo de hierro ha de estar protegido contra la corrosión y presentar una adecuada resistencia mecánica; su grueso no será inferior a 2 mm.

Dónde por justificadas exigencias técnicas, no pueda ser respetada la mencionada distancia mínima sobre el cable inferior, debe ser aplicada una protección análoga a la indicada para el cable superior.

En todo caso, la distancia mínima entre los dos dispositivos de protección no debe ser inferior a 0,10 m. El cruzamiento no ha de efectuarse en correspondencia con una conexión del cable de telecomunicación y no ha de haber entronques sobre el cable de energía, a una distancia inferior a 1 m.

En el caso de paralelismo entre renglones eléctricos subterráneos y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables han de estar a la mayor distancia posible entre sí. Dónde se exijan dificultades técnicas importantes, se puede admitir una distancia mínima en proyección sobre un plan horizontal, entre los puntos más próximos de las generatrices de los cables, no inferior a 0,50 m en los cables interurbanos o a 0,30 m en los cables urbanos.

4.5.1.6-. Extendido de cables

4.5.1.6.1 Manejo y Preparación de Bobinas

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hace falta fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con objeto de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma. La bobina no ha de almacenarse sobre un tierra blando.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad el tendido. En el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar costa bajo. También hace falta tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con objeto de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso del cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones encontradas a fin de que las espirales de los tramos se correspondan. Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por unos caballetes y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

4.5.1.6.2-. Tendido de Cables en Zanja

Los cables deben ser siempre desenrollados y ademanes a su lugar con la mayor atención, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc... y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se extiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. También se puede canalizar mediante caballetes, tirando del extremo del cable, a qué se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mm^2 de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso, el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm^2 en cables trifásicos y a 5 kg/mm^2 para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trata de aluminio deben reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir la mencionada tracción mientras se extiende. El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y construidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable. Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o frotadas No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por la vía de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano. Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en toda su longitud, habrá de estar cubierta con una capa de 10 cm de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm de arena fina y la protección de roseta. En caso alguno se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanquidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalizan para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzaran al menos a un metro con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de extender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar

que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en el suyo tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al acabar los trabajos, en la misma forma en qué se encontraban inicialmente. Si involuntariamente se causara alguna avería en los servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, a fin de que proceden a la suya reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista, tendrá las señales de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si se debiera llamar para comunicar una avería.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo cual se originaría un arrastre de la arena que sirve de cama a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al sesgo para disminuir la pendiente, y de no ser posible, es conveniente que en esta zona se traiga la canalización entubada y recibimiento con cemento.

Cuando dos o más cables de media tensión discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación etc..., habrán de señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para lo cual cada metro y medio, cintas adhesivas de colores diferentes para cada circuito, y en fajas de anchuras diferentes para cada fase si son unipolares.

De todos modos, al ir separados sus ejes 20 cm mediante una baldosa o roseta colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no han de cruzarse en todo el recorrido entre dos Centros de Transformación.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por esto es muy importante que los cables o mazas de cables no cambian de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Cada metro y medio serán colocados por fase una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para lo cual los colores normalizados cuando se trato de cables unipolares.

- Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocaran unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe los conductores y los mantenga unidos, excepto indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazas, las vueltas de cinta citadas habrán de ser de colores diferentes que permiten distinguir un circuito de otro

- Cada metro y medio envolviendo cada conductor de media tensión tripolar, serán colocados unas vueltas de cintas adhesivas y permanentes de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

4.5.1.6.3-. Tendido de Cables en Tubulares

Cuando el cable se extienda a mano o con caballetes y dinamómetro, y deba pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que traerá incorporado un dispositivo de manguera echa de cables, teniendo atención que el esfuerzo de tracción sea el más débil posible, con objeto de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente. Se situará una persona a la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o frotadas al tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo. Nunca se habrán de pasar dos cables trifásicos de media tensión

por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en la medida que se pueda las canalizaciones con grandes tramos entubaos y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias a los lugares marcados en el proyecto, o si no dónde lo indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado de cruces con cables entubaos).

Una vez extendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Ata Peyr o parecida, para evitar el arrastre de tierras roedores, etc., por su interior y servir al mismo tiempo de almohadilla del cable. Por esto se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobran

4.5.1.7-. Entronques

Se realizarán los correspondientes entronques indicados en el proyecto, cualquiera que sea el suyo aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico. Para su confección se seguirán las normas dadas por el director de Obra o si no ha las indicadas por el fabricante del cable o el de los entronques.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial atención en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como a realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueras. El corte de los corros de papel se hará por estropeado y no con tijera, navaja, etc. En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductora porque ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

4.5.1.8-. Terminales

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el director de Obra o si no ha el fabricante del cable o el de los terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial atención en las soldaduras, de forma que no queden poro por dónde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose este con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta sobrepase por la parte superior

Asimismo, se tendrá especial atención en el doblado de los cables de papel impregnado, para no frotar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla. Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel y la limpieza de los trozos de cinta semiconductora dadas en el apartado anterior de Entronques.

4.5.1.9-. Auto válvulas y seccionador

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico serán pararrayos auto valvulares tal y como se indica en el correspondiente apartado de la Memoria Descriptiva, colocados sobre el apoyo de entronque, inmediatamente tras el Seccionador según el sentido de la corriente.

El conductor de tierra del pararrayo se colocará por el interior del apoyo resguardado por las caras del angular del montaje y hasta tres metros del tierra e irá protegido mecánicamente por un tubo de material no hierro magnético. El conductor de tierra a emplear será de cobre aislado para la tensión de servicio de 50 mm² de sección y se unirá a los electrodos de barra necesarios para conseguir una resistencia de tierra

inferior a 20Ω. La separación de ambas presas de tierra será como mínimo de 5 m.

Se pondrá especial atención a dejar regulado perfectamente el accionamiento del mando del seccionador.

Los conductores de tierra atravesarán la fundamentación del apoyo mediante tubos de fibrocemento de 6 cm inclinados de forma que partiendo de una profundidad mínima de 0 ,60 m salgan el más recto posible de la peana en los puntos de bajada de sus respectivos conductores.

4.5.1.10-. Herramientas y conexiones

Se procurará que los apoyos de las botellas terminales queden fijos tanto a las paredes de los centros de transformación como las torres metálicas y tengan la necesaria resistencia mecánica para soportar el peso de los apoyos, botellas terminales y cable. Asimismo, se procurará que queden completamente horizontales.

4.5.1.11-. Transporte de bobinas de cables

La carga y descarga sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina. Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abrazan la bobina y se apoyan sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al tierra desde un camión o remolque.

4.5.2-. Centros de transformación

4.5.2.1-. Obra civil

Los edificios, locales o recintos destinados a alojar a su interior la instalación eléctrica descrita en el presente proyecto, cumplirán las Condiciones Generales prescritas en las Instrucciones del MIE-RAT 14 de Reglamento de Seguridad en centrales Eléctricas, referentes a su situación, inaccesibilidad, pasos y accesos conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones etc. Los centros estarán constituidos enteramente con materiales no combustibles

Los elementos que delimitan cada Centro (muros exteriores, cubiertas, solera, puertas, etc...), así como los estructurales en él contenidos (columnas, vigas, etc...) tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con la norma NBE CPI-96. Los materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de clase MO de acuerdo con la Norma UNE 23727.

Tal y como se indica en el correspondiente apartado de la Memoria Descriptiva, los muros del Centro habrán de tener entre sus paramentos una resistencia mínima de 100.000Ω además de su realización. La medida de esta resistencia se realizará aplicando una tensión de 500 V entre dos placas de 100 cm^2 cada una.

Los centros de Transformación tendrán un aislamiento acústico de forma que no transmiten niveles sonoros superiores a los permitidos por las Ordenanzas municipales. Concretamente, no se superarán los 30 dBA durante el periodo nocturno y los 55 dBA durante el periodo diurno.

Ninguna de las aperturas de los centros de transformación será tal que permita el paso de cuerpos sólidos de más de 12 mm de diámetro. Las aperturas próximas a partes en tensión no permitirán el paso de cuerpos sólidos de más de 2,5 mm de diámetro. Además, existirá una disposición laberíntica que impida tocar algún objeto o parte en tensión

4.5.2.2-. Paramenta de media tensión

La paramenta de Media Tensión estará constituida por conjuntos compactas serie CGC de la casa ORMAZABAL. Cada uno de estos conjuntos se encontrará bajo una envoltura metálica y estarán diseñados para una tensión admisible de 36 KV.

La Paramenta de Media Tensión cumplirá con las siguientes normas:

Normas Nacionales:

- RU-6405
- RU- 6407
- UNEIX-20.099
- UNEIX-20.100
- UNEIX-20.104
- UNEIX-20.135
- MIE RAT

Normas Europeas:

- BS-5227
- CEI-265
- CEI-298
- CEI-129

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra habrán de ser un único aparato de tres posiciones (abierto, cerrado y puesta a tierra), con objeto de asegurar la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y el seccionador de puesta a tierra. El interruptor deberá ser capaz de soportar el 100% de su intensidad nominal y más de 100 maniobras de cierre y apertura correspondiente a la categoría B según la norma CEI 265.

4.5.2.2.1-. Características Constructivas

Los conjuntos compactos habrán de tener una envoltura única con dieléctrico de hexafluoruro de azufre. Toda la paramenta estará agrupada en el interior de un cubo metálico estanco, lleno de hexafluoruro de azufre. En el cubo habrá una sobre presión de 0,3 bares sobre la presión atmosférica. Se deberá encontrar sellada de tal forma que garantice que al menos durante 30 años no sea necesaria la reposición de gas. El cubo cumplirá con la norma CEI 56 (anexo EE).

En la parte posterior se dispondrá de una claveta de seguridad que asegure la evacuación de las eventuales sobre presiones que se puedan producir, sin daño ni por al operario ni por las instalaciones. La seguridad de explotación será completada por los dispositivos de enclave por el candado existentes en cada uno de los ejes de accionamiento. Serán celdas de interior y su grado de protección según la Norma 20-324-94 será IP 307 en cuanto a rodeando externa.

Los cables se conectarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la célula a una altura ergonómica con objeto de facilitar la explotación.

El interruptor será en realidad interruptor-seccionador. En la parte frontal superior de cada celda se

dispondrá un esquema sinóptico del circuito principal, que contenga los ejes de accionamiento del interruptor y del seccionador de puesta a tierra. Se incluirá también en este esquema la señalización de posición del interruptor. Esta señalización estará atada directamente al eje del interruptor sin mecanismos intermedios, de esta forma se asegura la máxima fiabilidad.
Las celdas responderán en la suya concepción y fabricación a la definición de paramenta bajo envoltura metálica con varios compartimentos de acuerdo con la norma UNE 20099.

A continuación se irán detallando las características que habrán de cumplir los diferentes compartimentos que componen las celdas.

4.5.2.2.2-. Compartimento de Aparellaje

Estará llenas de SF6 y sellado de por vida según se define en la recomendación CEI 298- 90. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). La presión relativa de funcionamiento será 0,3 bares.

Toda sobre presión accidental originada al interior del compartimento de Aparellaje estará limitada por la apertura de la parte posterior del carter. Los gases serán canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

El seccionador de puesta a tierra dentro del SF6, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 kA. El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

4.5.2.2.3-. Compartimento del Juego de Barras

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre conexionadas mediante caracoles de cabeza Allende de M8. El par de atornillar será de 2,8 mdaN.

4.5.2.2.4-. Compartimento de Conexión de Cables

Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado. Las extremidades de los cables serán:

- Simplificadas en cables secos
- Termorretráctil para cables de papel impregnado

4.5.2.2.5-. Compartimento de Mando

Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios si se requieren posteriormente:

- Motorizaciones
- Bobinas de cierre y o/apertura
- Contactos auxiliares

Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión al centro.

4.5.2.2.6-. Compartimento de Control

En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión tanto en barras como en los cables.

4.5.2.2.7-. Corta circuitos Fusibles

En la protección rupto-fusible se utilizarán fusibles del modelo y calibre indicados en el capítulo de Cálculos de esta memoria. Los fusibles cumplirán las normas DIN 43-625 y R .Uno. 6.407-B. Se instalaran en tres compartimentos individuales estancos. El acceso a estos compartimentos estará enclavado con el seccionador de puesta a tierra. Este último pondrá a tierra ambos extremos de los fusibles.

4.5.2.3-. Transformadores

El transformador o transformadores a instalar será trifásico, con neutro accesible en Baja Tensión, refrigeración natural en baño de aceite, con regulación de tensión primaria mediante conmutador accionable estando el transformador desconectado, servicio continuo y el resto de características detalladas en la memoria.

La colocación de cada transformador se realizará de forma que este quede correctamente instalado sobre las vigas de apoyo.

4.5.2.4-. Normas de ejecución de las instalaciones

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planes, medidas y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de aquello que se ha expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de la propia compañía eléctrica.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito a la obra, retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

4.5.2.5-. Pruebas reglamentarias

La paramenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipos y de serie que contemplan las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de una entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, el medir reglamentariamente los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación

- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto

4.5.2.6-. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

4.5.2.6.1-. Prevenciones Generales

- Queda terminantemente prohibida la entrada al local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cercado con llave.

- Se pondrán en lugar visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte.

- En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del Centro de Transformación como banquillo, guantes, etc...

- No está permitido fumar, ni encender cerillas, ni cualquier otra clase de combustible al interior del local del Centro de Transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

- No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

- Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre el banquillo

- En lugar bien visible estarán colocados las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, habiendo de estar el personal instruido prácticamente a este respeto, para aplicarlas en caso necesario.

- También, y en lugar visible, debe figurar el presente reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por el Departamento de Industria, a qué se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este Centro de Transformación, para su inspección y aprobación.

4.5.2.6.2-. Puesta en Servicio

- Se conectará primero los seccionadores de media tensión y a continuación el interruptor, estela en vacío al transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja tensión, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

- Si al poner en servicio una línea se disparara el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea y instalaciones y si se observara alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía eléctrica.

4.5.2.6.3-. Separación de Servicio

- Se procederá en orden inverso al determinado en el anterior apartado, o sea desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de media tensión y seccionadores.

- Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por tiro instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.

- Con objeto de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y hojas de los

interruptores así como en las bornes de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si se tuviera que intervenir en la parte de la línea comprendida entre la celda de entrada y el seccionador aéreo exterior, se avisará por escrito a la compañía suministradora de energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora. Los trabajos no podrán empezar sin la conformidad de esta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las necesarias garantías, la notificación que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para garantizar la seguridad de personas y cosas.

- La limpieza se hará sobre banquillo y con trapos perfectamente secos. El aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo el banquillo en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

4.5.2.6.4-. Prevenciones Especiales

- No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

- No debe sobrepasar los 60ºC la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.

- Han de estar húmedas frecuentemente las presas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observara alguna anomalía en el funcionamiento del Centro de Transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

4.5.3-. Red subterránea de baja tensión

4.5.3.1-. Trazado de línea y apertura de zanjas

4.5.3.1.1-. Trazado

Las canalizaciones, excepto casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio privado, bajo las aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados y de acuerdo con el proyecto.

El trazado será el más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales, con cuenta de no afectar a las fundamentación de los mismos.

4.5.3.1.2-. Apertura de Zanjas

Antes de empezar los trabajos, se marcarán al pavimento las zonas dónde se abrirán las zanjas (término que se utilizará en el que sigue para designar la excavación en qué se han de instalar los cables) marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas dónde se dejan claves para la contención del terreno.

Si hay posibilidad de conocer las conexiones de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con objeto de tomar las precauciones necesarias.

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

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

paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura de las mismas, que no podrá ser inferior a 10 veces el diámetro de los cables que se vayan a canalizar en la posición definitiva y 20 veces en el tendido.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad determinada, colocándose entibaciones en los casos en qué la naturaleza del terreno lo haga necesario.

Se eliminará toda rugosidad del fondo que pudiera dañar la cubierta de los cables y se extenderá una capa de arena fina de 0,04 m de grueso, que servirá para nivelación del fondo y asiento de los cables cuando vayan directamente enterrados.

Se procurará dejar un paso de 0 ,05 m entre la zanja y las tierras extraídas, con objeto de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja .

4.5.3.1.3-. Valla y Señalización

La zona de trabajo estará adecuadamente vallada, y dispondrá de las señalizaciones necesarias y de iluminación nocturna en color ámbar o rojo.

La valla ha de abrazar todo elemento que altere la superficie vial (casetas, maquinaria, materiales apilados, etc...), será continuo en todo su perímetro y con vallas consistentes y perfectamente alineadas, delimitando los espacios destinados a peatones, tráfico rodado y canalización. La obra estará identificada en rótulos normalizados por los ayuntamientos.

Se instalará la señalización vertical necesaria para garantizar la seguridad de peatones automovilistas y personal de obra. Las señales de tránsito a disponer serán, como mínimo, las exigidas por el Código de Circulación y las Ordenanzas vigentes.

4.5.3.1.4-. Dimensiones de las Zanjas

Las dimensiones (anchura y profundidad) de las canalizaciones se establecen de forma que su realización sea la más económica posible y que al mismo tiempo, permita una instalación cómoda de los cables.

Por otro lado, según el correspondiente apartado de la Memoria Descriptiva se determina que la profundidad mínima de instalación de los conductores directamente enterrados o dispuestos en conductos será de 0,60 m, excepto aquello que se ha establecido específicamente para cruzamientos.

Esta profundidad podrá reducirse en casos especiales debidamente justificados, pero debiendo de entonces utilizarse chapas de hierro tubos u otros dispositivos que aseguran una protección mecánica equivalente de los cables, teniendo en cuenta que de utilizar tubos, debe colocarse a su interior los cuatro conductores de baja tensión.

4.5.3.1.4.1-. Zanjas en acera

La profundidad de las zanjas se fija en 0,70 m, atendiendo a las consideraciones anteriores.

La anchura de la zanja debe ser la más reducida posible, por razones económicas, y relacionada con la profundidad para permitir una fácil instalación de los cables. Extendiendo, además, en cuenta la dimensión del revestimiento de las aceras (losetas de 20 cm), se establece en 0,40 m la anchura de las mismas, para los casos de 1 y 2 circuitos.

Un caso singular son las zanjas en calzada paralela a los bordillos y con protección de arena, a utilizar cuando la acera se encuentra saturada de servicios, en este caso la profundidad será de 90 cm.

4.5.3.1.4.2-. Zanjas en Calzada, Cruces de calles o carreteras

En los casos de cruces, los cables que se instalen discurrirán por el interior de tubulares, proveerse de un o varios tubos para futuras ampliaciones, dependiendo su número de la zona y situación del cruce.
Hasta tres tubulares, la profundidad de la zanja será de 0,90 m y 1,00 m para 4 o 6 tubulares. Las anchuras de las zanjas variarán en función del número de tubulares que se disponen.

4.5.3.1.4.3-. Zanjas en Vados

La profundidad de las zanjas se fija en 0,70 m porque guardo relación con la de las zanjas en aceras y paseos. Las anchuras variarán en función del número de tubulares que se instalen.

4.5.3.1.5-. Varios Cables en la Misma Zanja

Cuando en una zanja coincidan varios fajos de cable de BT, se dispondrán a la misma profundidad, manteniendo una separación de 8 cm, como mínimo, entre dos fajos de cables adyacentes y se aumentará la anchura de la excavación así como la de la protección mecánica.

Si se trata de cables de Baja y Media Tensión que hayan de discurrir por la misma zanja, se situarán los de Baja Tensión a la profundidad reglamentaria (60 cm, si se trata de aceras y paseos). La distancia reglamentaria entre ambos circuitos debe ser de 25 cm; en el caso de no poder conseguirse por la dimensión de la zanja, los cables de Media Tensión se instalaran bajo tubo. A los vados y cruces ambos circuitos de Baja y Media Tensión estarán entubados. Tanto una como otra canalización contarán con protección mecánica.

4.5.3.1.6-. Características de los Tubulares

Presentarán una superficie interior lisa y tendrán un diámetro interno apropiado al de los cables que hayan de alojar y no inferior a 1 ,5 veces el diámetro aparente del fajo. Los tubos serán de polietileno de alta densidad y de diámetro exterior de 140 mm.

4.5.3.2-. Transporte de bobinas de los cables.

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

Bajo ningún concepto, se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que lo abrazan y se apoyan sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo, no se podrá dejar caer la bobina al tierra desde el camión o remolque, aunque el suelo esté cubierto de arena.

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

Las bobinas no han de almacenarse sobre un tierra blando. Antes de empezar el tendido del cable, se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso del suelo con pendiente, es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

4.5.3.3-. Tendido de cables

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por barras y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenada El desenrollado del conductor se realizará de forma que este salga por la parte superior de la bobina.

El fondo de la zanja habrá de estar cubierto en toda su longitud con una capa de arena fina de 4 cm de grueso antes de proceder al tendido de los cables.

Los cables deben ser siempre desenrollados y ademanes a su lugar con la mayor atención, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo en cuenta siempre que el radio de curvatura en el tendido de los mismos, aunque sea accidentalmente, no debe ser inferior a 20 veces su diámetro.

Para la coordinación de movimientos de tendido se dispondrá de personal y los medios de comunicación adecuados.

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

También se puede extender mediante caballetes, tirante del extremo del cable a qué se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no ha de exceder de 3 kg/mm2. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir esta tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y construidos de forma que no dañan el cable, dispuestos sobre el fondo de la zanja, para evitar el rozamiento del cable con el terreno. Durante el tendido, se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o frotadas. En las curvas, se tomarán las medidas oportunas para evitar rozamientos laterales de cable. No se permitirán desplazar lateralmente el cable por la vía de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano. Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja y siempre sobre rodillos. No se dejarán nunca los cables tendidos en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlos con la capa de arena fina y la protección de la placa En todo momento, las puntas de los cables habrán de estar selladas mediante capuchones termo retráctiles o cintas auto vulcanizadas para impedir los efectos de la humedad, no dejándose los extremos de los cables en la zanja sin haber asegurado antes la buena estanquidad de los mismos.

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

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

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al acabar los trabajos, en iguales condiciones en qué se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería a los dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la empresa correspondiente a fin de que proceda a su reparación.

Cada metro y medio, envolviendo las tres fases y el neutro, se colocara una sujeción que agrupe los conductores y los mantenga unidos, evitando la dispersión de los mismos por efecto de las corrientes de cortocircuito o dilataciones.

Antes de pasar el cable por una canalización entubada, se limpiará la misma para evitar que queden salientes que puedan dañarlos. A las entradas de los tubulares se evitará que el cable frote con los lados de los mismos.

Una vez tendidos los cables, los tubos se taparán con algez, material expansible o mortero ignífugo.

Se procurará separar los cables entre si con objeto de poder introducir el material de sellado entre ellos. Los tubos que se instalen y no se utilizan se taparán con baldosas. Cuando las líneas salgan de los Centros de Transformación se empleará el mismo sistema descrito. La parte superior de los cables quedará a 60 cm de profundidad.

4.5.3.4-. Cruzamientos

4.5.3.4.1-. Cables de BT Directamente Enterrados

Se procurará efectuar el cruzamiento a una distancia superior a 25 cm y la distancia mínima del punto de cruce hasta un entronque será del menos 1 m. En los casos en qué no puedan respetarse estas distancias, el cable que se tienda último se dispondrá separado mediante divisiones de adecuada resistencia mecánica. Según una resolución de la Generalitat de Cataluña (DOG núm. 1649 Del 25.09.92) esta protección podría ser con baldosas macizas de 290x140x40 mm, con una capa de arena a cada lado de 20 mm mínimo.

4.5.3.4.2-. Conductores Telefónicos o Telegráficos Subterráneos

Se procurará efectuar el cruzamiento a una distancia superior a 20 cm, la distancia mínima del punto de cruce hasta un entronque será al menos de 1 m. El cable de energía diez, normalmente, estar situado por bajo del cable de Telecomunicación.

Si por justificadas exigencias técnicas no se pudiera respetar las distancias señaladas, sobre el cable inferior ha de aplicarse una protección de adecuada resistencia mecánica.

4.5.3.4.3-. Conducciones de Agua y Gas

Se procurará efectuar el cruzamiento a una distancia superior a 20 cm, en el caso de cruces con cañerías de gas de alta presión (más de 4 bar) esta distancia mínima será de 40 cm. No ha de efectuarse el cruce sobre la proyección vertical de las uniones no soldadas de la conducción metálica.

En el caso de no poder mantener las distancias especificadas se colocara una protección mecánica de adecuada resistencia. No ha de existir ningún entronque del cable de energía a una distancia inferior a 1m.

4.5.3.5-. Proximidades y paralelismo

La distancia mínima a mantener entre la canalización de Baja Tensión y otra existente de Media Tensión (o bien de Baja Tensión perteneciente a otra empresa) será de 25 cm.

Entre Baja Tensión y cables de comunicación la distancia a mantener será de 20cm. Con las conducciones enterradas de agua y gas, la distancia a mantener será de 20 cm (si son conexiones de servicios será de 30 cm) y no deben situarse los cables eléctricos sobre la proyección vertical de la cañería Para reducir distancias, interponer divisorias con material incombustible y de adecuada resistencia mecánica.

4.5.3.6-. Protección mecánica.

Las líneas eléctricas subterráneas han de estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas en eventuales trabajos de excavación.

Para señalizar la existencia de las mismas y protegerlas al mismo tiempo, se colocará encima de la capa de arena, una placa de protección. La anchura se incrementará hasta cubrir todos los fajos en caso de haber más de una.

4.5.3.7-. Señalización.

Todo conjunto de cables ha de estar señalado por una cinta de atención, de acuerdo con la RU 0205 , colocado a 0,40 m aproximadamente, a bulto de la placa de protección.

Cuando en la misma zanja existan líneas de tensión diferente (Baja y Media Tensión), en diferentes planes verticales, debe colocarse la cinta encima de cada conducción.

4.5.3.8-. Rellenado de zanjas.

Se efectuará por capas de 15 cm de grueso y con apisonado Mecánico.

A la cama de la zanja irá una capa de arena fina de 4 cm de grueso cubriendo la anchura total de la zanja El grosor total de la capa de arena será, como mínimo , de 20 cm de grueso dispuesta también sobre la totalidad de la anchura .

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta y áspera exenta de substancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizara o lavará convenientemente si fuera necesario.

Los primeros 30 cm a bulto de la placa de PE, deben rellenarse con tierra fina exenta de escombros y piedras.

Si es necesario, para facilitar la compactación de las sucesivas capas, se regarán a fin de que se consiga una consistencia del terreno parecido a la que presentaba antes de la excavación. Los escombros y materiales rocosos se retirarán y traerán al vertedero.

4.5.3.9-. Reposición de pavimentos.

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos. Habrá de conseguirse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo el más igualado posible al antiguo. En general, se utilizarán en la reconstrucción, materiales nuevos, excepto las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros parecidos.

4.5.3.10-. Entronques y terminales.

Para la confección de entronques y terminales se seguirán los procedimientos establecidos por el fabricante y homologados por las empresas.

El técnico supervisor conocerá y dispondrá de la documentación necesaria para evaluar la confección del entronque o terminación.

En concreto se revisarán las dimensiones del pelado de cubierta utilización de manguitos o terminales adecuados y su engaste con el utillaje necesario, limpieza y reconstrucción del aislamiento. Los entronques se identificarán con el nombre del operario y sólo se utilizarán los materiales homologados.

La reconstrucción de aislamiento habrá de efectuarse con las manos bien limpias, depositando los

materiales que componen el entronque sobre una lona limpia y seca El montaje habrá de efectuarse ininterrumpidamente.

Los entronques unipolares se efectuarán escalonados, por lo tanto, habrán de cortarse los cables con distancias a partir de los sus extremos de 50 mm, aproximadamente. En el supuesto que el entronque necesite una protección mecánica, se efectuará el procedimiento de confección adecuado, utilizando además la caja de poliéster indicado para cada caso.

4.5.3.11-. Puesta a tierra.

En conformidad con el Apartado 4 de la MIE BT 006, el conductor neutro de las redes subterráneas de distribución pública se conectará a tierra al Centro de Transformación en la forma prevista en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales Eléctricas, subestaciones y Centros de Transformación.

Fuera del Centro de Transformación es recomendable su puesta a tierra en otros puntos de la red con objeto de disminuir su resistencia global a tierra. Al efecto, se dispondrá el neutro a tierra en todos los armarios y cajas a instalar.

5-. Mediciones

5.1-. Cuadro de Precios Unitarios

5.1.1-. Capítulo 1: Red Subterránea de Media Tensión

5.1.1.1-. Obra Civil

Ref.	*Uds*	*Descripción del Material*	*Cantidad*
1.1	m	Zanja 1C MT apertura a máquina en tierra con protección arena. Comprende la apertura y demolición de 1m de zanja de 0,40m x 0,90m, vallado y tapado con retiro de tierras sobrantes.	239
1.2	m	Zanja 2C MT apertura a máquina en tierra con protección arena. Comprende la apertura y demolición de 1m de zanja de 0,40m x 0,90m, vallado y tapado con retiro de tierras sobrantes.	15
1.3	m	Zanja 1C MT apertura a máquina en tierra con protección dos tubulares hormigonados. Comprende la apertura y demolición de 1m de zanja de 0,40m x 1,10m, vallado y tapado con retiro de tierras sobrantes.	81
1.4	m	Suministro y colocación de arena para restablecimiento de zanja hasta 10 cm por encima de la generatriz del tubo.	254
1.5	m	Tapado de la zanja y compactado a máquina en capas de 15 cm de espesor, dando la humedad necesaria a las tierras para obtener una compactación igual o superior al 95%.	335
1.6	m	Apertura de zanja a mano de 1x1 m para localizar red de MT, preparar terreno para realizar empalme termorretráctil.	16

5.1.1.2-. Tendido y Accesorios

Ref.	*Uds*	*Descripción del Material*	*Cantidad*
1.7	m	Suministro y tendido en zanja y en tubulares hasta 20 m de cable unipolar de aluminio 18/30 kV 3x1x240 mm^2. Comprende disponer de los medios necesarios para el tendido y descargar la bobina con grúa situándola sobre un eje que facilite su desarrollo. Incluye suministro y colocación de abrazadera de forma que las fases de un mismo circuito queden unidas en el interior de la zanja.	400
1.8	m	Suministro, distribución y colocación de cinta PE de señalización de cables subterráneos en el interior de la zanja	20
1.9	m	Suministro, distribución y colocación en zanja de 1m lineal de placas de PE para protección de 1 circuito de cable subterráneo. Las placas irán ensambladas entre sí en sentido longitudinal, utilizándose placas de 1m de longitud para los tramos rectos y de 0,5 m para los tramos curvos.	15
1.10	m	Suministro, distribución, colocación y ensamblaje de tubos de PE de 160 mm de diámetro en zanja para cables de MT. Caso que algún tubo no sea ocupado serán sellados sus extremos con cemento, de forma que se asegure su estanqueidad.	81
1.11	Unidad	Confección de planos “AS BUILT” de las instalaciones realizadas, entregado en papel vegetal.(Entre 1 y 100 m de cable)	1
1.12	Unidad	Acabado interior termorretráctil para cable unipolar seco de sección 1x240 mm^2 Al y terminaciones 36 kV del tipo enchufable y modelo M-400LR de ELASTIMOLD. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	4
1.13	Unidad	Empalme termorretráctil de tres fases, conductor 3x1x240 mm^2 18/30 kV con conductor de la misma sección.	4
1.14	Unidad	Ensayo tripolar del tendido para la comprobación del circuito	4

3x1x240 mm^2 18/30kV y su perfecto estado después del tendido.

5.1.2-. Capítulo 2: Nuevo Centro de Transformación

5.1.2.1-. Obra Civil

Ref.	***Uds***	***Descripción del Material (PFU-4)***	***Cantidad***
2.1	m^3	Terraplenado y piconaje para coronación de terraplén con material seleccionado, con capas de 25 cm, como máximo, con compactación del 95% PM.	14
2.2	m^3	Malla electrosoldada de alambres corrugados de acero AEH 500T de límite elástico 5100Kp/cm^2, para la armadura de losas, de 15x15cm de 6mm y 6mm de diámetro respectivamente.	12
2.3	m^3	Hormigón, para losas, H-200 de consistencia plástica y amplitud máxima del granulado 20 mm, volcado con cubeta.	2
2.4	m^3	Cama de arena para ET prefabricada colocada.	20

Ref.	***Uds***	***Descripción del Material (PFU-5)***	***Cantidad***
2.5	m^3	Terraplenado y piconaje para coronación de terraplén con material seleccionado, con capas de 25cm, como máximo, con compactación del 95% PM.	16
2.6	m^3	Malla electrosoldada de alambres corrugados de acero AEH 500T de límite elástico 5100Kp/cm^2, para la armadura de losas, de 15x15cm de 6mm y 6mm de diámetro respectivamente.	14
2.7	m^3	Hormigón, para losas, H-200 de consistencia plástica y amplitud máxima del granulado 20 mm, volcado con cubeta.	4
2.8	m^3	Cama de arena para ET prefabricada colocada.	22

5.1.2.2-. Instalación Nuevo CT

Ref.	***Uds***	***Descripción del Material***	***Cantidad***
2.9	Unidad	Edificio de transformación PFU-4/36. Envolvente prefabricada de hormigón, que incluye al edificio, puertas de acceso, puertas de transformador rejas de ventilación, canalizaciones para los cables y herrajes interiores propios de su uso, con las características y cantidades expuestas en la memoria. Incluye también transporte, montaje y accesorios.	2
2.10	Unidad	Edificio de transformación PFU-5/36. Envolvente prefabricada de hormigón, que incluye al edificio, puertas de acceso, puertas de transformador rejas de ventilación, canalizaciones para los cables y herrajes interiores propios de su uso, con las características y cantidades expuestas en la memoria. Incluye también transporte, montaje y accesorios.	1
2.11	Unidad	CGM-CML interruptor seccionador. Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de tensión nominal 36 kV e intensidad nominal 400A de 420 mm de amplitud por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto. Mando interruptor manual tipo B. En el precio se incluye montaje, conexión al centro de transformación, mano de obra y elementos auxiliares.	6
2.12	Unidad	Celda CGM-CML protección fusibles. Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de tensión nominal 36 kV e intensidad nominal 400A de 420 mm de amplitud por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto. Mando interruptor manual tipo B. En el precio se incluye montaje, conexión al centro	4

		de transformación, mano de obra y elementos auxiliares.	
2.13	Unidad	Cables de MT 18/30 kV del tipo DHV, unipolares, con aislamiento de etileno-propileno y pantalla con corona, sin armadura y con cubierta de PVC, con conductores de sección y material 1x150 Al utilizando 3 de 6 m de longitud y terminaciones 36 kV del tipo enchufable y modelo M-400LR de ELASTIMOLD. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	4
2.14	Unidad	Transformador trifásico reductor de tensión con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural de aceite, de tensión primaria 25 kV y tensión secundaria 400-220 V, grupo de conexión Dyn 11, tensión de cortocircuito 6% y regulación primaria de +- 2,5 %. COTRADIS. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	3
2.15	Unidad	Transformador trifásico reductor de tensión con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural de aceite, de tensión primaria 25 kV y tensión secundaria 400-220 V, grupo de conexión Dyn 11, tensión de cortocircuito 6% y regulación primaria de +- 2,5 %. COTRADIS. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	1
2.16	Unidad	Juego de cables para puente de baja tensión, de sección 1x240mm2 Al de etileno-propileno sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad de 3 x fase + 2 x neutro de 3,0 m de longitud. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	4
2.17	Unidad	Tierra de protección del transformador PFU-4. Instalación de puesta a tierra de protección debidamente montada y conectada utilizando conductor desnudo de Cu con las siguientes características: geometría en anillo rectangular, profundidad 0,5 m, sin picas, de dimensiones 6,0 x 4,0 m.	2
2.18	Unidad	Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con Cu aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.	3
2.19	Unidad	Instalación interior de tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de Cu desnudo grapado en la pared y conectado a las celdas y demás aparamenta del edificio.	3
2.20	Unidad	Instalación interior de tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de Cu aislado grapado en la pared y conectado al neutro de baja tensión, así como a una caja general de tierra de servicio.	3
2.21	Unidad	Piqueta de conexión a tierra de acero recubierta de cobre, de 2000 mm de longitud, de 14 mm de diámetro, estándar y clavada a tierra. Incluye los conectores para conectar a la red de tierra.	8
2.22	Unidad	Reja metálica para defensa del transformador, con un paño enclavado con la celda de protección correspondiente. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	3
2.23	Unidad	Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias de las celdas de MT, más equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de salida del local. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	3
2.24	Unidad	Equipo de operación, maniobra y seguridad para permitir la realización de las maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la ejecución de las maniobras y operaciones de mantenimiento, formador por una banqueta aislante y un par de guantes de aislamiento. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	3

2.25	Unidad	Placas de señalización y peligro formadas por señal edificio transformación y placa señalización trafo. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	3
2.26	Unidad	Tierra de protección del transformador PFU-5. Instalación de puesta a tierra de protección debidamente montada y conectada utilizando conductor desnudo de Cu con las siguientes características: geometría en anillo rectangular, profundidad 0,5 m, sin picas, de dimensiones 8,0 x 3,0 m.	1

5.1.3-. Capítulo 3: Red Subterránea de Baja Tensión

5.1.3.1-. Obra Civil

Ref.	***Uds***	***Descripción del Material***	***Cantidad***
3.1	m	Zanja 1C BT apertura a máquina en tierra con protección arena. Comprende la apertura y demolición de 1m de zanja de 0,40 m x 0,70 m, vallado y tapado con retiro de tierras sobrantes.	100
3.2	m	Zanja 2C BT apertura a máquina en tierra con protección arena. Comprende la apertura y demolición de 1m de zanja de 0,40 m x 0,70 m, vallado y tapado con retiro de tierras sobrantes.	4
3.3	m	Zanja 1C BT apertura a máquina en tierra con protección dos tubulares hormigonados. Comprende la apertura y demolición de 1m de zanja de 0,40 m x 0,90 m, vallado y tapado con retiro de tierras sobrantes.	390
3.4	m	Zanja 2C BT apertura a máquina en tierra con protección cuatro tubulares hormigonados. Comprende la apertura y demolición de 1m de zanja de 0,40 m x 0,90 m, vallado y tapado con retiro de tierras sobrantes.	120
3.5	m	Zanja 3C BT apertura a máquina en tierra con protección arena. Comprende la apertura y demolición de 1m de zanja de 0,70 m x 1,10 m, vallado y tapado con retiro de tierras sobrantes.	220
3.6	m	Suministro y colocación de arena para restablecimiento de zanja hasta 10 cm por encima de la generatriz del tubo.	834
3.7	m	Tapado de la zanja y compactado a máquina en capas de 15 cm de espesor, dando la humedad necesaria a las tierras para obtener una compactación igual o superior al 95%.	834

5.1.3.2-. Tendido y Accesorios

Ref.	***Uds***	***Descripción del Material***	***Cantidad***
3.8	m	Suministro y tendido en zanja de un circuito con conductor de cobre 0,6/1kV 3x1x240+120 mm^2. Comprende disponer de los medios necesarios para el tendido y descargar la bobina con grúa situándola sobre un eje que facilite su desarrollo. Incluye suministro y colocación de abrazadera de forma que las fases de un mismo circuito queden unidas en el interior de la zanja.	6
3.9	Unidad	Confección de planos “AS BUILT” de las instalaciones realizadas, entregado en papel vegetal.(Entre 1 y 100m)	9
3.10	Unidad	Terminal bimetálico para cable subterráneo BT superior a 3x95+50 mm^2. Incluye cortar cable a medida (3 fases+ neutro), hacer puntas, colocar terminal prensado, encintar y embornar.	55

5.1.3.3-. Electricidad

Ref.	***Uds***	***Descripción del Material***	***Cantidad***
3.11	m	Conductor Cobre designación UNE 0,6/1 kV, Tetrapolar de 3x240/120+TTx120, aislamiento XLPE, Pirelli Afumex 1000V RZ1-K (AS) + POL.	125
3.12	m	Conductor Cobre designación UNE 0,6/1 kV, Tetrapolar de 3x185/95+TTx95, aislamiento XLPE, Pirelli Afumex 1000V RZ1-K (AS) + POL.	72
3.13	m	Conductor Cobre designación UNE 0,6/1 kV, Tetrapolar de 3x150/70+TTx70, aislamiento XLPE, Pirelli Afumex 1000V RZ1-K (AS) + POL.	46
3.14	m	Conductor Cobre designación UNE 0,6/1 kV, Tetrapolar de 3x95/50+TTx50, del tipo EXZHELLENT XXI 1000V RZ1-K (AS) + POL, de General cable.	22
3.15	m	Conductor Cobre designación UNE 0,6/1 kV, Tetrapolar de 3x50/25+TTx25, del tipo EXZHELLENT XXI 1000V RZ1-K (AS) + POL, de General cable.	486
3.16	m	Conductor Cobre designación UNE 0,6/1 kV, Tetrapolar de 3x35/25+TTx25, del tipo EXZHELLENT XXI 1000V RZ1-K (AS), de General cable.	55
3.17	m	Conductor Cobre designación UNE 0,6/1 kV, Tetrapolar de 3x25/16+TTx16, del tipo EXZHELLENT XXI 1000V RZ1-K (AS) + POL, de General cable.	26
3.18	m	Conductor Cobre designación UNE 0,6/1 kV, Bipolar de 2x50+TTx25, del tipo U30FW007 RZ1-K (AS) + POL, de Pirelli.	500
3.19	m	Tubo de acero flexible recubierto de PVC de 225 mm de diámetro	76
3.20	m	Tubo de acero flexible recubierto de PVC de 180 mm de diámetro	72
3.21	m	Tubo de acero flexible recubierto de PVC de 160 mm de diámetro	28
3.22	m	Tubo de acero flexible recubierto de PVC de 140 mm de diámetro	22
3.23	m	Tubo de acero flexible recubierto de PVC de 63 mm de diámetro	588
3.24	m	Tubo de acero flexible recubierto de PVC de 50 mm de diámetro	516
3.25	m	Tubo rígido PVC de 50 mm de diámetro, montado sobre bandeja + bandeja de 100x500	500
3.26	Unidad	Pletina de Cobre desnudo, rectangular, de dimensiones 50x10 mm^2	3
3.27	Unidad	Pletina de Cobre desnudo, rectangular, de dimensiones 25x5 mm^2	2
3.28	Unidad	Pletina de Cobre desnudo, rectangular, de dimensiones 50x5 mm^2	2
3.29	Unidad	Pletina de Cobre desnudo, rectangular, de dimensiones 12x2 mm^2	1
3.30	Unidad	Pletina de Cobre desnudo, rectangular, de dimensiones 40x5 mm^2	2
3.31	Unidad	Pletina de Cobre desnudo, rectangular, de dimensiones 15x3 mm^2	2
3.32	Unidad	Armario metálico Pragma 18 de dimensiones 750x426x125, para servicio interior y fijado en pared, marca Merlin Gerin, con regletas y material para la conexión de los distintos circuitos + puerta.	4
3.33	Unidad	Armario metálico Pragma 13 de dimensiones 750x336x123, para servicio interior y fijado en pared, marca Merlin Gerin, con regletas y material para la conexión de los distintos circuitos + puerta.	8
3.34	Unidad	Armario CRAF 86/300 PM de Himel de dimensiones 800x600x300.	1
3.35	Unidad	Interruptor magneto térmico NS1000+Int. Dif. RH99+ 2 Int. Aut. de 1A, de Merlín Gerin.	3
3.36	Unidad	Interruptor magneto térmico NS630+Int. Dif. RH99+ 2 Int. Aut. de 1A, de Merlín Gerin.	1
3.37	Unidad	Int. Mag. NS630N + STR23SE, de Merlín Gerin.	1
3.38	Unidad	Int. Mag. C120H + Vigi C120, de Merlin Gerin	13
3.39	Unidad	Int. Mag. C60H + Vigi C60, de Merlin Gerin	13
3.40	Unidad	Int. Mag. NS400NE +Vigi MB, de Merlin Gerin	7

3.41	Unidad	Int. Mag. NS160N + Vigi ME, de Merlin Gerin	4
3.42	Unidad	Int. Mag. C60N + Vigi C60, de Merlin Gerin	4
3.43	Unidad	Contador Power Meter serie PM9P de Schneider Electric	1
3.44	Unidad	El transformador de tension (TT) sera del tipo TT 33000R3/110R3-110R3-110:3 EX 0,5, de Schneider Electric.	2
3.45	Unidad	El transformador de intensidad (TI) con una Ip/5 = 500/5, precision de 0,5 de Schneider Electric.	2

5.1.4-. Capítulo 4: Iluminación Exterior

5.1.4.1-. Obra Civil

Ref.	***Uds***	***Descripción del Material***	***Cantidad***
4.1	m	Excavación de zanjas para el paso de instalaciones, de 1x0.4x0.6 m, como máximo, en terreno compacto con procedimientos manuales y las tierras dejadas a un lado.	1554
4.2	m	Carga mecánica y transporte de tierras a un vertedero con camión de 7 T, con un recorrido máximo de 10 Km.	230
4.3	m	Reblandecimiento y piconaje de rasa de 0,6 m de anchura como máximo, con material adecuado, en capas de 25cm, como máximo, con compactación del 95% PM.	1554
4.4	Unidad	Arqueta de 57x57x125 cm,con paredes de 15 cm de anchura de hormigón H-100 y solera de ladrillo calado sobre capa de arena.	20
4.5	Unidad	Armazón y tapa para arqueta de servicio de fosa gris, de 620x620x50 mm y de 52 kg. de peso colocado con mortero mixto 1:0,5:4,elaborado en la obra con hormigonera de 165 l.	20
4.6	m^3	Base H-150 de consistencia blanda y tamaño máximo del granulado de 20 mm esparcido desde camión con reparto y vibraje manual, con acabado reglado.	60
4.7	m^3	Pavimento de hormigón H-150 de consistencia blanda y tamaño del granulado de 20 mm, esparcido desde camión, reparto y vibraje manual, rallado manual.	25
4.8	m^3	Pavimento de mezcla bituminosa en caliente de composición grande G-20 con granulado granítico y betún asfáltico de penetración, reparto y compactación al 98% del ensayo Marshall.	135

5.1.4.2-. Electricidad

Ref.	***Uds***	***Descripción del Material***	***Cantidad***
4.9	Unidad	Armario metálico de 500x600x120 cm, para servicio exterior y fijado en columna, con regletas y material para la conexión de los diferentes circuitos	2
4.10	Unidad	Interruptor magnetotérmico de 15 A de intensidad nominal. Tripolar, pía y fijado en la pared.	2
4.11	Unidad	Interruptor magnetotérmico de 40 A de intensidad nominal. Tripolar, pía y fijado en la pared.	2
4.12	Unidad	Interruptor diferencial de 63 A de intensidad nominal, tetrapolar, con sensibilidad de 0,03 A y fijado a presión.	2
4.13	Unidad	Interruptor Crepuscular 1308APJC02 ORBIS	2
4.14	Unidad	Piqueta de conexión a tierra de acero y recubrimiento de cobre de 1500 mm de largo, 14,6 mm de diámetro, 300 micras y enterrada bajo tierra, incluida la colocación y obra civil.	2
4.15	m	Conductor de cobre de designación UNE VV 0,6/1 kV.	1554

		Tetrapolar de 4x6 mm2 y colocado en tubo o tendido normal.	
4.16	Unidad	Báculo troncocónico de plancha de acero galvanizado de 10m de altura, con base platina y puerta, colocado sobre dado de hormigón.	74
4.17	Unidad	Luminaria tipo SGS 203/105 T b pos.1 con difusor troncocónico cubeta de plástico con lámpara de vapor de sodio de 150 W, de tipo 2,con bastidor metálico, cúpula reflectora y acoplada al soporte.	74
4.18	m	Tubo rígido de PVC de 11cm de diámetro con resistencia al choque 7 y montado sobre canal.	1445
4.19	m	Tubo de acero flexible recubierto de PVC montado sobre canal, con resistencia al choque.	109
4.20	Unidad	Caja general de protección de poliéster reforzado con bornes bimetálicos de 400A, según esquema UNESA número 9 montado sobre superficie.	2
4.21	Unidad	Reloj astronómico programable para ahorro de energía con protecciones de montaje y conexiones de regleta incluidas.	2
4.22	Unidad	Estabilizador Reductor de Flujo para lámparas de VSAP y VM, marca ORBIS modelo ESDONI 150 N trifásico característica Dinámica	2

6-. Presupuesto

6.1-. Cuadro de Precios Unitarios

6.1.1-. Capítulo 1: Red Subterránea de Media Tensión

6.1.1.1-. Obra Civil

Ref.	***Uds***	***Descripción del Material***	***Precio €***
1.1	m	Zanja 1C MT apertura a máquina en tierra con protección arena. Comprende la apertura y demolición de 1m de zanja de 0,40m x 0,90m, vallado y tapado con retiro de tierras sobrantes.	9,82
1.2	m	Zanja 2C MT apertura a máquina en tierra con protección arena. Comprende la apertura y demolición de 1m de zanja de 0,40m x 0,90m, vallado y tapado con retiro de tierras sobrantes.	10,61
1.3	m	Zanja 1C MT apertura a máquina en tierra con protección dos tubulares hormigonados. Comprende la apertura y demolición de 1m de zanja de 0,40m x 1,10m, vallado y tapado con retiro de tierras sobrantes.	25,83
1.4	m	Suministro y colocación de arena para restablecimiento de zanja hasta 10 cm por encima de la generatriz del tubo.	0,67
1.5	m	Tapado de la zanja y compactado a máquina en capas de 15 cm de espesor, dando la humedad necesaria a las tierras para obtener un compactación igual o superior al 95%.	9,78
1.6	m	Apertura de zanja a mano de 1x1 m para localizar red de MT, preparar terreno para realizar empalme termorretráctil.	23,85

6.1.1.2-. Tendido y Accesorios

Ref.	***Uds***	***Descripción del Material***	***Precio €***
1.7	m	Suministro y tendido en zanja y en tubulares hasta 20 m de cable unipolar de aluminio 18/30 kV 3x1x240 mm^2. Comprende disponer de los medios necesarios para el tendido y descargar la bobina con grúa situándola sobre un eje que facilite su desarrollo.	22,5
1.8	m	Incluye suministro y colocación de abrazadera de forma que las fases de un mismo circuito queden unidas en el interior de la zanja. Suministro, distribución y colocación de cinta PE de señalización de cables subterráneos en el interior de la zanja	0,92
1.9	m	Suministro, distribución y colocación en zanja de 1m lineal de placas de PE para protección de 1 circuito de cable subterráneo. Las placas irán ensambladas entre sí en sentido longitudinal, utilizándose placas de 1m de longitud para los tramos rectos y de 0,5 m para los tramos curvos.	3,05
1.10	m	Suministro, distribución, colocación y ensamblaje de tubos de PE de 160 mm de diámetro en zanja para cables de MT. Caso que algún tubo no sea ocupado serán sellados sus extremos con cemento, de forma que se asegure su estanqueidad.	7,75
1.11	Unidad	Confección de planos "AS BUILT" de las instalaciones realizadas, entregado en papel vegetal.(Entre 1 y 100 m de cable)	1150,83
1.12	Unidad	Acabado interior termorretráctil para cable unipolar seco de sección 1x240 mm^2 Al y terminaciones 36 kV del tipo enchufable y modelo M-400LR de ELASTIMOLD. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	385,40
1.13	Unidad	Empalme termorretráctil de tres fases, conductor 3x1x240 18/30kV con conductor de la misma sección.	273,54
1.14	Unidad	Ensayo tripolar del tendido para la comprobación del circuito	607,03

3x1x240 18/30kV y su perfecto estado después del tendido.

6.1.2-. Capítulo 2: Nuevo Centro de Transformación

6.1.2.1-. Obra Civil

Ref.	***Uds***	***Descripción del Material (PFU-4)***	***Precio €***
2.1	m^3	Terraplenado y piconaje para coronación de terraplén con material seleccionado, con capas de 25 cm, como máximo, con compactación del 95% PM.	4,77
2.2	m^3	Malla electrosoldada de alambres corrugados de acero AEH 500T de límite elástico 5100Kp/cm^2, para la armadura de losas, de 15x15 cm de 6mm y 6mm de diámetro respectivamente.	3,37
2.3	m^3	Hormigón, para losas, H-200 de consistencia plástica y amplitud máxima del granulado 20 mm, volcado con cubeta.	84,93
2.4	m^3	Cama de arena para ET prefabricada colocada.	25,73

Ref.	***Uds***	***Descripción del Material (PFU-5)***	***Precio €***
2.5	m^3	Terraplenado y piconaje para coronación de terraplén con material seleccionado, con capas de 25cm, como máximo, con compactación del 95% PM.	4,77
2.6	m^3	Malla electro soldada de alambres corrugados de acero AEH 500T de límite elástico 5100Kp/cm^2, para la armadura de losas, de 15x15cm de 6mm y 6mm de diámetro respectivamente.	3,37
2.7	m^3	Hormigón, para losas, H-200 de consistencia plástica y amplitud máxima del granulado 20 mm, volcado con cubeta.	84,93
2.8	m^3	Cama de arena para ET prefabricada colocada.	25,73

6.1.2.2-. Instalación Nuevo CT

Ref.	***Uds***	***Descripción del Material***	***Precio €***
2.9	Unidad	Edificio de transformación PFU-4/36. Envolvente prefabricada de hormigón, que incluye al edificio, puertas de acceso, puertas de transformador rejas de ventilación, canalizaciones para los cables y herrajes interiores propios de su uso, con las características y cantidades expuestas en la memoria. Incluye también transporte, montaje y accesorios.	7466,37
2.10	Unidad	Edificio de transformación PFU-5/36. Envolvente prefabricada de hormigón, que incluye al edificio, puertas de acceso, puertas de transformador rejas de ventilación, canalizaciones para los cables y herrajes interiores propios de su uso, con las características y cantidades expuestas en la memoria. Incluye también transporte, montaje y accesorios.	9950,75
2.11	Unidad	CGM-CML interruptor seccionador. Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de tensión nominal 36 kV e intensidad nominal 400A de 420 mm de amplitud por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto. Mando interruptor manual tipo B. En el precio se incluye montaje, conexión al centro de transformación, mano de obra y elementos auxiliares.	3518,38
2.12	Unidad	Celda CGM-CML protección fusibles. Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de tensión nominal 36 kV e intensidad nominal 400A de 420 mm de amplitud por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto. Mando interruptor manual tipo B. En el precio se incluye montaje, conexión al centro	3910,38

		de transformación, mano de obra y elementos auxiliares.	
2.13	Unidad	Cables de MT 18/30 kV del tipo DHV, unipolares, con aislamiento de etileno-propileno y pantalla con corona, sin armadura y con cubierta de PVC, con conductores de sección y material 1x150 AL utilizando 3 de 6 m de longitud y terminaciones 36 kV del tipo enchufable y modelo M-400LR de ELASTIMOLD. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	1910,59
2.14	Unidad	Transformador trifásico reductor de tensión con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural de aceite, de tensión primaria 25 kV y tensión secundaria 400-220 V, grupo de conexión Dyn 11, tensión de cortocircuito 6% y regulación primaria de +- 2,5 %. COTRADIS. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	12096,51
2.15	Unidad	Transformador trifásico reductor de tensión con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural de aceite, de tensión primaria 25 kV y tensión secundaria 400-220 V, grupo de conexión Dyn 11, tensión de cortocircuito 6% y regulación primaria de +- 2,5 %. COTRADIS. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	9970,04
2.16	Unidad	Juego de cables para puente de baja tensión, de sección 1x240mm2 Al de etileno-propileno sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad de 3 x fase + 2 x neutro de 3,0 m de longitud. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	560,28
2.17	Unidad	Tierra de protección del transformador PFU-4. Instalación de puesta a tierra de protección debidamente montada y conectada utilizando conductor desnudo de Cu con las siguientes características: geometría en anillo rectangular, profundidad 0,5 m, sin picas, de dimensiones 6,0 x 4,0 m.	1190,1
2.18	Unidad	Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con Cu aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.	822,51
2.19	Unidad	Instalación interior de tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de Cu desnudo grapado en la pared y conectado a las celdas y demás aparamenta del edificio.	682,45
2.20	Unidad	Instalación interior de tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de Cu aislado grapado en la pared y conectado al neutro de baja tensión, así como a una caja general de tierra de servicio.	680,66
2.21	Unidad	Piqueta de conexión a tierra de acero recubierta de cobre, de 2000 mm de longitud, de 14 mm de diámetro, estándar y clavada a tierra. Incluye los conectores para conectar a la red de tierra.	32,46
2.22	Unidad	Reja metálica para defensa del transformador, con un paño enclavado con la celda de protección correspondiente. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	280,15
2.23	Unidad	Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias de las celdas de MT + equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de salida del local. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	192,71
2.24	Unidad	Equipo de operación, maniobra y seguridad para permitir la realización de las maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la ejecución de las maniobras y operaciones de mantenimiento, formador por una banqueta aislante y un par de guantes de aislamiento. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	119,22

2.25	Unidad	Placas de señalización y peligro formadas por señal edificio transformación y placa señalización trafo. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	10,23
2.26	Unidad	Tierra de protección del transformador PFU-5. Instalación de puesta a tierra de protección debidamente montada y conectada utilizando conductor desnudo de Cu con las siguientes características: geometría en anillo rectangular, profundidad 0,5 m, sin picas, de dimensiones 8,0 x 3,0 m.	1230,76

6.1.3-. Capítulo 3: Red Subterránea de Baja Tensión

6.1.3.1-. Obra Civil

Ref.	***Uds***	***Descripción del Material***	***Precio €***
3.1	m	Zanja 1C BT apertura a máquina en tierra con protección arena. Comprende la apertura y demolición de 1m de zanja de 0,40 m x 0,70 m, vallado y tapado con retiro de tierras sobrantes.	15,25
3.2	m	Zanja 2C BT apertura a máquina en tierra con protección arena. Comprende la apertura y demolición de 1m de zanja de 0,40 m x 0,70 m, vallado y tapado con retiro de tierras sobrantes.	17,66
3.3	m	Zanja 1C BT apertura a máquina en tierra con protección dos tubulares hormigonados. Comprende la apertura y demolición de 1m de zanja de 0,40 m x 0,90 m, vallado y tapado con retiro de tierras sobrantes.	23,08
3.4	m	Zanja 2C BT apertura a máquina en tierra con protección cuatro tubulares hormigonados. Comprende la apertura y demolición de 1m de zanja de 0,40 m x 0,90 m, vallado y tapado con retiro de tierras sobrantes.	27,17
3.5	m	Zanja 3C BT apertura a máquina en tierra con protección arena. Comprende la apertura y demolición de 1m de zanja de 0,70 m x 1,10 m, vallado y tapado con retiro de tierras sobrantes.	15,54
3.6	m	Suministro y colocación de arena para restablecimiento de zanja hasta 10 cm por encima de la generatriz del tubo.	0,77
3.7	m	Tapado de la zanja y compactado a máquina en capas de 15 cm de espesor, dando la humedad necesaria a las tierras para obtener una compactación igual o superior al 95%.	12,82

6.1.3.2-. Tendido y Accesorios

Ref.	***Uds***	***Descripción del Material***	***Precio €***
3.8	m	Suministro y tendido en zanja de un circuito con conductor de cobre 0,6/1kV 3x1x240+120 mm^2. Comprende disponer de los medios necesarios para el tendido y descargar la bobina con grúa situándola sobre un eje que facilite su desarrollo. Incluye suministro y colocación de abrazadera de forma que las fases de un mismo circuito queden unidas en el interior de la zanja.	10,52
3.9	Unidad	Confección de planos “AS BUILT” de las instalaciones realizadas, entregado en papel vegetal.(Entre 1 y 100m)	910,53
3.10	Unidad	Terminal bimetálico para cable subterráneo BT superior a 3x95+50 mm^2. Incluye cortar cable a medida (3 fases+ neutro), hacer puntas, colocar terminal prensado, encintar y embornar.	12,62

6.1.3.3-. Electricidad

Ref.	***Uds***	***Descripción del Material***	***Precio €***
3.11	m	Conductor Cobre designación UNE 0,6/1 kV, Tetrapolar de 3x240/120+TTx120, aislamiento XLPE, Pirelli Afumex 1000V RZ1-K (AS) + POL.	350,60
3.12	m	Conductor Cobre designación UNE 0,6/1 kV, Tetrapolar de 3x185/95+TTx95, aislamiento XLPE, Pirelli Afumex 1000V RZ1-K (AS) + POL.	302,78
3.13	m	Conductor Cobre designación UNE 0,6/1 kV, Tetrapolar de 3x150/70+TTx70, aislamiento XLPE, Pirelli Afumex 1000V RZ1-K (AS) + POL.	264,38
3.14	m	Conductor Cobre designación UNE 0,6/1 kV, Tetrapolar de 3x95/50+TTx50, del tipo EXZHELLENT XXI 1000V RZ1-K (AS) + POL, de General cable.	210,47
3.15	m	Conductor Cobre designación UNE 0,6/1 kV, Tetrapolar de 3x50/25+TTx25, del tipo EXZHELLENT XXI 1000V RZ1-K (AS) + POL, de General cable.	118,6
3.16	m	Conductor Cobre designación UNE 0,6/1 kV, Tetrapolar de 3x35/25+TTx25, del tipo EXZHELLENT XXI 1000V RZ1-K (AS) + POL, de General cable.	58,01
3.17	m	Conductor Cobre designación UNE 0,6/1 kV, Tetrapolar de 3x25/16+TTx16, del tipo EXZHELLENT XXI 1000V RZ1-K (AS) + POL, de General cable.	42,98
3.18	m	Conductor Cobre designación UNE 0,6/1 kV, Bipolar de 2x50+TTx25, del tipo U30FW007 RZ1-K (AS) + POL, de Pirelli.	1,25
3.19	m	Tubo de acero flexible recubierto de PVC de 225 mm de diámetro	8,55
3.20	m	Tubo de acero flexible recubierto de PVC de 180 mm de diámetro	6,25
3.21	m	Tubo de acero flexible recubierto de PVC de 160 mm de diámetro	5,83
3.22	m	Tubo de acero flexible recubierto de PVC de 140 mm de diámetro	5,66
3.23	m	Tubo de acero flexible recubierto de PVC de 63 mm de diámetro	5,45
3.24	m	Tubo de acero flexible recubierto de PVC de 50 mm de diámetro	4,02
3.25	m	Tubo rígido PVC de 50 mm de diámetro, montado sobre bandeja + bandeja de 100x500	13,67
3.26	m	Pletina de Cobre desnudo, rectangular, de dimensiones 50x10 mm^2	9,86
3.27	m	Pletina de Cobre desnudo, rectangular, de dimensiones 25x5 mm^2	9,86
3.28	m	Pletina de Cobre desnudo, rectangular, de dimensiones 50x5 mm^2	9,86
3.29	m	Pletina de Cobre desnudo, rectangular, de dimensiones 12x2 mm^2	6,58
3.30	m	Pletina de Cobre desnudo, rectangular, de dimensiones 40x5 mm^2	9,86
3.31	m	Pletina de Cobre desnudo, rectangular, de dimensiones 15x3 mm^2	6,58
3.32	Unidad	Armario metálico Pragma 18 de dimensiones 750x426x125 mm, para servicio interior y fijado en pared, marca Merlin Gerin, con regletas y material para la conexión de los distintos circuitos + puerta.	177,67
3.33	Unidad	Armario metálico Pragma 13 de dimensiones 750x336x123 mm, para servicio interior y fijado en pared, marca Merlin Gerin, con regletas y material para la conexión de los distintos circuitos + puerta.	75,26
3.34	Unidad	Armario CRAF 86/300 PM de Himel de dimensiones 800x600x300 mm.	291,76
3.35	Unidad	Interruptor magneto térmico NS1000+Int. Dif. RH99+ 2 Int. Aut. de 1A, de Merlín Gerin.	3657,59
3.36	Unidad	Interruptor magneto térmico NS630+Int. Dif. RH99+ 2 Int. Aut. de 1A, de Merlín Gerin.	3413,12
3.37	Unidad	Int. Mag. NS630N + STR23SE, de Merlín Gerin.	4965,14
3.38	Unidad	Int. Mag. C120H + Vigi C120, de Merlin Gerin	698,77
3.39	Unidad	Int. Mag. C60H + Vigi C60, de Merlin Gerin	450,87

3.40	Unidad	Int. Mag. NS400NE +Vigi MB, de Merlin Gerin	1708,71
3.41	Unidad	Int. Mag. NS160N + Vigi ME, de Merlin Gerin	1041,48
3.42	Unidad	Int. Mag. C60N + Vigi C60, de Merlin Gerin	375,31
3.43	Unidad	Contador Power Meter serie PM9P de Schneider Electric	388,00
3.44	Unidad	El transformador de tension (TT) sera del tipo TT 33000R3/110R3-110R3-110:3 EX 0,5, de Schneider Electric.	324,14.
3.45	Unidad	El transformador de intensidad (TI) con una Ip/5 = 500/5, precision de 0,5 de Schneider Electric.	45,90

6.1.4-. Capítulo 4: Iluminación Exterior

6.1.4.1-. Obra Civil

Ref.	***Uds***	***Descripción del Material***	***Precio €***
4.1	m	Excavación de zanjas para el paso de instalaciones, de 1x0.4x0.6 m, como máximo, en terreno compacto con procedimientos manuales y las tierras dejadas a un lado.	15,10
4.2	m	Carga mecánica y transporte de tierras a un vertedero con camión de 7 T, con un recorrido máximo de 10 Km.	18,02
4.3	m	Reblandecimiento y piconaje de rasa de 0,6 m de anchura como máximo, con material adecuado, en capas de 25cm, como máximo, con compactación del 95% PM.	7,15
4.4	Unidad	Arqueta de 57x57x125 cm, con paredes de 15 cm de anchura de hormigón H-100 y solera de ladrillo calado sobre capa de arena.	45,43
4.5	Unidad	Armazón y tapa para arqueta de servicio de fosa gris, de 620x620x50 mm y de 52 kg. de peso colocado con mortero mixto 1:0,5:4,elaborado en la obra con hormigonera de 165 l.	8,65
4.6	m^3	Base H-150 de consistencia blanda y tamaño máximo del granulado de 20 mm esparcido desde camión con reparto y vibraje manual, con acabado reglado.	94,2
4.7	m^3	Pavimento de hormigón H-150 de consistencia blanda y tamaño del granulado de 20 mm, esparcido desde camión, reparto y vibraje manual, rallado manual.	93,26
4.8	m^3	Pavimento de mezcla bituminosa en caliente de composición grande G-20 con granulado granítico y betún asfáltico de penetración, reparto y compactación al 98% del ensayo Marshall.	120,31

6.1.4.2-. Electricidad

Ref.	***Uds***	***Descripción del Material***	***Precio €***
4.9	Unidad	Armario metálico de 500x600x120 cm, para servicio exterior y fijado en columna, con regletas y material para la conexión de los diferentes circuitos	120,31
4.10	Unidad	Interruptor magnetotérmico de 20 A de intensidad nominal. Tripolar, pía y fijado en la pared.	15,17
4.11	Unidad	Interruptor magnetotérmico de 30 A de intensidad nominal. Tripolar, pía y fijado en la pared.	19,26
4.12	Unidad	Interruptor diferencial de 63 A de intensidad nominal, tetrapolar, con sensibilidad de 0,03 A y fijado a presión.	21,22
4.13	Unidad	Interruptor Crepuscular 1308APJC02 ORBIS	16,67
4.14	Unidad	Piqueta de conexión a tierra de acero y recubrimiento de cobre de 1500 mm de largo, 14,6 mm de diámetro, 300 micras y enterrada bajo tierra, incluida la colocación y obra civil.	166,21

4.15	m	Conductor de cobre de designación UNE VV 0,6/1 kV. Tetrapolar de 4x6 mm2 y colocado en tubo o tendido normal.	6,4
4.16	Unidad	Báculo troncocónico de plancha de acero galvanizado de 10m de altura, con base platina y puerta, colocado sobre dado de hormigón.	493,73
4.17	Unidad	Luminaria tipo SGS 203/105 T b pos.1 con difusor troncocónico cubeta de plástico con lámpara de vapor de sodio de 150 W, de tipo 2,con bastidor metálico, cúpula reflectora y acoplada al soporte.	48,15
4.18	m	Tubo rígido de PVC de 11cm de diámetro con resistencia al choque 7 y montado sobre canal.	4,21
4.19	m	Tobo de acero flexible recubierto de PVC montado sobre canal, con resistencia al choque.	5,31
4.20	Unidad	Caja general de protección de poliéster reforzado con bornes bimétalicos de 400A, según esquema UNESA número 9 montado sobre superficie.	110,52
4.21	Unidad	Reloj astronómico programable para ahorro de energía con protecciones de montaje y conexiones de regleta incluidas.	451,48
4.22	Unidad	Estabilizador Reductor de Flujo para lámparas de VSAP y VM, marca ORBIS modelo ESDONI 150 N trifásico característica Dinámica	9022,24

6.2-. Presupuesto Total

6.2-. Cuadro de Precios Unitarios

6.2.1-. Capítulo 1: Red Subterránea de Media Tensión

6.2.1.1-. Obra Civil

Ref.	*Uds*	*Descripción del Material*	*Precio €*	*Cantidad*	*Importe Total €*
1.1	m	Zanja 1C MT apertura a máquina en tierra con protección arena. Comprende la apertura y demolición de 1m de zanja de 0,40m x 0,90m, vallado y tapado con retiro de tierras sobrantes.	9,82	239	2346,98
1.2	m	Zanja 2C MT apertura a máquina en tierra con protección arena. Comprende la apertura y demolición de 1m de zanja de 0,40m x 0,90m, vallado y tapado con retiro de tierras sobrantes.	10,61	15	159,15
1.3	m	Zanja 1C MT apertura a máquina en tierra con protección dos tubulares hormigonados. Comprende la apertura y demolición de 1m de zanja de 0,40m x 1,10m, vallado y tapado con retiro de tierras sobrantes.	25,83	81	2092,23
1.4	m	Suministro y colocación de arena para restablecimiento de zanja hasta 10 cm por encima de la generatriz del tubo.	0,67	254	170,18
1.5	m	Tapado de la zanja y compactado a máquina en capas de 15 cm de espesor, dando la humedad necesaria a las tierras para obtener un compactación igual o superior al 95%.	9,78	335	3276,3
1.6	m	Apertura de zanja a mano de 1x1 m para localizar red de MT, preparar terreno para realizar empalme termorretráctil.	23,85	16	381,6

6.2.1.2-. Tendido y Accesorios

Ref.	*Uds*	*Descripción del Material*	*Precio €*	*Cantidad*	*Importe Total €*
1.7	m	Suministro y tendido en zanja y en tubulares hasta 20 m de cable unipolar de aluminio 18/30 kV 3x1x240 mm^2. Comprende disponer de los medios necesarios para el tendido y descargar la bobina con grúa situándola sobre un eje que facilite su desarrollo. Incluye suministro y colocación de abrazadera de forma que las fases de un mismo circuito queden unidas en el interior de la zanja.	22,5	400	9000

1.8	m	Suministro, distribución y colocación de cinta PE de señalización de cables subterráneos en el interior de la zanja	0,92	20	18,4
1.9	m	Suministro, distribución y colocación en zanja de 1m lineal de placas de PE para protección de 1 circuito de cable subterráneo. Las placas irán ensambladas entre sí en sentido longitudinal, utilizándose placas de 1m de longitud para los tramos rectos y de 0,5 m para los tramos curvos.	3,05	15	45,75
1.10	m	Suministro, distribución, colocación y ensamblaje de tubos de PE de 160 mm de diámetro en zanja para cables de MT. Caso que algún tubo no sea ocupado serán sellados sus extremos con cemento, de forma que se asegure su estanqueidad.	7,75	81	627,75
1.11	Unidad	Confección de planos "AS BUILT" de las instalaciones realizadas, entregado en papel vegetal. (Entre 1 y 100 m de cable)	1150,83	1	1150,83
1.12	Unidad	Acabado interior termorretráctil para cable unipolar seco de sección 1x240 mm^2 Al y terminaciones 36 kV del tipo enchufable y modelo M-400LR de ELASTIMOLD. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	385,40	4	1541,6
1.13	Unidad	Empalme termorretráctil de tres fases, conductor 3x1x240 18/30kV con conductor de la misma sección.	273,54	4	1094,16
1.14	Unidad	Ensayo tripolar del tendido para la comprobación del circuito 3x1x240 mm^2 18/30kV y su perfecto estado después del tendido.	607,03	4	2428,12

Capítulo 1: Red Subterránea de Media Tensión .....24333,05 €

6.2.2-. Capítulo 2: Nuevo Centro de Transformación

6.2.2.1-. Obra Civil

Ref.	*Uds*	*Descripción del Material (PFU-4)*	*Precio €*	*Cantidad*	*Importe Total €*
2.1	m^3	Terraplenado y piconaje para coronación de terraplén con material seleccionado, con capas de 25cm, como máximo, con compactación del 95% PM.	4,77	14	66,78
2.2	m^3	Malla electrosoldada de alambres corrugados de acero AEH 500T de límite elástico 5100Kp/cm^2, para la armadura de losas, de 15x15cm de 6mm y 6mm de diámetro respectivamente.	3,37	12	40,44
2.3	m^3	Hormigón, para losas, H-200 de consistencia plástica y amplitud máxima del granulado 20 mm, volcado con cubeta.	84,93	2	169,86
2.4	m^3	Cama de arena para ET prefabricada colocada.	25,73	20	514,6

Ref.	*Uds*	*Descripción del Material (PFU-5)*	*Precio €*	*Cantidad*	*Importe Total €*
2.5	m^3	Terraplenado y piconaje para coronación de terraplén con material seleccionado, con capas de 25cm, como máximo, con compactación del 95% PM.	4,77	16	76,32
2.6	m^3	Malla electrosoldada de alambres corrugados de acero AEH 500T de límite elástico 5100Kp/cm^2, para la armadura de losas, de 15x15cm de 6mm y 6mm de diámetro respectivamente.	3,37	14	47,18
2.7	m^3	Hormigón, para losas, H-200 de consistencia plástica y amplitud máxima del granulado 20 mm, volcado con cubeta.	84,93	4	339,72
2.8	m^3	Cama de arena para ET prefabricada colocada.	25,73	22	566,06

6.2.2.2-. Instalación Nuevo CT

Ref.	*Uds*	*Descripción del Material*	*Precio €*	*Cantidad*	*Importe Total €*
2.9	Unidad	Edificio de transformación PFU-4/36. Envolvente prefabricada de hormigón, que incluye al edificio, puertas de acceso, puertas de transformador rejas de ventilación, canalizaciones para los cables y herrajes interiores propios de su uso, con las características y cantidades expuestas en la memoria.	7466,37	2	14932,74

2.10	Unidad	Incluye también transporte, montaje y accesorios. Edificio de transformación PFU-5/36. Envolvente prefabricada de hormigón, que incluye al edificio, puertas de acceso, puertas de transformador rejas de ventilación, canalizaciones para los cables y herrajes interiores propios de su uso, con las características y cantidades expuestas en la memoria. Incluye también transporte, montaje y accesorios.	9950,75	1	9950,75
2.11	Unidad	CGM-CML interruptor seccionador. Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de tensión nominal 36 kV e intensidad nominal 400A de 420 mm de amplitud por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto. Mando interruptor manual tipo B. En el precio se incluye montaje, conexión al centro de transformación, mano de obra y elementos auxiliares.	3518,38	6	21110,28
2.12	Unidad	Celda CGM-CML protección fusibles. Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de tensión nominal 36 kV e intensidad nominal 400A de 420 mm de amplitud por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto. Mando interruptor manual tipo B. En el precio se incluye montaje, conexión al centro de transformación, mano de obra y elementos auxiliares.	3910,38	4	15641,52
2.13	Unidad	Cables de MT 18/30 kV del tipo DHV, unipolares, con aislamiento de etileno-propileno y pantalla con corona, sin armadura y con cubierta de PVC, con conductores de sección y material 1x150 AL utilizando 3 de 6 m de longitud y terminaciones 36 kV del tipo enchufable y modelo M-400LR de ELASTIMOLD. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	1910,59	4	7642,36
2.14	Unidad	Transformador trifásico reductor de tensión con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural de aceite, de tensión primaria 25 kV y tensión secundaria 400-220 V, grupo de conexión Dyn 11, tensión de cortocircuito 6% y regulación primaria de +- 2,5 %. COTRADIS. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	12096,51	3	36289,53

2.15	Unidad	Transformador trifásico reductor de tensión con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural de aceite, de tensión primaria 25 kV y tensión secundaria 400-220 V, grupo de conexión Dyn 11, tensión de cortocircuito 6% y regulación primaria de +- 2,5 %. COTRADIS. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	9970,04	1	9970,04
2.16	Unidad	Juego de cables para puente de baja tensión, de sección 1x240mm2 Al de etileno-propileno sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad de 3 x fase + 2 x neutro de 3,0 m de longitud. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	560,28	4	2241,12
2.17	Unidad	Tierra de protección del transformador PFU-4. Instalación de puesta a tierra de protección debidamente montada y conectada utilizando conductor desnudo de Cu con las siguientes características: geometría en anillo rectangular, profundidad 0,5 m, sin picas, de dimensiones 6,0 x 4,0 m.	1190,1	2	2380,2
2.18	Unidad	Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con Cu aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.	822,51	3	2467,53
2.19	Unidad	Instalación interior de tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de Cu desnudo grapado en la pared y conectado a las celdas y demás aparamenta del edificio.	682,45	3	2047,35
2.20	Unidad	Instalación interior de tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de Cu aislado grapado en la pared y conectado al neutro de baja tensión, así como a una caja general de tierra de servicio.	680,66	3	2041,98
2.21	Unidad	Piqueta de conexión a tierra de acero recubierta de cobre, de 2000 mm de longitud, de 14 mm de diámetro, estándar y clavada a tierra. Incluye los conectores para conectar a la red de tierra.	32,46	8	259,68
2.22	Unidad	Reja metálica para defensa del transformador, con un paño enclavado con la celda de protección correspondiente. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos	280,15	3	840,45

		auxiliares.			
2.23	Unidad	Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias de las celdas de MT + equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de salida del local. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	192,71	3	578,13
2.24	Unidad	Equipo de operación, maniobra y seguridad para permitir la realización de las maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la ejecución de las maniobras y operaciones de mantenimiento, formador por una banqueta aislante y un par de guantes de aislamiento. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	119,22	3	357,66
2.25	Unidad	Placas de señalización y peligro formadas por señal edificio transformación y placa señalización trafo. En el precio se incluye montaje, mano de obra y elementos auxiliares.	10,23	3	30,69
2.26	Unidad	Tierra de protección del transformador PFU-5. Instalación de puesta a tierra de protección debidamente montada y conectada utilizando conductor desnudo de Cu con las siguientes características: geometría en anillo rectangular, profundidad 0,5 m, sin picas, de dimensiones 8,0 x 3,0 m.	1230,76	1	1230,76

Capítulo 2: Nuevo Centro de Transformación .....131833,73 €

6.2.3-. Capítulo 3: Red Subterránea de Baja Tensión

6.2.3.1-. Obra Civil

Ref.	*Uds*	*Descripción del Material*	*Precio €*	*Cantidad*	*Importe Total €*
3.1	m	Zanja 1C BT apertura a máquina en tierra con protección arena. Comprende la apertura y demolición de 1m de zanja de 0,40 m x 0,70 m, vallado y tapado con retiro de tierras sobrantes.	15,25	100	1525
3.2	m	Zanja 2C BT apertura a máquina en tierra con protección arena. Comprende la apertura y demolición de 1m de zanja de 0,40 m x 0,70 m, vallado y tapado con retiro de tierras sobrantes.	17,66	4	70,64
3.3	m	Zanja 1C BT apertura a máquina en tierra con protección dos tubulares hormigonados. Comprende la apertura y demolición de 1m de zanja de 0,40 m x 0,90 m, vallado y tapado con retiro de tierras sobrantes.	23,08	390	9001,2
3.4	m	Zanja 2C BT apertura a máquina en tierra con protección cuatro tubulares hormigonados. Comprende la apertura y demolición de 1m de zanja de 0,40 m x 0,90 m, vallado y tapado con retiro de tierras sobrantes.	27,17	120	3260,4
3.5	m	Zanja 3C BT apertura a máquina en tierra con protección arena. Comprende la apertura y demolición de 1m de zanja de 0,70 m x 1,10 m, vallado y tapado con retiro de tierras sobrantes.	15,54	220	3418,8
3.6	m	Suministro y colocación de arena para restablecimiento de zanja hasta 10 cm por encima de la generatriz del tubo.	0,77	834	642,18
3.7	m	Tapado de la zanja y compactado a máquina en capas de 15 cm de espesor, dando la humedad necesaria a las tierras para obtener una compactación igual o superior al 95%.	12,82	834	10691,88

6.2.3.2-. Tendido y Accesorios

Ref.	*Uds*	*Descripción del Material*	*Precio €*	*Cantidad*	*Importe Total €*
3.8	m	Suministro y tendido en zanja de un circuito con conductor de cobre 0,6/1kV 3x1x240+120 mm^2. Comprende disponer de los medios necesarios para el tendido y descargar la bobina con grúa situándola sobre un eje que facilite su desarrollo. Incluye suministro y colocación de abrazadera de forma que las fases de	10,52	6	63,12

		un mismo circuito queden unidas en el interior de la zanja.			
3.9	Unidad	Confección de planos "AS BUILT" de las instalaciones realizadas, entregado en papel vegetal.(Entre 1 y 100m)	910,53	9	8194,77
3.10	Unidad	Terminal bimetálico para cable subterráneo BT superior a 3x95+50 mm^2. Incluye cortar cable a medida (3 fases+ neutro), hacer puntas, colocar terminal prensado, encintar y embornar.	12,62	55	694,1

6.2.3.3-. Electricidad

Ref.	***Uds***	***Descripción del Material***	***Precio €***	***Cantidad***	***Importe Total €***
3.11	m	Conductor Cobre designación UNE 0,6/1 kV, Tetrapolar de 3x240/120+TTx120, aislamiento XLPE, Pirelli Afumex 1000V RZ1-K (AS) + POL.	350,60	125	43825
3.12	m	Conductor Cobre designación UNE 0,6/1 kV, Tetrapolar de 3x185/95+TTx95, aislamiento XLPE, Pirelli Afumex 1000V RZ1-K (AS) + POL.	302,78	72	21800,16
3.13	m	Conductor Cobre designación UNE 0,6/1 kV, Tetrapolar de 3x150/70+TTx70, aislamiento XLPE, Pirelli Afumex 1000V RZ1-K (AS) + POL.	264,38	46	12161,48
3.14	m	Conductor Cobre designación UNE 0,6/1 kV, Tetrapolar de 3x95/50+TTx50, del tipo EXZHELLENT XXI 1000V RZ1-K (AS) + POL, de General cable.	210,47	22	4630,34
3.15	m	Conductor Cobre designación UNE 0,6/1 kV, Tetrapolar de 3x50/25+TTx25, del tipo EXZHELLENT XXI 1000V RZ1-K (AS) + POL, de General cable.	118,6	486	57639,6
3.16	m	Conductor Cobre designación UNE 0,6/1 kV, Tetrapolar de 3x35/25+TTx25, del tipo EXZHELLENT XXI 1000V RZ1-K (AS) + POL, de General cable.	58,01	55	3190,55
3.17	m	Conductor Cobre designación UNE 0,6/1 kV, Tetrapolar de 3x25/16+TTx16, del tipo EXZHELLENT XXI 1000V RZ1-K (AS) + POL, de General cable.	42,98	26	1117,48
3.18	m	Conductor Cobre designación UNE 0,6/1 kV, Bipolar de 2x50+TTx25, del tipo U30FW007 RZ1-K (AS) + POL, de Pirelli.	1,25	500	625
3.19	m	Tubo de acero flexible recubierto de PVC de 225 mm de diámetro	8,55	76	649,8
3.20	m	Tubo de acero flexible recubierto de PVC de 180 mm de diámetro	6,25	72	450
3.21	m	Tubo de acero flexible recubierto de PVC de 160 mm de diámetro	5,83	28	163,24

3.22	m	Tubo de acero flexible recubierto de PVC de 140 mm de diámetro	5,66	22	124,52
3.23	m	Tubo de acero flexible recubierto de PVC de 63 mm de diámetro	5,45	588	3204,6
3.24	m	Tubo de acero flexible recubierto de PVC de 50 mm de diámetro	4,02	516	2074,32
3.25	m	Tubo rígido PVC de 50 mm de diámetro, montado sobre bandeja + bandeja de 100x500 mm	13,67	500	6835
3.26	m	Pletina de Cobre desnudo, rectangular, de dimensiones 50x10 mm^2	9,86	3	29,58
3.27	m	Pletina de Cobre desnudo, rectangular, de dimensiones 25x5 mm^2	9,86	2	19,72
3.28	m	Pletina de Cobre desnudo, rectangular, de dimensiones 50x5 mm^2	9,86	2	19,72
3.29	m	Pletina de Cobre desnudo, rectangular, de dimensiones 12x2 mm^2	6,58	1	6,58
3.30	m	Pletina de Cobre desnudo, rectangular, de dimensiones 40x5 mm^2	9,86	2	19,72
3.31	m	Pletina de Cobre desnudo, rectangular, de dimensiones 15x3 mm^2	6,58	2	13,16
3.32	Unidad	Armario metálico Pragma 18 de dimensiones 750x426x125 mm, para servicio interior y fijado en pared, marca Merlin Gerin, con regletas y material para la conexión de los distintos circuitos + puerta.	177,67	4	710,68
3.33	Unidad	Armario metálico Pragma 13 de dimensiones 750x336x123 mm, para servicio interior y fijado en pared, marca Merlin Gerin, con regletas y material para la conexión de los distintos circuitos + puerta.	75,26	8	602,08
3.34	Unidad	Armario CRAF 86/300 PM de Himel de dimensiones 800x600x300.	291,76	1	291,76
3.35	Unidad	Interruptor magneto térmico NS1000+Int. Dif. RH99+ 2 Int. Aut. de 1A, de Merlín Gerin.	3657,59	3	10972,77
3.36	Unidad	Interruptor magneto térmico NS630+Int. Dif. RH99+ 2 Int. Aut. de 1A, de Merlín Gerin.	3413,12	1	3416,12
3.37	Unidad	Int. Mag. NS630N + STR23SE, de Merlín Gerin.	4965,14	1	4965,14
3.38	Unidad	Int. Mag. C120H + Vigi C120, de Merlin Gerin	698,77	13	9084,01
3.39	Unidad	Int. Mag. C60H + Vigi C60, de Merlin Gerin	450,87	13	5861,31
3.40	Unidad	Int. Mag. NS400NE +Vigi MB, de Merlin Gerin	1708,71	7	11960,97
3.41	Unidad	Int. Mag. NS160N + Vigi ME, de Merlin Gerin	1041,48	4	4165,92
3.42	Unidad	Int. Mag. C60N + Vigi C60, de Merlin Gerin	375,31	4	1501,24
3.43	Unidad	Contador Power Meter serie PM9P de Schneider Electric	388,00	1	388,00
3.44	Unidad	El transformador de tension (TT) sera del	324,14	2	648,28

		tipo TT 33000R3/110R3-110R3-110:3 EX 0,5, de Schneider Electric.			
3.45	Unidad	El transformador de intensidad (TI) con una Ip/5 = 500/5, precision de 0,5 de Schneider Electric.	45,90	2	91,8

Capítulo 3: Red Subterránea de Baja Tensión .....250821,71 €

6.2.4-. Capítulo 4: Iluminación Exterior

6.2.4.1-. Obra Civil

Ref.	*Uds*	*Descripción del Material*	*Precio €*	*Cantidad*	*Importe Total €*
4.1	m	Excavación de zanjas para el paso de instalaciones, de 1x0.4x0.6 m, como máximo, en terreno compacto con procedimientos manuales y las tierras dejadas a un lado.	15,10	1554	23465,4
4.2	m	Carga mecánica y transporte de tierras a un vertedero con camión de 7 T, con un recorrido máximo de 10 Km.	18,02	230	4144,6
4.3	m	Reblandecimiento y piconaje de rasa de 0,6 m de anchura como máximo, con material adecuado, en capas de 25cm, como máximo, con compactación del 95% PM.	7,15	1554	11111,1
4.4	Unidad	Arqueta de 57x57x125 cm,con paredes de 15 cm de anchura de hormigón H-100 y solera de ladrillo calado sobre capa de arena.	45,43	20	908,6
4.5	Unidad	Armazón y tapa para arqueta de servicio de fosa gris, de 620x620x50 mm y de 52 kg. de peso colocado con mortero mixto 1:0,5:4,elaborado en la obra con hormigonera de 165 l.	8,65	20	173
4.6	m^3	Base H-150 de consistencia blanda y tamaño máximo del granulado de 20 mm esparcido desde camión con reparto y vibraje manual, con acabado reglado.	94,2	60	5652
4.7	m^3	Pavimento de hormigón H-150 de consistencia blanda y tamaño del granulado de 20 mm, esparcido desde camión, reparto y vibraje manual, rallado manual.	93,26	25	2331,5
4.8	m^3	Pavimento de mezcla bituminosa en caliente de composición grande G-20 con granulado granítico y betún asfáltico de penetración, reparto y compactación al 98% del ensayo Marshall.	120,31	135	16241,85

6.2.4.2-. Electricidad

Ref.	*Uds*	*Descripción del Material*	*Precio*	*Cantidad*	*Importe Total €*
4.9	Unidad	Armario metálico de 500x600x120 mm, para servicio exterior y fijado en columna, con regletas y material para la conexión de los diferentes circuitos	120,31	2	240,62

4.10	Unidad	Interruptor magnetotérmico de 20 A de intensidad nominal. Tripolar, pía y fijado en la pared.	15,17	2	30,34
4.11	Unidad	Interruptor magnetotérmico de 30 A de intensidad nominal. Tripolar, pía y fijado en la pared.	19,26	2	38,52
4.12	Unidad	Interruptor diferencial de 63 A de intensidad nominal, tetrapolar, con sensibilidad de 0,03 A y fijado a presión.	21,22	2	42,44
4.13	Unidad	Interruptor Crepuscular 1308APJC02 ORBIS	16,67	2	33,34
4.14	Unidad	Piqueta de conexión a tierra de acero y recubrimiento de cobre de 1500 mm de largo, 14,6 mm de diámetro, 300 micras y enterrada bajo tierra, incluida la colocación y obra civil.	166,21	2	332,42
4.15	m	Conductor de cobre de designación UNE VV 0,6/1 kV. Tetrapolar de 4x6 mm2 y colocado en tubo o tendido normal.	6,4	1554	9945,6
4.16	Unidad	Báculo troncocónico de plancha de acero galvanizado de 10m de altura, con base platina y puerta, colocado sobre dado de hormigón.	493,73	74	36536,02
4.17	Unidad	Luminaria tipo SGS 203/105 T b pos.1 con difusor troncocónico cubeta de plástico con lámpara de vapor de sodio de 150 W, de tipo 2,con bastidor metálico, cúpula reflectora y acoplada al soporte.	48,15	74	3563,1
4.18	m	Tubo rígido de PVC de 11cm de diámetro con resistencia al choque 7 y montado sobre canal.	4,21	1445	6083,45
4.19	m	Tobo de acero flexible recubierto de PVC montado sobre canal, con resistencia al choque.	5,31	109	578,79
4.20	Unidad	Caja general de protección de poliéster reforzado con bornes bimétalicos de 400A, según esquema UNESA número 9 montado sobre superficie.	110,52	2	221,04
4.21	Unidad	Reloj astronómico programable para ahorro de energía con protecciones de montaje y conexiones de regleta incluidas.	451,48	2	902,96
4.22	Unidad	Estabilizador Reductor de Flujo para lámparas de VSAP y VM, marca ORBIS modelo ESDONI 150 N trifásico característica Dinámica	9022,24	2	18044,48

Capítulo 4: Iluminación Exterior ..... 140621,17 €

6.3-. Resumen del Presupuesto

Capítulo 1: Red Subterránea de Media Tensión ..... 24333,05 €

Capítulo 2: Nuevo Centro de Transformación ..... 131833,73 €

Capítulo 3: Red Subterránea de Baja Tensión ..... 250821,71 €

Capítulo 4: Iluminación Exterior ..... 140621,17 €

Presupuesto de ejecución de material ..... 547609,66 €

Gastos Generales (13%) ..... 71189,25 €

Beneficio Industrial (6%) ..... 32856,57 €

Suma GG y BI ..... 104045,82 €

Presupuesto ejecución por contrato ..... 651655,48 €

I.V.A. (16%) ..... 104264,87 €

Presupuesto global de licitación ..... 755920,35 €

7-. Estudio de Seguridad y Salud Laboral

7.1–. Objetivos

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud Laboral tiene como objetivo establecer las directrices generales encaminadas a disminuir en la medida de lo posible, los riesgos de los accidentes laborales y enfermedades profesionales, así como la forma de minimizar las consecuencias de los accidentes que se produzcan.

Este estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 1627/97 del 24 de Octubre, el cual establece los criterios de planificación, control y desarrollo de los medios y medidas de Seguridad e Higiene que se han de tener presentes en la ejecución de los Proyectos en Construcción.

7.2-. Alcance

Las medidas contempladas en este Estudio alcanzan todos los trabajos a realizar en el presente Proyecto, y aplica la obligación de su cumplimiento a todas las personas de las diferentes organizaciones que intervengan en la ejecución de las mismas.

Tanto los riesgos previsibles como las medidas preventivas a aplicar por los trabajos en las instalaciones, elementos y máquinas eléctricas son analizados en los apartados siguientes.

7.3-. Análisis de Riesgos

Analizaremos a continuación los riesgos previsibles inherentes a las actividades de ejecución previstas, así como las derivadas del uso de maquinaria, medios auxiliares y manipulación de instalaciones, máquinas o herramientas eléctricas.

Con el objetivo de no repetir innecesariamente la relación de riesgos, analizaremos primero los riesgos generales, que se pueden dar en cualquiera de las actividades, y después seguiremos con el análisis de las especificaciones de cada actividad.

7.4-. Riesgos Generales

Entendemos como riesgos generales, aquellos que pueden afectar a todos los trabajadores, independientemente de la actividad concreta que se realice. Se prevé que se puedan dar las siguientes:

- Caídas de objetos o componentes sobre personas.
- Caída de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Proyecciones de partículas en los ojos
- Conjuntivitis por arco de soldadura o otros
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales
- Sobre esfuerzos
- Golpes y cortes por manejo de aferramientos.
- Golpes contra objetos
- Atrapado entre objetos
- Quemaduras por contactos térmicos

- Exposición a descargas eléctricas
- Incendios y explosiones
- Atrapado por volcado de máquinas, vehículos o equipos
- Atropellamientos o golpes de vehículos en movimiento
- Lesiones por manipulación de productos químicos
- Lesiones o enfermedades por factores atmosféricos que comprometen la seguridad o salud
- Inhalación de productos tóxicos

7.5-. Riesgos Específicos

Nos referimos aquí a los riesgos propios de actividades concretas que afectan solo al personal que realiza trabajos en estos.

Este personal estará expuesto a los riesgos generales indicados en el punto 1.4, más los específicos de su actividad. Por eso analizaremos a continuación las actividades más significativas.

Excavaciones

Además de las generales, pueden ser inherentes en las excavaciones los siguientes riesgos:

- Desprendimiento o corrimientos de tierras
- Atropellos i/o golpes por maquinas o vehículos
- Colisiones y volcadas de máquinaria
- Riesgos a terceros ajenos al propio trabajo

En voladuras

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

Movimiento de tierras

En los trabajos derivados de movimiento de tierras por excavaciones, se prevén los siguientes riesgos:

- Carga de materiales de las palas o cajas de vehículos
- Caída de personas des de los vehículos
- Volcada de vehículos por diversas causas (malas condiciones del terreno, exceso de carga, durante las descargas, etc.)
- Atropellamientos y colisiones
- Proyección de partículas

- Polvo ambiental

Trabajos con ferralla

Los riesgos más comunes relativos a la manipulación y montaje de ferralla son:

- Cortes y heridas en el manejo de las barras o alambres.
- Atrapamientos en las operaciones de carga y descarga de paquetes de barras o en la colocación de las mismas.
- Torceduras de pies, y caídas al mismo nivel al caminar sobre las armaduras.
- Roturas eventuales de barras durante el doblado.

Trabajos de encofrados y desencofrados

En esta actividad podemos destacar las siguientes:

- Desprendimientos de tableros
- Pinchadas con objetos punzantes
- Caída de materiales (tableros, tablones, puntales, etc.)
- Caída de elementos de encofrado durante las operaciones de desencofrado
- Cortes y heridas en manos por manejo de herramientas (sierras, cepillos….) y materiales

Trabajos con hormigón

La exposición y manipulación del hormigón implica los siguientes riesgos:

- Salpicadas de hormigón en los ojos
- Hundimiento, ruptura o caída de encofrados
- Torceduras de pies, pinchadas, y caídas al mismo y diferente nivel, al mover-se sobre las estructuras
- Dermatitis en la piel.
- Aplanamiento o quedar atrapado por error en entibaciones
- Lesiones musculares por el manejo de vibradores
- Electrocución por ambientes húmedos

Manipulación de materiales

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

Transporte de materiales y equipos dentro de la obra.

En esta actividad, además de los riesgos anteriormente mencionados en el punto 7.2, son previsibles los siguientes:

- Desprendimiento o caída de la carga, o parte de la misma, por ser excesiva o estar mal sujeta.

- Golpes contra paredes salientes de la carga.
- Atropellamientos de personas.
- Vuelcos.
- Choques contra otros vehículos o máquinas.
- Choques o enganches de la carga con objetos, instalaciones o puesta de cables.

Prefabricados y montaje de estructuras, cerramientos y equipos.

De los específicos en este apartado cabe destacar:

- Caída de materiales por la mala ejecución de la maniobra de izado y acoplamiento de los mismos o fallo de mecánico de los equipos.
- Caída de personas des de altura por diversas causas.
- Atrapamiento de manos o pies en el manejo de los materiales o equipos.
- Caída de objetos o herramientas sueltas.
- Explosiones o incendios por el uso de gases o por proyecciones incandescentes.

Maniobras de izado, situación en obra y montaje de equipos y materiales

Como a riesgo especifico de estas maniobras podemos citar las siguientes:

- Caída de materiales, equipos o componentes de estos, por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.
- Caída de pequeños objetos o materiales sueltos (cantoneras, herramientas, etc.) sobre personas.
- Caída de personas des de una altura en operaciones de montaje y desmontaje de las piezas.
- Atrapamientos de manos i pies.
- Aprisionamiento/aplanamiento de personas por movimientos incontrolados de la carga.
- Golpes de equipos, en su izado y transporte, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, etc).
- Caída o volcada de los medios de elevación.

Montaje de instalaciones. Suelos y acabados.

Los riesgos inherentes en estas actividades podemos considerarlos incluso dentro de los generales, al no ejecutarse a grandes alturas ni presentar aspectos relativamente peligrosos.

7.6-. Maquinaria y Medios Auxiliares

Analizamos en este apartado los riesgos que además de generales, pueden expresarse en el uso de maquinaria y medios auxiliares.

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevén utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente Estudio, son los que se relacionan a continuación:

- Equipo de soldadura eléctrica
- Equipo de soldadura oxiacetilénica -oxital.
- Máquina eléctrica de roscar
- Camión de transporte
- Grúa móvil
- Camión grúa
- Cabestrante de izado.
- Cabestrante de extendido de cable subterráneo
- Pistolas de fijación
- Taladradoras de mano
- Corta tubos
- Radial
- Máquina de excavación con martillo hidráulico
- Máquina retro excavadora mixta
- Hormigoneras autopropulsadas
- Camión remolque
- Máquina niveladora
- Mini retro excavadora
- Compactadota
- Compresor
- Martillo picador, etc.

Entre los medios auxiliares, cabe mencionar los siguientes:

- Bastidas sobre “burrotes”
- Bastidas metálicas modulares
- Escaleras de mano
- Escaleras de tijera
- Cuadros eléctricos auxiliares
- Instalaciones eléctricas provisionales
- Herramientas de mano
- Bancos de trabajo
- Equipos de medida
- Medidor de frecuencia de fases
- Medidor de aislamiento
- Medidor de tierras
- Pinzas amperimétricas
- Termómetros

Diferenciaremos estos riesgos clasificándolos en los siguientes grupos:

Máquinas fijas y herramientas eléctricas

Los riesgos más significativos son:

- Las características de trabajos en elementos con tensión eléctrica en los que pueden producirse accidentes por contactos, tanto directos como indirectos.
- Caídas de personal al mismo o diferente nivel por desorden de conductores.
- Lesiones por uso inadecuado, o malas condiciones de máquinas giratorias o de corte.
- Proyecciones de partículas.

Medios de elevación

Consideraremos como riesgos específicos de estos medios, los siguientes:

- Caída de la carga por una deficiente maniobra.
- Ruptura del cable, gancho o cualquier otro medio auxiliar de elevación.
- Golpes o aplastamientos por movimientos incontrolados de la carga.
- Exceso de carga con el resultado de ruptura, o volcado, del medio correspondiente.
- Fallo de elementos mecánicos o eléctricos.
- Caída de personas a distinto nivel durante la operaciones de movimiento de cargas.

Andamios, plataformas y escaleras.

Son previsibles los siguientes riesgos:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída de la bastida por volcada.
- Vuelcos o deslizamientos de escaleras.
- Caída de materiales o herramientas de de la bastida.
- Los derivados del sufrimiento de las enfermedades, no detectadas (epilepsia, vértigo,….)

Equipos de soldadura eléctrica y oxiacetilénica

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

- Incendios.
- Quemadas.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Explosión de ampollas de gases.
- Proyecciones incandescentes, o de cuerpos extraños.
- Contacto con energía eléctrica.

7.7-. Medidas preventivas

Para disminuir en la medida de lo posible los riesgos previstos en el apartado anterior, se tiene que actuar sobre los factores que, por separado o en conjunto, determinan las causas que producen los accidentes. Nos estamos refiriendo al factor humano y al factor técnico.

La actuación sobre el factor humano, basado fundamentalmente en la formación, estado mental e información de todo el personal que participe en los trabajos del presente estudio, así como en aspectos ergonómicos y condiciones ambientales, será analizada con mayor detenimiento en otros puntos de estudio.

Por lo que se refiere a la actuación sobre el factor técnico, se actuara básicamente en los siguientes aspectos:

- Protecciones colectivas
- Protecciones personales
- Controles y revisiones técnicas de seguridad

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

7.7.1.- Protecciones colectivas

Siempre que sea posible se dará prioridad al uso de protecciones colectivas, ya que su efectividad es muy superior a la de las protecciones personales. Sin excluir el uso de estas ultimas, las protecciones colectivas previstas, en función de los riesgos enunciados, son los siguientes:

Riesgos Generales

Nos referimos a las medidas de seguridad a tener en cuenta para la protección de riesgos que consideraremos comunes en todas las actividades. Son los siguientes:

- Señalizaciones del acceso a la obra y uso de elementos de protección personal.
- Acotamiento y señalización de zona donde exista riesgo de caída de objetos des de altura.
- Se montarán barandillas resistentes en los agujeros por donde se pudieran producir caídas de personas.
- En cada lugar de trabajo se dispondrá al menos de un extintor portátil de polvo polivalente.
- Si algún puesto de trabajo generara riesgo de proyecciones (de partículas, o por arco de soldadura) a terceros, se colocarán mamparas opacas de material ignifugó.
- Si se realizaran trabajos con proyecciones incandescentes con proximidad de materiales combustibles, se retiraran estos o se protegerán con lona ignifuga.
- Se mantendrán ordenados los materiales, cables y conductores para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.
- Los restos de materiales generados por el trabajo se retiraran periódicamente para mantener limpias las zonas de trabajo.

- Los productos tóxicos y peligrosos se manipularan según lo establecido en las condiciones de uso específicas de cada producto.
- Respetar la señalización y limitaciones de velocidad fijadas para la circulación de vehículos y maquinaria en el interior de la obra.
- Aplicar las medidas preventivas contra riesgos eléctricos que desarrollaremos mas adelante.
- Todos los vehículos llevaran los indicadores ópticos y acústicos que exige la legislación vigente.
- Proteger a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y salud.

Riesgos Específicos

Las protecciones colectivas previstas para la prevención de estos riesgos son las siguientes:

En excavaciones

- Se entibaran o realizaran taludes en todas las excavaciones verticales de profundidad superior a 1,5 m.
- Se señalizaran las excavaciones, como mínimo a 1 m de la cercanía de la excavación.
- No se acumularan tierras ni materiales a menos de 2 m de la cercanía de la excavación.
- Las excavaciones de profundidad superior a 2 m, y en las proximidades de las cuales tengan que circular personas, se protegerán con barandillas resistentes de 90 cm de altura, las cuales se situaran siempre que sea posible, a 2 m de la proximidad de la excavación.
- Los accesos a las zanjas o trincheras se realizarán mediante escaleras sólidas que sobrepasan en 1 m la proximidad a estas.
- Las máquinas excavadoras y camiones solo serán manejados por personal capacitado, con el correspondiente permiso de conducir, el cual será responsable, así mismo, de la adecuada conservación de su máquina.

En voladuras

Las voladuras serán realizadas por una empresa especializada que elaborará el correspondiente plan de voladuras. En su ejecución, además de cumplir la legislación vigente sobre explosivos (RD 2114/787 B.O.E 07.09.78), se tomarán, como mínimo, las siguientes medidas de seguridad:

- Acordonar la zona de “carga" y "pega" a la que, bajo ningún concepto, deben acceder personas ajenas a las mismas.
- Anunciar, con un toque de sirena 15 minutos antes, la proximidad de la voladura, con dos toques la inmediatez de la detonación y con tres el final de la voladura, permitiéndose la reanudación de la actividad en la zona.
- En el perímetro de la zona acordonada se colocarán señales de “prohibido el paso - Voladuras".
- Antes de la “pega", una persona recorrerá la zona comprobando que no queda nadie, y se pondrán

vigilantes en lugares estratégicos de acceso a la zona para impedir la entrad de personas o vehículos.

- El responsable de la voladura y los artilleros comprobarán, cuando se hayan disipado los gases, que la "pega" ha sido completa y comprobará que no quedan terrenos inestables, saneando estos si fuera necesario antes de iniciar los trabajos.

En movimiento de tierras

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

En trabajos en altura

Es evidente que el trabajo en altura se presenta dentro de muchas de las actividades que se realizan en la ejecución de este Proyecto y, como tal, las medidas preventivas relativas a los mismos serán tratadas conjuntamente con el resto de las que afectan a cada cual.

Sin embargo, dada elevada gravedad de las consecuencias que, generalmente, se derivan de las caídas de altura, se considera oportuno y conveniente remarcar, en este apartado concreto, las medidas de prevención básicas y fundamentales que deben aplicarse para eliminar, en la medida de lo posible, los riesgos inherentes a los trabajos en altura.

Destacaremos, entre otras, las siguientes medidas:

Para evitar la caída de objetos:

- Coordinar los trabajos de forma que no se realicen trabajos superpuestos.
- Ante la necesidad de trabajos en la misma vertical, poner las oportunas protecciones (redes, marquesinas, etc).
- Acotar y señalizar las zonas con riesgo de caída de objetos.
- Señalizar y controlar la zona donde se realicen maniobras con cargas suspendidas, hasta que estas se encuentren totalmente apoyadas.
- Emplear cuerdas para el guiado de cargas suspendidas, que serán manejadas desde fuera de la zona de influencia de la carga, y acceder a esta zona solo cuando la carga esté prácticamente arriada.

Para evitar la caída de personas:

- Superficie de apoyo horizontal y resistente.
- Si son móviles, las ruedas estarán bloqueadas y no se trasladarán con personas sobre las mismas.
- Arrastrarlos a partir de cierta altura.
- A partir de 2 m. de altura se protegerá todo su perímetro con rodapiés y quitamiedos colocados a 45 y 90 cm. del piso, el cual tendrá, como mínimo, una anchura de 60 cm.
- No sobrecargar las plataformas de trabajo y mantenerlas {limpias y libres de obstáculos.
- En altura (más de 2 m.) es obligatorio utilizar cinturón de seguridad, siempre que no existan protecciones (barandillas) que impidan la caída, el cual estará anclado a elementos, fijos, móviles, definitivos o provisionales, de suficiente resistencia.
- Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad
- en aquellos casos en que no sea posible montar barandillas de protección, o bien sea necesario el desplazamiento de los operarios sobre estructuras o cubiertas. En este caso se utilizarán cinturones de caída, con arnés provistos de absorción de energía.
- Las escaleras de mano cumplirán, como mínimo, las siguientes condiciones:
    - No tendrán rotos ni astillados largueros o peldaños. Dispondrán de zapatas antideslizantes.
    - Las superficies de apoyo inferior y superior serán planas y resistentes.
    - Fijación o amarre por su cabeza en casos especiales y usar el cinturón de seguridad anclado a un elemento ajeno a esta.
    - Colocarla con la inclinación adecuada.
    - Con las escaleras de tijera, ponerle tope o cadena para que no se abran, no usarlas plegadas y no ponerse a caballo en ellas.

En trabajos con ferralla

- Los paquetes de redondos se acopiarán en posición horizontal, separando las capas con durmientes de madera y evitando alturas de pilas superiores a 1 ,50 m.
- No se permitirá trepar por las armaduras.
- Se colocarán tableros para circular por las armaduras de ferralla.
- No se emplearán elementos o medios auxiliares (escaleras, ganchos, etc.) hechos con trozos de ferralla soldada.
- Diariamente se limpiará la zona de trabajo, recogiendo y retirando los recortes y alambres sobrantes del armado.

En trabajos de encofrado y desencofrado

- El ascenso y descenso a los encofrados se hará con escaleras de mano reglamentarias.

- No permanecerán operarios en la zona de influencia de las cargas durante las operaciones de izado y traslado de tableros, puntales, etc.
- Se sacarán o remacharán todos los clavos o puntas existentes en la madera usada.
- El desencofrado se realizará siempre desde el lado en que no puedan desprenderse los tableros y arrastrar al operario.
- Se acotará, mediante cinta de señalización, la zona en la que puedan caer elementos procedentes de las operaciones de encofrado o desencofrado.

En trabajos de hormigón:

Vertidos mediante canaleta:

- Instalar topes de final de recorrido de los camiones hormigonera para evitar vuelcos.
- No situarse ningún operario detrás de los camiones hormigonera en las maniobras de retroceso.

Vertido mediante cubo con grúa:

- Señalizar con pintura el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible de la grúa.
- No permanecer ningún operario bajo la zona de influencia del cubo durante las operaciones de izado y transporte de este con la grúa.
- La apertura del cubo para vertido se hará exclusivamente accionando la palanca prevista para ello. Para realizar tal operación se usarán, obligatoriamente, guantes, gafas y, cuando exista riesgo de caída, cinturón de seguridad.
- El guiado del cubo hasta su posición de vertido se hará siempre a través de cuerdas guía.

Para la manipulación de materiales

Informar a los trabajadores acerca de los riesgos mas característicos de esta actividad, accidentes mas habituales y forma de prevenirlos haciendo especialmente hincapié sobre los siguientes aspectos:

- Manejo manual de materiales.
- Acopio de materiales, según su características.
- Manejo/acopio de materiales tóxico/peligrosos.

Para el transporte de materiales y equipos dentro de la obra

- Se cumplirán las normas de tráfico y límites de velocidad establecidas para circular por los viales de obra, las cuales estarán señalizadas y difundidas a los conductores.
- Se prohibirá que las plataformas y/o camiones transporten una carga superior a la identificada

como máxima admisible.

- La carga se transportará amarrada con cables de acero, cuerdas o estrobos de suficiente resistencia.
- Se señalizarán con banderolas o luces rojas las partes salientes de la carga y, de producirse estos salientes, no excederán de 1,50 m.
- En las maniobras con riesgo de vuelco del vehículo, se colocarán topes y se ayudarán con un señalista.
- Cuando se tenga que circular o realizar maniobras en proximidad de líneas eléctricas, se instalarán gálibos o topes que eviten aproximarse a la zona de influencia de las líneas.
- No se permitirá el transporte de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- No se transportarán, en ningún caso, cargas suspendidas por la pluma con grúas móviles.
- Se revisará periódicamente el estado de los vehículos de transporte y medios auxiliares correspondientes.

Para la prefabricación, izado y montaje de estructuras, cerramientos y equipos

- Se señalizarán y acotarán las zonas en que haya riesgo de caída de materiales por
- manipulación, elevación y transporte de los mismos.
- No se permitirá, bajo ningún concepto, el acceso de cualquier persona a la zona señalizada y acotada en la que se realicen maniobras con cargas suspendidas.
- El guiado de cargas/equipos para su ubicación definitiva, se hará siempre mediante cuerdas guía manejadas desde lugares fuera de la zona de influencia de su posible caída, y no se accederá a dicha zona hasta el momento justo de efectuar su acople o posicionamiento.
- Se taparán o protegerán con barandillas resistentes o, según los casos, se señalizarán adecuadamente los huecos que se generen en el proceso de montaje.
- Se ensamblarán a nivel de suelo, en la medida (que lo permita la zona de montaje y capacidad de las grúas, los módulos de estructuras con el fin de reducir en lo posible el número de horas de trabajo en altura y sus riesgos.
- Los puestos de trabajo de soldadura estarán suficientemente separados o se aislarán con pantallas divisorias.
- La zona de trabajo, sea de taller o de campo, se mantendrá siempre limpia y ordenada.
- Los equipos/estructuras permanecerán arriostradas, durante toda la fase de montajes hasta que no se efectúe la sujeción definitiva, para garantizar su estabilidad en las peores condiciones previsibles.
- Los andamios que se utilicen cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la O.G.S.H.T.
- Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos

casos en que no sea posible montar plataformas de trabajo con barandilla, o sea necesario el desplazamiento de operarios sobre la estructura. En estos casos se utilizarán cinturones de caída, con arnés provistos de absorción de energía.

De cualquier forma dado que estas operaciones y maniobras están muy condicionadas por el estado real de la obra en el momento de ejecutarlas, en el caso de detectarse una complejidad especial se elaborará un estudio de seguridad específico al efecto.

Para maniobras de izado y ubicación en obra de materiales y equipos

Las medidas de prevención a aplicar en relación con los riesgos inherentes a este tipo de trabajos, que ya se relacionaron, están contempladas y definidas en el punto anterior, destacando especialmente las correspondientes a:

- Señalizar y acotar las zonas de trabajo con cargas suspendidas.
- No permanecer persona alguna en la zona de influencia de la carga.
- Hacer el guiado de las cargas mediante cuerdas.
- Entrar en la zona de riesgo en el momento del acoplamiento.

En instalaciones de distribución de energía

- Deberán verificarse y mantenerse con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén sometidas a factores externos.
- Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.
- Cuando existan líneas de tendidos eléctricos aéreos que pueda afectar a la seguridad en la obra será necesario desviarlas fuera del recinto de la obra o dejarlas sin tensión. Si esto no fuera posible, se colocarán barreras o avisos para que los vehículos y las instalaciones se mantengan alejados de las mismas. En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo el tendido se utilizará una señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura.

7.7.2-. Protecciones Personales

Como complemento de las protecciones colectivas será obligatorio el uso de las protecciones personales. Los mandos intermedios y el personal de seguridad vigilarán y controlarán la correcta utilización de estas prendas de protección.

Para no extendernos demasiado, y dado que la mayoría de los riesgos que obligan al uso de las protecciones personales son comunes a las actividades a realizar, relacionamos las prendas de protección previstas para el conjunto de los trabajos.

Se prevé el uso, en mayor o menor grado, de las siguientes protecciones personales:

- Casco.
- Pantalla facial transparente.
- Pantalla de soldador con visor abatible y cristal inactínico.
- Mascarillas faciales según necesidades.
- Mascarillas desechables de papel.
- Guantes de varios tipos (montador, soldador, aislante, goma, etc.)
- Cinturón de seguridad.
- Absorbedores de energía.
- Chaqueta, peto, manguitos y polainas de cuero.
- Gafas de varios tipos (contraimpactos, sopletero, etc).
- Calzado de seguridad, adecuado a cada uno de los trabajos.
- Protecciones auditivas (cascos o tapones).
- Ropa de trabajo.

Todas las protecciones personales cumplirán la Normativa Europea (CE) relativa a Equipos de Protección Individual (EPI).

7.7.3-. Revisiones Técnicas de Seguridad

Su finalidad es comprobar la correcta aplicación del Plan de Seguridad. Para ello, el Contratista velará por la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en dicho Plan.

Sin perjuicio de lo anterior, podrán realizarse visitas de inspección por técnicos asesores especialistas en seguridad, cuyo asesoramiento puede ser de gran valor.

7.8-. Instalaciones Eléctricas Provisionales

Para el suministro de energía a las máquinas y herramientas eléctricas propias de los trabajos objeto del presente Estudio, los contratistas instalarán cuadros de distribución con toma de corriente en las instalaciones de la propiedad o alimentados mediante grupos electrógenos.

La acometida eléctrica general alimentará una serie de cuadros de distribución de los distintos contratistas, los cuales se colocarán estratégicamente para el suministro de corriente a sus correspondientes instalaciones, equipos y herramientas propias de los trabajos.

7.8.1-. Riesgos Previsibles

Los riesgos implícitos a estas instalaciones son los característicos de los trabajos y manipulación de elementos (cuadros, conductores, etc. y herramientas eléctricas) que pueden producir accidentes por contactos tanto directos como indirectos.

7.8.2-. Medidas Preventivas

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

Cuadros de distribución

Serán estancos, permanecerán todas las partes bajo tensión inaccesibles al personal y estarán dotados de las siguientes protecciones:

- Interruptor general.
- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Diferencial de 300 mA.
- Toma de tierra de resistencia máxima 20 OHMIOS.
- Diferencial de 30 mA para las tomas monofásicas que alimentan herramientas o útiles portátiles.
- Tendrán señalizaciones de peligro eléctrico.
- Solamente podrá manipular en ellos el electricista.
- Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para instalaciones, serán de 1.000 voltios de tensión nominal como mínimo.

Prolongadores, clavijas, conexiones y cables

- Los prolongadores, clavijas y conexiones serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente hembras y de características tales que aseguren el aislamiento, incluso en el momento de conectar y desconectar.
- Los cables eléctricos serán del tipo intemperie sin presentar fisuras y de suficiente resistencia a esfuerzos mecánicos.
- Los empalmes y aislamientos en cables se harán con manguitos y cintas aislantes vulcanizadas.
- Las zonas de paso se protegerán contra daños mecánicos.

Herramientas y útiles eléctricos portátiles

- Las lámparas eléctricas portátiles tendrán el mango aislante y un dispositivo protector de la lámpara de suficiente resistencia. En estructuras metálicas y otras zonas de alta conductividad eléctrica se utilizarán transformadores para tensiones de 24 V.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles serán de doble aislamiento.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles eléctricos portátiles, estarán protegidos por diferenciales de alta sensibilidad (30 mA).

Máquinas y equipos eléctricos

Además de estar protegidos por diferenciales de media sensibilidad (300 mA), irán conectados a una toma de tierra de 20 ohmios de resistencia máxima y llevarán incorporado a la manguera de alimentación el cable de tierra conectado al cuadro de distribución.

Normas de carácter general:

- Bajo ningún concepto se dejarán elementos de tensión, como puntas de cables terminales, etc., sin aislar.
- Las operaciones que afecten a la instalación eléctrica, serán realizadas únicamente por el electricista.
- Cuando se realicen operaciones en cables cuadros e instalaciones eléctricas, se harán sin tensión.

7.9.- Estudio de revisiones de mantenimiento

Se realizará un adecuado mantenimiento y revisiones periódicas de las distintas instalaciones, equipos y herramientas eléctricas, para analizar y adoptar las medidas necesarias en función de los resultados de dichas revisiones.