

Proyecto de Electrificación de un Polígono Residencial.

**PROYECTO DE ELECTRIFICACION DE UN
POLÍGONO RESIDENCIAL.**

AUTOR: José Francisco Soriano Corbalán.

TUTORES: Alfredo Conesa Tejerina
Juan José Portero Rodríguez.

2009

Memoria Técnica

INDICE:

1. Antecedentes del polígono residencial.....	1
2. Objeto del proyecto	1
3. Legislación y reglamentación aplicada	
3.1 Legislación para la línea subterránea de media tensión.....	1
3.2 Legislación para la línea subterránea de baja tensión.....	3
3.3 Legislación para los centros de transformación.....	5
4. Situación y emplazamiento	8
5. Descripción de la instalación	8
6. Trazado de la red subterránea de Media Tensión	9
6.1 Longitud, paralelismos y cruzamiento LSMT.....	9
7- Materiales empleados para el diseño de la LSMT	
7.1 Conductores.....	10
7.2 Aislantes.....	10
7.3 Accesorios.....	10
7.4 Protecciones eléctricas.....	10
7.5 Zanjas y sistemas de enterramiento.....	11
7.6 Puesta a tierra.....	11
8. Descripción del centro de transformación distribuidor CMR:	
8.1 Características generales centro transformación distribuidor.....	12
8.2 Obra civil.....	13
9 Materiales empleados en el diseño del centro de transformación distribuidor:	
9.1 Descripción.....	13
9.2 Envolverte.....	13
9.3 Placa piso.....	14
9.4 Accesos.....	14
9.5 Ventilación.....	14
9.6 Acabado.....	15
9.7 Calidad.....	15
9.8 Alumbrado.....	15
9.9 Varios.....	15
9.10 Cimentación.....	15
9.11 Características detalladas.....	15

10. Instalación eléctrica y características generales de la aparamenta. (CMR)	
10.1 Características de la red de alimentación.....	16
10.2 Características de la aparamenta de media tensión	17
10.3 Base y frente.....	17
10.4 Cuba.....	17
10.5 Interruptor seccionador.....	18
10.6 Mando.....	18
10.7 Fusibles (CMP-F).....	18
10.8 Conexión de cables.....	18
10.9 Enclavamientos.....	18
10.11 Características eléctricas de las Celdas.....	19
10.10 Características de la aparamenta de baja tensión	20
10.12 Características descriptivas de los cuadros de baja tensión.....	24
11. Puesta a tierra y medidas de seguridad del transformador distribuidor	
11.1 Tierra de protección.....	27
11.2 Tierra de servicio.....	28
11.2 Instalaciones secundarias	28
12. Descripción de los centros de transformación de 400 KVA:	
12.1 Características generales centro transformación de 400 kVA.....	29
12.2 Obra civil.....	30
13 Materiales empleados en el diseño del centro de transformación de 400 KVA:	
13.1 Descripción.....	30
13.2 Envolvente.....	31
13.3 Ventilación.....	31
13.4 Accesos.....	32
13.5 Acabados.....	32
13.7 Calidad.....	32
13.8 Alumbrado.....	32
13.6 Puesta a tierra.....	33
13.9 Varios.....	33
13.10 Cimentación.....	33
13.11 Características detalladas.....	33

14. Instalación eléctrica y características generales de la apartamenta. (400 KVA)

14.1 Características de la red de alimentación.....	34
14.2 Características de la apartamenta de media tensión	34
14.3 Base y frente.....	35
14.4 Cuba.....	35
14.5 Interruptor seccionador.....	36
14.6 Mando.....	36
14.7 Fusibles (CMP-F).....	36
14.8 Conexión de cables.....	37
14.9 Enclavamientos.....	37
14.11 Características eléctricas	37
14.10 Características de la apartamenta de baja tensión	37
14.12 Características descriptivas de las Celdas	37
14.13 Características eléctricas de los cuadros de BT.....	40
14.14 Características del material variado de MT y BT.....	41

15. Puesta a tierra y medidas de seguridad del transformador de 400 KVA

15.1 Tierra de protección.....	42
15.2 Tierra de servicio.....	43
15.2 Instalaciones secundarias.. ..	43

16. Descripción de los centros de transformación de 250 KVA:

16.1 Características generales centro transformación de 250 KVA.....	44
16.2 Obra civil.....	45

17. Materiales empleados en el diseño del centro de transformación de 250 KVA:

17.1 Descripción.....	45
17.2 Envolvente.....	46
17.3 Ventilación.....	46
17.4 Accesos.....	47
17.5 Acabados.....	47
17.6 Calidad.....	47
17.7 Alumbrado.....	47
17.8 Puesta a tierra.....	48
17.9 Varios.....	48
17.10 Cimentación.....	48
17.11 Características detalladas.....	48

18. Instalación eléctrica y características generales de la apartamenta. (250 KVA)	
18.1 Características de la red de alimentación.....	49
18.2 Características de la apartamenta de media tensión	49
18.3 Base y frente.....	50
18.4 Cuba.....	50
18.5 Interruptor seccionador.....	51
18.6 Mando.....	51
18.7 Fusibles (CMP-F).....	51
18.8 Conexión de cables.....	51
18.9 Enclavamientos.....	51
18.11 Características eléctricas	52
18.10 Características de la apartamenta de baja tensión	52
18.12 Características descriptivas de las Celdas	52
18.13 Características eléctricas de los cuadros de BT.....	55
18.14 Características del material variado de MT y BT.....	56
19. Puesta a tierra y medidas de seguridad del transformador de 250 KVA	
19.1 Tierra de protección.....	57
19.2 Tierra de servicio.....	57
19.3 Instalaciones secundarias	58
20. Línea subterránea de baja tensión	
20.1 Trazado de la línea subterránea de baja tensión.....	59
20.2 Longitud y paralelismos en los trazados de BT.....	60
21. Materiales Usados en el diseño de la línea subterránea de baja tensión	
21.1 Conductores.....	62
21.2 Accesorios.....	62
21.3 Zanjas y sistemas de enterramiento.....	62
21.4 Puesta a tierra de baja tensión.....	63
22. Descripción de la obra civil.....	63



Memoria descriptiva

1.- Antecedentes

A petición del departamento de ingeniería eléctrica de la universidad politécnica de Cartagena, el ingeniero técnico industrial que suscribe, procede al estudio y redacción del presente proyecto fin de carrera en la especialidad de electricidad que consistirá en la electrificación de una urbanización, fijando a la vez las condiciones técnicas, económicas y de seguridad que debe reunir la instalación.

2.- Objeto del proyecto

El presente proyecto tiene por objeto la realización de las obras necesarias para la puesta en funcionamiento de la instalación para desempeñar el normal desarrollo de la actividad, así como solicitar de los organismos competentes las autorizaciones administrativas, de acuerdo con las disposiciones vigentes.

3.- Legislación y reglamentación aplicada

El presente proyecto se ha elaborado según la siguiente reglamentación:

3.1 Legislación para la línea subterránea de media tensión:

- **Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.**

Aprobado por real decreto 3.275/1982, de noviembre, B.O.E. 1-12-82.

- **Instrucciones técnicas complementarias del reglamento sobre Condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas,**

Subestaciones y centros de transformación, real decreto 3275/1982.

Aprobadas por orden del Miner. De 18 de octubre de 1984, B.O.E. De 25-10-84.

- **Real decreto 223/2008 de 15 de febrero**, por el que se aprueba el nuevo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas

Eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias itclat

01 a 09

- **Reglamento electrotécnico para baja tensión.** Aprobado por decreto 842/2002, de 2 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-02.



- **Instrucciones técnicas complementarias, denominadas mi-BT.**
Aprobadas por orden del Miner. De 18 de septiembre de 2002.

Modificaciones a las instrucciones técnicas complementarias. Hasta el 10 de marzo de 2000.

- **Autorización de instalaciones eléctricas.** Aprobado por ley 40/94, de 30 De diciembre, B.O.E. De 31-12-1994.

- **Ordenación del sistema eléctrico nacional** y desarrollos posteriores.
Aprobado por ley 40/1994, B.O.E. 31-12-94.

- **Real decreto 1955/2000, de 1 de diciembre**, por el que se regulan las Actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y

Procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. De 27 de diciembre de 2000).

- **Real decreto 614/2001, de 8 de junio**, sobre disposiciones mínimas para la Protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Condiciones impuestas por los organismos públicos afectados.

- **Ley de regulación del sector eléctrico**, ley 54/1997 de 27 de noviembre.
- **NET-IEP.** Norma tecnológica del 24-03-73, para instalaciones eléctricas de Puesta a tierra.

- **Normas une y recomendaciones UNESA.**
- **Ordenanzas municipales** del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las Instalaciones.

- **Normas particulares de Iberdrola.**
- Normas particulares de la compañía suministradora, de acuerdo con proyecto Tipo **MT 2.51.01 de septiembre de 2.003.**

- **Normas y recomendaciones CEI y RU**, relativas al diseño de edificios Prefabricados y aparatación eléctrica.

- **Contenidos mínimos en proyectos** (resolución de 3 de julio de 2.003 de la Dirección general de industria, energía y minas).

- **Ley 31/1995, de 8 de noviembre**, de prevención de riesgos laborales.
- **Real decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997**, sobre disposiciones Mínimas de seguridad y salud en las obras.

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



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

- **Real decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997**, sobre disposiciones mínimas De seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de Protección individual.

- **Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.**

Aprobado por real decreto 3.275/1982, de noviembre, B.O.E. 1-12-82.

- **Instrucciones técnicas complementarias del reglamento sobre Condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas,**

Subestaciones y centros de transformación, real decreto 3275/1982.

Aprobadas por orden del Miner. De 18 de octubre de 1984, B.O.E. De 25-10-84.

3.2 Legislación para la línea subterránea de baja tensión:

- **Real decreto 223/2008 de 15 de febrero**, por el que se aprueba el nuevo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas

Eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias itclat

01 a 09

- **Reglamento electrotécnico para baja tensión.** Aprobado por decreto 842/2002, de 2 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-02.

- **Instrucciones técnicas complementarias, denominadas mi-BT.** Aprobadas por orden del Miner. De 18 de septiembre de 2002.

- **Modificaciones a las instrucciones técnicas complementarias.** Hasta el 10 de marzo de 2000.

- **Autorización de instalaciones eléctricas.** Aprobado por ley 40/94, de 30 De diciembre, B.O.E. De 31-12-1994.

- **Ordenación del sistema eléctrico nacional** y desarrollos posteriores. Aprobado por ley 40/1994, B.O.E. 31-12-94.



- **Real decreto 1955/2000, de 1 de diciembre**, por el que se regulan las Actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y

Procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. De 27 de diciembre de 2000).

- **Real decreto 614/2001, de 8 de junio**, sobre disposiciones mínimas para la Protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Condiciones impuestas por los organismos públicos afectados.

- **Ley de regulación del sector eléctrico**, ley 54/1997 de 27 de noviembre.
- **NET-IEP**. Norma tecnológica del 24-03-73, para instalaciones eléctricas de Puesta a tierra.

- **Normas une y recomendaciones UNESA.**
- **Ordenanzas municipales** del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las Instalaciones.

- **Normas particulares de Iberdrola.**
- Normas particulares de la compañía suministradora, de acuerdo con proyecto Tipo **MT 2.51.01 de septiembre de 2.003.**

- **Normas y recomendaciones CEI y RU**, relativas al diseño de edificios Prefabricados y aparata eléctrica.

- **Contenidos mínimos en proyectos** (resolución de 3 de julio de 2.003 de la Dirección general de industria, energía y minas).

- **Ley 31/1995, de 8 de noviembre**, de prevención de riesgos laborales.
- **Real decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997**, sobre disposiciones Mínimas de seguridad y salud en las obras.

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

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

- **Real decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997**, sobre disposiciones mínimas De seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de Protección individual.



3.3 Legislación para la los centros de transformación:

- **Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.**

Aprobado por real decreto 3.275/1982, de noviembre, B.O.E. 1-12-82.

- **Instrucciones técnicas complementarias del reglamento sobre Condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas,**

Subestaciones y centros de transformación, real decreto 3275/1982.

Aprobadas por orden del Miner. De 18 de octubre de 1984, B.O.E. De 25-10-84.

- **Real decreto 223/2008 de 15 de febrero**, por el que se aprueba el nuevo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas

Eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias itclat

01 a 09

- **Reglamento electrotécnico para baja tensión.** Aprobado por decreto 842/2002, de 2 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-02.

- **Instrucciones técnicas complementarias, denominadas mi-BT.** Aprobadas por orden del Miner. De 18 de septiembre de 2002.

- **Modificaciones a las instrucciones técnicas complementarias.** Hasta el 10 de marzo de 2000.

- **Autorización de instalaciones eléctricas.** Aprobado por ley 40/94, de 30 De diciembre, B.O.E. De 31-12-1994.

- **Ordenación del sistema eléctrico nacional** y desarrollos posteriores. Aprobado por ley 40/1994, B.O.E. 31-12-94.

- **Real decreto 1955/2000, de 1 de diciembre**, por el que se regulan las Actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y

Procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. De 27 de diciembre de 2000).

- **Real decreto 614/2001, de 8 de junio**, sobre disposiciones mínimas para la Protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Condiciones impuestas por los organismos públicos afectados.

- **Ley de regulación del sector eléctrico**, ley 54/1997 de 27 de noviembre.



- **NET-IEP...** Norma tecnológica del 24-03-73, para instalaciones eléctricas de Puesta a tierra.

- **Normas une y recomendaciones UNESA.**
- **Ordenanzas municipales** del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las Instalaciones.

- **Normas particulares de Iberdrola.**
- Normas particulares de la compañía suministradora, de acuerdo con proyecto Tipo **MT 2.51.01 de septiembre de 2.003.**

- **Normas y recomendaciones CEI y RU**, relativas al diseño de edificios Prefabricados y aparata eléctrica.

- **Contenidos mínimos en proyectos** (resolución de 3 de julio de 2.003 de la Dirección general de industria, energía y minas).

- **Ley 31/1995, de 8 de noviembre**, de prevención de riesgos laborales.
- **Real decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997**, sobre disposiciones Mínimas de seguridad y salud en las obras.

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

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

- **Real decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997**, sobre disposiciones mínimas De seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de Protección individual.

- normas y recomendaciones de diseño del edificio:

- **CEI 61330** **une-en 61330**
Centros de transformación prefabricados.

- **RU 1303a**
Centros de transformación prefabricados de hormigón.



- **Nbe-x**
Normas básicas de la edificación.
- normas y recomendaciones de diseño de aparata eléctrica:
 - **CEI 60694** **une-en 60694**
Estipulaciones comunes para las normas de aparata de alta tensión.
 - **CEI 61000-4-x** **une-en 61000-4-x**
Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: técnicas de ensayo y de medida.
 - **CEI 60298** **une-en 60298**
Aparata bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 KV e inferiores o iguales a 52 KV.
 - **CEI 60129** **une-en 60129**
Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
 - **RU 6407b**
Aparata prefabricada bajo envolvente metálica con dieléctrico de hexafluoruro de azufre sf6 para centros de transformación de hasta 36 KV.
 - **CEI 60265-1** **une-en 60265-1**
Interruptores de alta tensión. Parte 1: interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 KV e inferiores a 52 KV.
 - **CEI 60420** **une-en 60420**
Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para alta tensión.
- normas y recomendaciones de diseño de transformadores:
 - **CEI 60076-x** **une-en 60076-x**
Transformadores de potencia.
 - **Une 20101-x-x**
Transformadores de potencia.
- normas y recomendaciones de diseño de transformadores (aceite):
 - **RU 5201d**
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión.
 - **Une 21428-x-x**
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 Kva. A 2 500 Kva., 50 hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 KV.



4.- Situación y emplazamiento

La urbanización los Romeros, estará situada en Jabalí nuevo a 4 Km. del término municipal de Murcia, según figura en plano de situación adjunto. Todas las instalaciones, discurren por terrenos de la propia urbanización.

5.- Descripción de la instalación

La urbanización contará con:

- 452 viviendas unifamiliares.
- 180 viviendas de electrificación elevada.
- Equipamiento público, privado y deportivo.
- Previsión de alumbrado de jardines
- Previsión de alumbrado público.

Todos estos consumos, serán alimentados desde diez centros de transformación, mediante la instalación de las correspondientes redes subterráneas de baja tensión formando anillos, en número de veinte, cuyo fin es el servicio a las distintas parcelas que forman la urbanización así como al alumbrado público.

Los centros de transformación estarán interconectados a través de la red subterránea de media tensión , dividida en 2, partiendo el primero de un entronque a/s y finalizando en el centro de transformación de distribuirá la media tensión al resto de transformadores, el segundo tramo, será un anillo entre todos los centros de transformación.



6.- Trazado de la red subterránea de Media Tensión

Las r.s.m.t. Constan de 2 tramos que a continuación se relacionan:

Tramo	Inicio	Final	Longitud traza (m)
1	A/s	CT-7	124,14
2 (anillo)	CT-7	CT-7	1250,67

La línea partirá del apoyo de ángulo número 344 situado en el carril de la pera a 300 metros de la carretera de las torres de cotillas, por vía aérea nos llevamos la línea a un apoyo tensor, de este trazaremos perpendicularmente un trazado a un entronque aéreo subterráneo situado en la orilla de carretera, para llegar con una línea subterránea al centro de transformación distribuidor número 7 a partir de este se realizará el reparto hasta los demás transformadores, mediante una red en anillo, siendo la longitud total de 1250,67 metros.

.La línea transcurre en su totalidad por terrenos públicos directamente enterrada bajo acera, excepto en los cruces de calzada que discurrirá bajo tubo de pvc 160 ø hormigonado, efectuando los cruzamientos en sentido perpendicular a las calles con la debida protección. Cada 50 m de recorrido se dispondrá de arquetas registrables para inspección de las instalaciones una vez realizadas, así como para facilitar el tendido de los conductores a través de los tubos.

Los cruzamientos de calzada se realizarán según planos y en sentido perpendicular a la vía a cruzar bajo tubo pvc 160 ø hormigonado.

Cada 50 m se dispondrán arquetas para tendido e inspección de los conductores, quedando los tubos a 30 cm. del fondo de la arqueta que será de arena para evitar que las lluvias puedan inundar las conducciones que no obstante se obturarán con espuma de poliuretano en las bocas de comunicación de las arquetas.

6.1 Longitud, Términos municipales afectado y relación de cruzamientos y paralelismos dentro del trazado de Media Tensión.

La longitud total de la LMT. Será de 1250,67 metros, siendo sus longitudes entre cts. Las indicadas en el esquema representado en los cálculos justificativos.

La línea discurre en su totalidad en el término municipal de Murcia, por terrenos de uso público.

Como puede verse en el plano de planta, la línea discurre en su totalidad por las calles de la urbanización, bajo acera, efectuando cruzamientos en las calles cuando es necesario para la ejecución de la obra.



7. Materiales empleados diseño de la línea subterránea de media tensión.

7.1 Conductores

El conductor a emplear será de aluminio, tipo heprz1 12/20 KV 1x240 mm², de las siguientes características:

Peso del cable:	560 Kg./Km.
Carga de rotura:	20 n/mm²
Sección aluminio:	240 mm²
Sección cobre:	16 mm²
Radio mim curv.	590 mm
Diámetro ext.:	40,2 mm
Reactancia:	0,105 Ω/Km.
Capacidad:	0,297 µf/Km.

7.2 Aislamientos

Los conductores serán aislados en seco para una tensión de 20 KV.

7.3 Accesorios

Como tubo para la canalización se emplearán tubos pvc 160 ø corrugado de doble pared con interior liso de las siguientes características:

Diámetro nominal:	160 mm
D. Nominal ext.:	160 + 2,9-0 mm
IP:	54
R. Compresión:	>450 n
R. Impacto:	N (uso normal)
Norma fabricación:	Une-en 50086-2-4

Hormigonados en todo su recorrido con hormigón de planta de h= 175.

7.4 Protecciones eléctricas en principio y fin de línea

En el final de línea se instalarán terminales adecuados para su conexión a cabinas prefabricadas, del tipo roscado y apantallado para una intensidad de 400 a.



7.5 Zanjas y sistemas de enterramiento.

La línea transcurre en su totalidad por terrenos públicos directamente enterrada bajo acera, excepto en los cruces de calzada que discurrirá bajo tubo de pvc 160 \varnothing hormigonado, efectuando los cruzamientos en sentido perpendicular a las calles con la debida protección. Cada 50 m de recorrido se dispondrá de arquetas registrables para inspección de las instalaciones una vez realizadas, así como para facilitar el tendido de los conductores a través de los tubos.

Cada 50 m se dispondrán arquetas para tendido e inspección de los conductores, quedando los tubos a 30 cm. del fondo de la arqueta que será de arena para evitar que las lluvias puedan inundar las conducciones que no obstante se obturarán con espuma de poliuretano en las bocas de comunicación de las arquetas.

7.6 Puestas a tierra línea de Media Tensión

En los posibles empalmes de la LMT. Se pondrá especial cuidado en dar continuidad a la maya de tierra del cable, quedando unida a la red de tierras del c.t. En las puntas finales de conexión a cabinas.

Se medirá la puesta a tierra de los mismos, mejorando esta en caso de que su valor se encuentre por encima de 20 ohm.



8. Centro de transformación distribuidor

8.1 Características generales del centro de transformación

- **Potencia del transformador 1:** **250 kva**
- Tipo de transformador
- **Refrigeración del transformador 1:** **aceite**
- Volumen total en litros de dieléctrico
- **Volumen de dieléctrico Transformador 1:** **240 l**
- **Volumen total de dieléctrico:** **240 l**

El centro de transformación tipo compañía, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 20 kv y frecuencia de 50 hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de MT empleados en este proyecto son:

- CGM: celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.
- CGC: equipo compacto de 3 funciones, con aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.



· *Descripción de la instalación*

Justificación de necesidad o no de estudio de impacto medioambiental

8.1 Obra civil

El centro de transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este centro de transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

9. Materiales empleados en el diseño del transformador

Edificio de transformación: *pfu-4/20*

9.1 Descripción

Los centros de transformación pfu, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos centros de transformación es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

9.2 Envolvente

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 Kg./cm. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a



una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kohm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "u", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

9.4 Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

9.5 Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del centro de transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ormazabal que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

9.6 Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "v" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el centro de transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.



9.7 Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

9.8 Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el certificado de calidad UNESA de acuerdo a la RU 1303a.

9.9 Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

9.10 Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

9.11 Cimentación

Para la ubicación de los centros de transformación pfu es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

9.12 Características detalladas

Nº de transformadores:	1
Nº reserva de celdas:	1
Tipo de ventilación:	normal



Puertas de acceso peatón: 1 puerta de acceso

Dimensiones exteriores

Longitud:	4480 mm
Fondo:	2380 mm
Altura:	3045 mm
Altura vista:	2585 mm
Peso:	12000 Kg.

Dimensiones interiores

Longitud:	4280 mm
Fondo:	2200 mm
Altura:	2355 mm

Dimensiones de la excavación

Longitud:	5260 mm
Fondo:	3180 mm
Profundidad:	560 mm

Nota: estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

10. Instalación eléctrica

10.1 Características de la red de alimentación

La red de la cual se alimenta el centro de transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kv, nivel de aislamiento según la mie-rat 12, y una frecuencia de 50 hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 mva, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 ka eficaces.



10.2 Características de la aparamenta de media tensión

Características generales de los tipos de aparamenta empleados en la instalación:

Celdas: CGM

Las celdas CGM forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para MT, con aislamiento y corte en gas, cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ormazabal y denominados ormalink, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.).

Las partes que componen estas celdas son:

10.3 Base y frente

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base. La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso, y facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

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 accionamientos del mando. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia 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, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

10.4 Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bar. (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 aparamenta del centro de transformación.

En su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puesta a tierra, tubos portafusible).

10.5 Interruptor/seccionador/seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CGM tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra (salvo para el interruptor de la celda CMIP).

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación 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 puesto a tierra).

10.6 Mando

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

10.7 Fusibles (celda CMP-f)

En las celdas 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. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

10.8 Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

10.9 Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM es que:



- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

10.10 Características eléctricas de las celdas

Las características generales de las celdas CGM son las siguientes:

Celdas: *CGC 2l+1p*

Debido a que el sistema CGC está compuesto de la unión estricta de funciones del tipo CGM, las características de los dos sistemas son prácticamente idénticas, a continuación se matizarán las diferencias de la CGC con la unión antes indicada.

- Celdas CGC

La CGC es un equipo compacto para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGM. Incorpora tres funciones (2 posiciones de línea y una posición de protección con fusibles) en una única cuba llena de gas, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

- Base y frente

Aunque la tapa de los mandos es única, los compartimentos de los cables son individuales para cada posición, de forma que se puede trabajar sin peligro en uno de ellos aunque las otras posiciones estén en tensión. La pletina de tierra está unida en toda la celda.

- Cuba

La cuba es única e incluye la aparamenta y el embarrado de las tres posiciones.



- Interruptor/seccionador/seccionador de puesta a tierra

Las posiciones de interruptor-seccionador, o de línea, incorporan en su interior 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 Bornes enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- Mando

Aunque están bajo la misma tapa, los mandos son independientes e iguales a los empleados en el sistema CGM.

- Fusibles

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

Tensión nominal 24 kv

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min.)

A tierra y entre fases 50 kv

A la distancia de seccionamiento 60 kv

Impulso tipo rayo

A tierra y entre fases 125 kv

A la distancia de seccionamiento 145 kv

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

10.10 Características de la aparamenta de baja tensión

Elementos de salida en BT:

- Cuadros de BT, que tienen como misión la separación en distintas ramas de salida, por medio de fusibles, de la intensidad secundaria de los transformadores.



Características descriptivas de las celdas y transformadores de media tensión

Entrada / salida 1: *CGM-cml interruptor-seccionador*

Celda con envolvente metálica, fabricada por ormazabal, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda cml de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, 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 Bornes enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

Características eléctricas:

- **Tensión asignada:** **24 kv**
 - **Intensidad asignada:** **400 A**
 - **Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:** **16 ka**
 - **Intensidad de corta duración (1 s), cresta:** **40 ka**
 - **Nivel de aislamiento**
- frecuencia**
- industrial (1 min.) a tierra y entre fases:** **50 kv**
- **impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):** **125 kv**
 - **Capacidad de cierre (cresta):** **40 ka**
 - **Capacidad de corte**
 - **corriente principalmente activa:** **400 A**

**- Características físicas:**

- **Ancho:** · 370 mm ·
- **Fondo:** · 850 mm ·
- **Alto:** · 1800 mm ·
- **Peso:** · 140 Kg.

- Otras características constructivas:

- Mando interruptor: manual tipo b

E/s2,e/s3,pt1: *cgc (2l+1p)*

Celda compacta con envolvente metálica, fabricada por ormazabal, formada por varias posiciones con las siguientes características:

El sistema CGC es un equipo compacto para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGM.

La celda CGC está constituida por tres funciones: dos de línea o interruptor en carga y una de protección con fusibles, que comparten la cuba de gas y el embarrado.

Las posiciones de línea, incorporan en su interior 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 Bornes enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.



- Características eléctricas:

- **Tensión asignada:** **24 kv**
- **Intensidad asignada en el embarrado:** **400 A**
- **Intensidad asignada en las entradas/salidas:** **400 A**
- **Intensidad asignada en la derivación:** **200 A**
- **Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:** **16 ka**
- **Intensidad de corta duración (1 s), cresta:** **40 ka**
- **Nivel de aislamiento**
 - **Frecuencia industrial (1 min.)
a tierra y entre fases:** **50 kv**
 - **impulso tipo rayo
a tierra y entre fases (cresta):** **125 kv**
- **Capacidad de cierre (cresta):** **40 ka**
- **Capacidad de corte**
 - **corriente principalmente activa:** **400 A**

- Características físicas:

- **Ancho:** **1220 mm**
- **Fondo:** **850 mm**
- **Alto:** **1800 mm**
- **Peso:** **430 Kg.**

- Otras características constructivas

- **Mando interruptor 1:** **manual tipo b**
- **Mando interruptor 2:** **manual tipo b**
- **Mando posición con fusibles:** **manual tipo br**
- **Intensidad fusibles :** **3x25 a**



Transformador 1: *transformador aceite 24 kv*

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, con neutro accesible en el secundario, de potencia 250 kva y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kv y tensión secundaria 420 v en vacío (b2).

- Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
- Tensión de cortocircuito (ecc): 4%
- Grupo de conexión: dyn11
- Protección incorporada al transformador: termómetro
- Características descriptivas de los cuadros de baja tensión

10.12 Características de los cuadros baja tensión

El cuadro de baja tensión (CBT), tipo AC-5000, es un conjunto de aparata de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT, y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro AC-5000 de ormazabal está compuesta por un bastidor de chapa blanca, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida

En la parte superior del módulo AC-5000 existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior.

-Unidad funcional de control



En una caja situada en la parte superior del cuadro se instala el control. La conexión del control a cuadro de baja tensión se realizará directamente al embarrado vertical.

- Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida, que son 5. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

- Características eléctricas

- **Tensión asignada:** **440 v**
- **Intensidad asignada en los embarrados:** **1000 A**
- **Nivel de aislamiento**
 - Frecuencia industrial (1 min.)**
 - a tierra y entre fases:** **8 kv**
 - entre fases:** **2,5 kv**
 - impulso tipo rayo:**
 - a tierra y entre fases:** **20 kv**

- Características constructivas:

- **Anchura:** · 540 mm
- **Altura:** · 1325 mm
- **Fondo:** · 290 mm

- Otras características:

- Intensidad asignada en Las salidas: 5 x 400 A
- Intensidad asignada en las salidas: 400 A



El material variado del centro de transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

-Interconexiones de MT:

Puentes MT transformador 1: *cables MT 12/20 kv*

Cables MT 12/20 kv del tipo dhz1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 al.

La terminación al transformador es elastimold de 24 kv del tipo enchufable recta y modelo k-152.

En el otro extremo, en la celda, es elastimold de 24 kv del tipo enchufable acodada y modelo k-158-lr.

- Interconexiones de BT:

Puentes BT - b2 transformador 1: *puentes transformador-cuadro*

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 al (etileno-propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

- Defensa de transformadores:

Defensa de transformador 1: *protección física transformador*

Protección metálica para defensa del transformador.

- Equipos de iluminación:

Iluminación edificio de transformación: *equipo de iluminación*

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

**Medida de la energía eléctrica**

Al tratarse de un centro de distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

Relés de protección, automatismos y control

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

11. Puesta a tierra y medidas de seguridad del transformador distribuidor:**11.1 Tierra de protección**

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el centro de transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

11.2 Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

11.3 Instalaciones secundarias**- Medidas de seguridad**

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- no será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.



2- las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los centros de transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del centro de transformación.

3- las Bornes de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

4- los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

5- el diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.



12. Centros de transformación 400kva

12.1 Descripción general

Potencia unitaria de cada transformador y potencia total en kva

- **Potencia del transformador 1:** **400 kva**

Tipo de transformador

- **Refrigeración del transformador 1:** **aceite**

Volumen total en litros de dieléctrico

- **Volumen de dieléctrico Transformador 1:** **290 l**
- **Volumen total de dieléctrico:** **290 l**

Objeto del proyecto

Este proyecto tiene por objeto definir las características de un centro destinado al suministro de energía eléctrica, así como justificar y valorar los materiales empleados en el mismo.

Características generales del centro de transformación

El centro de transformación tipo compañía, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 20 kv y frecuencia de 50 hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de MT empleados en este proyecto son:

- CGC: equipo compacto de 3 funciones, con aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.



Programa de necesidades y potencia instalada en kva

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 400 v, con una potencia máxima simultánea de 300 kw.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este centro de transformación es de 400 kva.

Descripción de la instalación

Justificación de necesidad o no de estudio de impacto medioambiental

12.2 Obra civil

El centro de transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este centro de transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

13. Características de los materiales

Edificio de transformación: *miniblok - 24*

13.1 Descripción

El miniblok es un centro de transformación compacto compartimentado, de maniobra exterior, diseñado para redes públicas de distribución eléctrica en MT.

El miniblok es aplicable a redes de distribución de hasta 24 kv, donde se precisa de un transformador de hasta 630 kva.

Consiste básicamente en una envolvente prefabricada de hormigón de reducidas dimensiones, que incluye en su interior un equipo compacto de MT del sistema CGC, un transformador, un cuadro de BT y las correspondientes interconexiones y elementos



auxiliares. Todo ello se suministra ya montado en fábrica, con lo que se asegura un acabado uniforme y de calidad.

El esquema eléctrico disponible en MT cuenta con dos posiciones de línea (entrada y salida) y una posición de interruptor combinado con fusibles para la maniobra y protección del transformador, así como un cuadro de BT con salidas protegidas por fusibles.

La concepción de estos centros, que mantiene independientes todos sus componentes, limita la utilización de líquidos aislantes combustibles, a la vez que facilita la sustitución de cualquiera de sus componentes.

Así mismo, la utilización de aparataje de MT con aislamiento integral en gas reduce la necesidad de mantenimiento y le confiere unas excelentes características de resistencia a la polución y a otros factores ambientales, e incluso a la eventual inundación del centro de transformación.

13.2 Envolvente

Los edificios prefabricados de hormigón miniblok están formados por una estructura monobloque, que agrupa la base y las paredes en una misma pieza garantizando una total impermeabilidad del conjunto y por una cubierta movable.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 Kg./cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kohm respecto de la tierra de la envolvente.

En la parte frontal dispone de dos orificios de salida de cables de 150 mm. De diámetro para los cables de MT y de cinco agujeros para los cables de BT, pudiendo disponer además en cada lateral de otro orificio de 150 mm. De diámetro. La apertura de los mismos se realizará en obra utilizando los que sean necesarios para cada aplicación.

13.3 Ventilación

La ventilación natural optimizada dispuesta en el miniblok reduce el calentamiento del transformador, permitiendo obtener del mismo el máximo aprovechamiento y unas condiciones de operación óptimas.

El sistema de ventilación del transformador está formado por dos rejillas laterales y una rejilla perimetral en la parte superior, facilitando una perfecta ventilación del interior del



centro de transformación. Las rejillas laterales están formadas por lamas en forma de "v" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el centro de transformación.

13.4 Accesos

La puerta de acceso es un conjunto de dos hojas con un sistema que permite su fijación a 90° y a 180° de tal forma que para maniobrar el cuadro de BT basta con abrir la puerta derecha.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ormazabal que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la inferior.

13.5 Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura, de color blanco-crema en la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación, siendo de textura rugosa en las paredes.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

13.6 Calidad

El montaje del miniblok se realiza íntegramente en fábrica asegurando así la calidad del montaje y ha sido acreditado con el certificado de calidad UNESA de acuerdo a la RU 1303a.

13.7 Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.



13.8 Puesta a tierra

Para el correcto conexionado de la tierra de herrajes dispone de una pletina de cu accesible frontalmente, a esta pletina confluyen las tierras de las celdas, transformador, cuadro de BT y herrajes. Tiene también un orificio de 14 mm de diámetro para la toma de tierra exterior.

La unión de la tierra de neutro exterior se efectúa directamente a la barra de neutro del cuadro de BT.

13.9 Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

13.10 Cimentación

Los centros de transformación miniblok se transportan totalmente montados. Para su ubicación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adaptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm. De espesor.

Se recomienda una acera de un metro de anchura a lo largo del frente de maniobra para la zona desde la que el operario realiza las operaciones con las celdas de MT y el cuadro de BT.

13.11 Características detalladas

Nº de transformadores:	8
Puertas de acceso peatón:	1 puerta

Dimensiones exteriores

Longitud:	2100 mm
Fondo:	2100 mm
Altura:	2240 mm
Altura vista:	1540 mm
Peso:	7500 Kg.



Dimensiones interiores

Longitud:	1940 mm
Fondo:	1980 mm
Altura:	1550 mm

Dimensiones de la excavación

Longitud:	4300 mm
Fondo:	4300 mm
Profundidad:	800 mm

Nota: estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

14. Instalación eléctrica

14.1 Características de la red de alimentación

La red de la cual se alimenta el centro de transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kv, nivel de aislamiento según la mie-rat 12, y una frecuencia de 50 hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 mva, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 ka eficaces.

14.2 Características de la apartamentación de media tensión

Características generales de los tipos de apartamentación empleados en la instalación:

Celdas: *CGC 2l+1p*

El sistema CGC está compuesto 2 posiciones de línea y 1 posición de protección con fusibles, con las siguientes características:



- Celdas CGC

El sistema CGC es un equipo compacto para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGM, extensible "in situ" a izquierda y derecha. Sus embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ormazabal y denominados ormalink, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). Incorpora tres funciones por cada módulo en una única cuba llena de gas, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

14.3 Base y frente

La base está diseñada para soportar al resto de la celda, y facilitar y proteger mecánicamente la acometida de los cables de MT. La tapa que los protege es independiente para cada una de las tres funciones. El frente presenta el mímico unifilar del circuito principal y los ejes de accionamiento de la aparamenta a la altura idónea para su operación.

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 accionamientos del mando. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia 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, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

La tapa frontal es común para las tres posiciones funcionales de la celda.

14.4 Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los porta fusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bar. (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante toda su vida útil, 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 aparamenta del centro de transformación.

La cuba es única para las cuatro posiciones con las que cuenta la celda CGC y en su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puestas a tierra, tubos porta fusibles).



14.5 Interruptor/seccionador/seccionador de puesta a tierra

Los interruptores disponibles en el sistema CGC tienen tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación 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 puesto a tierra).

14.6 Mando

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

14.7 Fusibles (celda CMP-f)

En las celdas CMP-f, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos porta fusibles 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 porta fusibles se eleve debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

14.8 Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

14.9 Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGC es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.



14.10 Características eléctricas

Las características generales de las celdas CGC son las siguientes:

Tensión nominal 24 kv

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min.)

A tierra y entre fases 50 kv

A la distancia de seccionamiento 60 kv

Impulso tipo rayo

A tierra y entre fases 125 kv

A la distancia de seccionamiento 145 kv

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

14.11 Características de la aparamenta de baja tensión

Elementos de salida en BT :

- Cuadros de BT, que tienen como misión la separación en distintas ramas de salida, por medio de fusibles, de la intensidad secundaria de los transformadores.
-

14.12 Características descriptivas de las celdas y transformadores de media tensión

E/s1,e/s2,pt1: *cgc (2I+Ip)*

Celda compacta con envolvente metálica, fabricada por ormazabal, formada por varias posiciones con las siguientes características:

El sistema CGC es un equipo compacto para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGM.



La celda CGC está constituida por tres funciones: dos de línea o interruptor en carga y una de protección con fusibles, que comparten la cuba de gas y el embarrado.

Las posiciones de línea, incorporan en su interior 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 Bornes enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- Características eléctricas:

- **Tensión asignada:** **24 kv**
- **Intensidad asignada en el embarrado:** **400 A**
- **Intensidad asignada en las entradas/salidas:** **400 A**
- **Intensidad asignada en la derivación:** **200 A**
- **Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:** **16 ka**
- **Intensidad de corta duración (1 s), cresta:** **40 ka**
- **Nivel de aislamiento**
 - Frecuencia industrial (1 min.)**
 - a tierra y entre fases:** **50 kv**
 - impulso tipo rayo**
 - a tierra y entre fases (cresta):** **125 kv**
- **Capacidad de cierre (cresta):** **40 ka**
- **Capacidad de corte**
 - corriente principalmente activa:** **400 A**



- Características físicas:

- | | |
|-----------------|------------------|
| · Ancho: | · 1220 mm |
| · Fondo: | · 850 mm |
| · Alto: | · 1400 mm |
| · Peso: | · 430 Kg. |

- Otras características constructivas

- | | |
|---------------------------------------|-----------------------|
| · Mando interruptor 1: | manual tipo b |
| · Mando interruptor 2: | manual tipo b |
| · Mando posición con fusibles: | manual tipo br |
| · Intensidad fusibles: | 3x40 A |

Transformador 1: *transformador aceite 24 kv*

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kva y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kv y tensión secundaria 420 v en vacío (b2).

- Otras características constructivas:

- | | |
|--|--------------------------------|
| · Regulación en el primario:
10 % | + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + |
| · Tensión de cortocircuito (ecc): | 4% |
| · Grupo de conexión: | dyn11 |
| · Protección incorporada al transformador: | termómetro |



14.13 Características descriptivas de los cuadros de baja tensión

Cuadros BT - b2 transformador 1: *cuadros baja tensión*

El cuadro de baja tensión (CBT), tipo AC-5000, es un conjunto de aparataje de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT, y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro AC-5000 de ormazabal está compuesta por un bastidor de chapa blanca, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida

En la parte superior del módulo AC-5000 existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior.

-Unidad funcional de control

En una caja situada en la parte superior del cuadro se instala el control. La conexión del control a cuadro de baja tensión se realizará directamente al embarrado vertical.

- Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida, que son 5. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.



- Características eléctricas

- **Tensión asignada:** **440 v**
- **Intensidad asignada en los embarrados:** **1000 A**
- **Nivel de aislamiento**
 - Frecuencia industrial (1 min.)**
 - a tierra y entre fases:** **8 kv**
 - entre fases:** **2,5 kv**
 - impulso tipo rayo:**
 - a tierra y entre fases:** **20 kv**

- Características constructivas:

- **Anchura:** **540 mm**
- **Altura:** **1325 mm**
- **Fondo:** **290 mm**

- Otras características:

- Intensidad asignada en Las salidas: **5 x 400 A**
- Intensidad asignada en las salidas: **400 A**

14.14 Características del material variado de media tensión y baja tensión

El material vario del centro de transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

- Interconexiones de MT:

En el otro extremo, en la celda, es elastimold de 24 kv del tipo enchufable acodada y modelo k-158-lr.

**- Interconexiones de BT:**

Puentes BT - b2 transformador 1: *puentes transformador-cuadro*

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 al (etileno-propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

- Equipos de iluminación:

Iluminación edificio de transformación: *equipo de iluminación*

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Medida de la energía eléctrica

Al tratarse de un centro de distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

Relés de protección, automatismos y control

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

15. Puesta a tierra y medidas de seguridad del transformador de 400 KVA.**15.1 Tierra de protección**

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el centro de transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior



15.2 Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

15.3 Instalaciones secundarias

- **Medidas de seguridad**

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- no será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los centros de transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del centro de transformación.

3- las Bornes de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

4- los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

5- el diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.



16. Centros de transformación de 250 kva

Potencia unitaria de cada transformador y potencia total en kva

- **Potencia del transformador** **250 kva**

Tipo de transformador

- **Refrigeración del transformador** **aceite**

Volumen total en litros de dieléctrico

- **Volumen de dieléctrico Transformador** **240 l**
- **Volumen total de dieléctrico:** **240 l**

Objeto del proyecto

Este proyecto tiene por objeto definir las características de un centro destinado al suministro de energía eléctrica, así como justificar y valorar los materiales empleados en el mismo.

16.1 Características generales del centro de transformación

El centro de transformación tipo compañía, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 20 kv y frecuencia de 50 hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de MT empleados en este proyecto son:

- CGC: equipo compacto de 3 funciones, con aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.



Programa de necesidades y potencia instalada en Kva.

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 400 v, con una potencia máxima simultánea de 300 kw.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este centro de transformación es de 250 kva.

Descripción de la instalación

Justificación de necesidad o no de estudio de impacto medioambiental

16.2 Obra civil

El centro de transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este centro de transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

17. Características de los materiales empleados en el diseño del CT 250 KVA

Edificio de transformación: *miniblok - 24*

17.1 Descripción

El miniblok es un centro de transformación compacto compartimentado, de maniobra exterior, diseñado para redes públicas de distribución eléctrica en MT.

El miniblok es aplicable a redes de distribución de hasta 24 kv, donde se precisa de un transformador de hasta 630 kva.

Consiste básicamente en una envolvente prefabricada de hormigón de reducidas dimensiones, que incluye en su interior un equipo compacto de MT del sistema CGC, un transformador, un cuadro de BT y las correspondientes interconexiones y elementos



auxiliares. Todo ello se suministra ya montado en fábrica, con lo que se asegura un acabado uniforme y de calidad.

El esquema eléctrico disponible en MT cuenta con dos posiciones de línea (entrada y salida) y una posición de interruptor combinado con fusibles para la maniobra y protección del transformador, así como un cuadro de BT con salidas protegidas por fusibles.

La concepción de estos centros, que mantiene independientes todos sus componentes, limita la utilización de líquidos aislantes combustibles, a la vez que facilita la sustitución de cualquiera de sus componentes.

Así mismo, la utilización de aparataje de MT con aislamiento integral en gas reduce la necesidad de mantenimiento y le confiere unas excelentes características de resistencia a la polución y a otros factores ambientales, e incluso a la eventual inundación del centro de transformación.

17.2 Envolvente

Los edificios prefabricados de hormigón miniblok están formados por una estructura monobloque, que agrupa la base y las paredes en una misma pieza garantizando una total impermeabilidad del conjunto y por una cubierta móvil.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 Kg./cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kohm respecto de la tierra de la envolvente.

En la parte frontal dispone de dos orificios de salida de cables de 150 mm. De diámetro para los cables de MT y de cinco agujeros para los cables de BT, pudiendo disponer además en cada lateral de otro orificio de 150 mm. De diámetro. La apertura de los mismos se realizará en obra utilizando los que sean necesarios para cada aplicación.

17.3 Ventilación

La ventilación natural optimizada dispuesta en el miniblok reduce el calentamiento del transformador, permitiendo obtener del mismo el máximo aprovechamiento y unas condiciones de operación óptimas.

El sistema de ventilación del transformador está formado por dos rejillas laterales y una rejilla perimetral en la parte superior, facilitando una perfecta ventilación del interior del



centro de transformación. Las rejillas laterales están formadas por lamas en forma de "v" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el centro de transformación.

17.4 Accesos

La puerta de acceso es un conjunto de dos hojas con un sistema que permite su fijación a 90° y a 180° de tal forma que para maniobrar el cuadro de BT basta con abrir la puerta derecha.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ormazabal que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la inferior.

17.5 Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura, de color blanco-crema en la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación, siendo de textura rugosa en las paredes.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

17.6 Calidad

El montaje del miniblok se realiza íntegramente en fábrica asegurando así la calidad del montaje y ha sido acreditado con el certificado de calidad UNESA de acuerdo a la RU 1303a.

17.7 Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.



17.8 Puesta a tierra

Para el correcto conexionado de la tierra de herrajes dispone de una pletina de cu accesible frontalmente, a esta pletina confluyen las tierras de las celdas, transformador, cuadro de BT y herrajes. Tiene también un orificio de 14 mm de diámetro para la toma de tierra exterior.

La unión de la tierra de neutro exterior se efectúa directamente a la barra de neutro del cuadro de BT.

17.9 Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

17.10 Cimentación

Los centros de transformación miniblok se transportan totalmente montados. Para su ubicación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adaptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm. De espesor.

Se recomienda una acera de un metro de anchura a lo largo del frente de maniobra para la zona desde la que el operario realiza las operaciones con las celdas de MT y el cuadro de BT.

17.11 Características detalladas

Nº de transformadores:	2
Puertas de acceso peatón:	1 puerta

Dimensiones exteriores

Longitud:	2100 mm
Fondo:	2100 mm
Altura:	2240 mm
Altura vista:	1540 mm
Peso:	7500 Kg.



Dimensiones interiores

Longitud:	1940 mm
Fondo:	1980 mm
Altura:	1550 mm

Dimensiones de la excavación

Longitud:	4300 mm
Fondo:	4300 mm
Profundidad:	800 mm

Nota: estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

18. Instalación eléctrica y características generales de la aparamenta

18.1 Características de la red de alimentación

La red de la cual se alimenta el centro de transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kv, nivel de aislamiento según la mie-rat 12, y una frecuencia de 50 hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 mva, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 ka eficaces.

18.2 Características de la aparamenta de media tensión

Características generales de los tipos de aparamenta empleados en la instalación:

Celdas: *CGC 2l+1p*

El sistema CGC está compuesto 2 posiciones de línea y 1 posición de protección con fusibles, con las siguientes características:



- celdas CGC

El sistema CGC es un equipo compacto para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGM, extensible "in situ" a izquierda y derecha. Sus embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ormazabal y denominados ormalink, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). Incorpora tres funciones por cada módulo en una única cuba llena de gas, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

18.3 base y frente

La base está diseñada para soportar al resto de la celda, y facilitar y proteger mecánicamente la acometida de los cables de MT. La tapa que los protege es independiente para cada una de las tres funciones. El frente presenta el mímico unifilar del circuito principal y los ejes de accionamiento de la aparamenta a la altura idónea para su operación.

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 accionamientos del mando. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia 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, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

La tapa frontal es común para las tres posiciones funcionales de la celda.

18.4 Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los porta fusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bar. (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante toda su vida útil, 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 aparamenta del centro de transformación.

La cuba es única para las cuatro posiciones con las que cuenta la celda CGC y en su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puestas a tierra, tubos porta fusibles).



18.5 Interruptor/seccionador/seccionador de puesta a tierra

Los interruptores disponibles en el sistema CGC tienen tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación 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 puesto a tierra).

18.6 Mando

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

18.7 Fusibles (celda CMP-f)

En las celdas CMP-f, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos porta fusibles 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 porta fusibles se eleve debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

18.8 Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

18.9 Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGC es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.



18.10 Características eléctricas

Las características generales de las celdas CGC son las siguientes:

Tensión nominal	24 kv
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min.)	
A tierra y entre fases	50 kv
A la distancia de seccionamiento	60 kv
Impulso tipo rayo	
A tierra y entre fases	125 kv
A la distancia de seccionamiento	145 kv

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

18.11 Características de la aparamenta de baja tensión

Elementos de salida en BT :

- Cuadros de BT, que tienen como misión la separación en distintas ramas de salida, por medio de fusibles, de la intensidad secundaria de los transformadores.

18.12 Características descriptivas de las celdas y transformadores de media tensión

E/s1,e/s2,pt1: *cgc (2I+Ip)*

Celda compacta con envolvente metálica, fabricada por ormazabal, formada por varias posiciones con las siguientes características:



El sistema CGC es un equipo compacto para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGM.

La celda CGC está constituida por tres funciones: dos de línea o interruptor en carga y una de protección con fusibles, que comparten la cuba de gas y el embarrado.

Las posiciones de línea, incorporan en su interior 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 Bornes enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- Características eléctricas:

- **Tensión asignada:** **24 kv**
- **Intensidad asignada en el embarrado:** **400 A**
- **Intensidad asignada en las entradas/salidas:** **400 A**
- **Intensidad asignada en la derivación:** **200 A**
- **Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:** **16 ka**
- **Intensidad de corta duración (1 s), cresta:** **40 ka**
- **Nivel de aislamiento**
 - Frecuencia industrial (1 min.)
a tierra y entre fases:** **50 kv**
 - impulso tipo rayo
a tierra y entre fases (cresta):** **125 kv**
- **Capacidad de cierre (cresta):** **40 ka**
- **Capacidad de corte**
 - corriente principalmente activa:** **400 A**



- Características físicas:

- **Ancho:** · **1220 mm**
- **Fondo:** · 850 mm
- **Alto:** · 1400 mm
- **Peso:** · 430 Kg.

- Otras características constructivas

- **Mando interruptor 1:** **manual tipo b**
- **Mando interruptor 2:** **manual tipo b**
- **Mando posición con fusibles:** **manual tipo br**
- **Intensidad fusibles:** **3x25 A**

Transformador 1: *transformador aceite 24 kv*

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, con neutro accesible en el secundario, de potencia 250 kva y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kv y tensión secundaria 420 v en vacío (b2).

- Otras características constructivas:

- **Regulación en el primario:** **+ 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %**
- **Tensión de cortocircuito (ecc):** **4%**
- **Grupo de conexión:** **dyn11**
- **Protección incorporada al transformador:** **termómetro**



18.13 Características descriptivas de los cuadros de baja tensión

Cuadros BT - b2 transformador 1: *cuadros baja tensión*

El cuadro de baja tensión (CBT), tipo AC-5000, es un conjunto de aparataje de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT, y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro AC-5000 de ormazabal está compuesta por un bastidor de chapa blanca, en el que se distinguen las siguientes zonas:

Zona de acometida

En la parte superior del módulo AC-5000 existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior.

Unidad funcional de control

En una caja situada en la parte superior del cuadro se instala el control. La conexión del control a cuadro de baja tensión se realizará directamente al embarrado vertical.

Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida, que son 5. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

- Características eléctricas

- **Tensión asignada:** **440 v**
- **Intensidad asignada en los embarrados:** **1000 A**



Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min.)

A tierra y entre fases: 8 kv

Entre fases: 2,5 kv

Impulso tipo rayo:

A tierra y entre fases: 20 kv

- Características constructivas:

- **Anchura:** · **540 mm**
- **Altura:** · 1325 mm
- **Fondo:** · 290 mm

Otras características:

- Intensidad asignada en
Las salidas: 5 x 400 A

18.14 Características del material de media tensión y baja tensión

El material vario del centro de transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

- Interconexiones de MT:

En el otro extremo, en la celda, es elastimold de 24 kv del tipo enchufable acodada y modelo k-158-lr.

- Interconexiones de BT:

Puentes BT - b2 transformador 1: *puentes transformador-cuadro*



Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 al (etileno-propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

- Equipos de iluminación:

Iluminación edificio de transformación: *equipo de iluminación*

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Medida de la energía eléctrica

Al tratarse de un centro de distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

Relés de protección, automatismos y control

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

19. Puesta a tierra y medidas de seguridad

19.1 Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el centro de transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

19.2 Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de



MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado

19.3 Instalaciones secundarias

- Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

- 1- no será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
- 2- las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los centros de transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del centro de transformación.
- 3- las Bornes de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- 4- los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
- 5- el diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.



20. Línea Subterránea de Baja tensión

20.1.- Trazado de la red subterránea de Baja Tensión

Se llevará a cabo el tendido de una red subterránea de B.T. desde los centros de transformación hasta las centralizaciones de contadores de las parcelas en las que está dividida la urbanización.

Todo el recorrido discurrirá bajo acera de las calles de nuevo trazado de la urbanización hasta la CGP de los edificios en construcción.

El uso de la energía estará destinado a la distribución en B.T. para:

nº CT	Sección		n' Viviendas	Potencia
1	Anillo 1	150 mm ²	4 cuadros equipamiento + jardín 1 12 Ee	265,99 KW
	Anillo 2	240 mm ²		220 KW
2	Anillo 1	240 mm ²	5 Ee + 30 Eb 7 Ee + Alumbrado público	281,16 KW
	Anillo 2	150 mm ²		119,6 KW
3	Anillo 1	150 mm ²	40 Eb + Alumbrado público 30 Ee + Alumbrado público	300,57 KW
	Anillo 2	95 mm ²		195 KW
4	Anillo 1	150 mm ²	40 Eb + Alumbrado público 40 Eb + Alumbrado público	270,07 KW
	Anillo 2	150 mm ²		301,9 KW
5	Anillo 1	150 mm ²	40 Eb + Alumbrado público 40 Eb + Alumbrado público	220,15 KW
	Anillo 2	150 mm ²		276,28 KW
6	Anillo 1	95 mm ²	40 Eb 6 Ee + 20 Eb	256,52 KW
	Anillo 2	150 mm ²		236,66 KW
7	Anillo 1	150 mm ²	11 Ee + Alumbrado público 7 Ee	205,35 KW
	Anillo 2	95 mm ²		110,2 KW
8	Anillo 1	240 mm ²	14 Ee 10 Ee + 20 Eb + Alumbrado público	254,7 KW
	Anillo 2	240 mm ²		296,31 KW
9	Anillo 1	150 mm ²	40 Eb + Alumbrado público 12 Ee + 10 Eb + Alumbrado público	262,82 KW
	Anillo 2	240 mm ²		280,62 KW
10	Anillo 1	150 mm ²	40 Eb + Alumbrado público 12 Ee + 10 Eb	330,6 KW
	Anillo 2	240 mm ²		289,06 KW

Nota: Vivienda de electrificación básica "Eb",

Vivienda de electrificación elevada "Ee"



Siendo la potencia asignada al conjunto urbanización de 5053,27 KW.

A estos valores de potencia de las viviendas no se han aplicado los coeficientes de simultaneidad correspondientes al número de viviendas según el REBT, ITC 10.

Para determinar las inversiones de extensión en Alta y Baja Tensión, al realizar el proyecto, se consideraran los coeficientes de simultaneidad, de acuerdo con el Reglamento de Acometidas Eléctricas, Real Decreto 2949/1982.

Abonados de baja tensión respecto a centros de transformación	0,40
Centros de transformación respecto a red de media tensión	0,80

- **PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

Se prevé el comienzo de las instalaciones en Junio de 2009

Todo el recorrido discurrirá bajo acera de las calles de nueva construcción de la urbanización.

20.2 Longitud y relación de cruzamientos y paralelismos dentro del trazado de Baja Tensión.

CT n°	Sección	Longitud (m)
1	150	395.08
	240	511.21
2	240	390.22
	150	511.21
3	150	197.15
	95	194.25
4	150	181.48
	150	228.87
5	150	168.09
	150	135.87
6	95	180.04
	150	429.74
7	150	379.78
	95	418.97
8	240	459.06
	240	358.53
9	150	72.28
	240	454.83
10	150	166.91
	240	427.63



- Inicio: CT en proyecto
- Final: CGP viviendas

Como puede verse en el plano de planta, la línea discurre en su totalidad por las calles de la urbanización, bajo acera, efectuando cruzamientos en las calles que es necesario para la ejecución de la obra.

Cruzamientos:

De conformidad con ITC-BT-07 y Normas Iberdrola, los cruzamientos se realizarán de la siguiente forma:

Cruzamientos con calles y carreteras:

Los cables se colocarán en interior de tubo PVC, XX7, de 160mm de diámetro, hormigonados en toda su longitud y a una profundidad mínima de 1,00 m, para cables de media tensión, y 0,80 m, para cables de baja tensión; siempre que sea posible el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

Cruzamiento con otros cables eléctricos:

Los cables de M.T. discurren por debajo de los de B.T. y no se colocarán en el mismo plano vertical, cuando se instalen en la misma zanja.

La distancia mínima entre un cable de B.T. y otros cables eléctricos será: 0,25 m con cables de M.T. y 0,10 m con cables de B.T. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá entubado.

Paralelismo y proximidades:

Los cables subterráneos de media y baja tensión directamente enterrados deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

Paralelismo y proximidades con otros cables de energía eléctrica

Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m, con los cables de baja tensión, y 0,25 m, con los cables de alta tensión. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada. En el caso de que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de baja tensión, podrá instalarlos a menor distancia, incluso en contacto.



21 Materiales línea de Baja Tensión.

21.1 Conductores

El conductor a emplear será de aluminio.

Aislamiento Polietileno reticulado, cubierta de PVC y Tensión asignada de 0.6/1 KV

Características:

Sección de fase en mm ²	R - 20º en Ω/km	X en Ω/km	Intensidad en A
50	0,641	0,08	180
95	0,32	0,076	260
150	0,206	0,075	330
240	0,125	0,07	430

21.2 Accesorios

Como tubo para la canalización se emplearán tubos pvc 160 ø corrugado de doble pared con interior liso de las siguientes características:

Diámetro nominal:	160 mm
D. Nominal ext.:	160 + 2,9-0 mm
IP:	54
R. Compresión:	>450 n
R. Impacto:	N (uso normal)
Norma fabricación:	Une-en 50086-2-4

Hormigonados en todo su recorrido con hormigón de planta de h= 175.

21.3 Zanjas y sistemas de enterramiento.

La línea transcurre en su totalidad por terrenos públicos directamente enterrada bajo acera, excepto en los cruces de calzada que discurrirá bajo tubo de pvc 160 ø hormigonado, efectuando los cruzamientos en sentido perpendicular a las calles con la debida protección. Cada 50 m de recorrido se dispondrá de arquetas registrables para inspección de las instalaciones una vez realizadas, así como para facilitar el tendido de los conductores a través de los tubos.

Cada 50 m se dispondrán arquetas para tendido e inspección de los conductores,



quedando los tubos a 30 cm. del fondo de la arqueta que será de arena para evitar que las lluvias puedan inundar las conducciones que no obstante se obturarán con espuma de poliuretano en las bocas de comunicación de las arquetas.

21.4 **Puesta a tierra línea de baja tensión**

La línea en proyecto se pondrá a tierra conectando el neutro de la distribución a la toma de tierra correspondiente del CT, así mismo en su llegada a la CGP se reforzará con la puesta a tierra del edificio.

22. **Descripción de la obra civil.**

Por ser calles de nueva construcción, para la apertura de zanja no se verá afectada ninguna acera existente.

La zanja se realizará por medios mecánicos con una anchura de 0,35 x 0.80 m de fondo.

Los sobrantes de la excavación serán depositados en contenedores para su retirada posterior a vertedero.

Una vez abierta la zanja se dispondrá en el fondo de la misma una capa de 0.15 m de espesor de arena de río libre de gravas para que sirva de asiento al conductor a instalar, el cual será cubierto con otros 0.10 m de arena de las mismas características.

Se instalarán seguidamente placas de señalización y protección de PVC enlazables de 100 x25 cm, cinta de atención al cable, compactándose el terreno con capas de zahorra artificial en capas de 10 cm de espesor.

Finalmente se colocará el pavimento de terminación.

Durante el transcurso de las obras se protegerán las mismas con vallas de 2 m de altura fijadas al suelo por medio de soportes de hormigón prefabricado.

Para las canalizaciones que necesiten ser reforzadas por ser acceso de vehículos a fincas o paso de calle asfaltada, se sustituirá la capa de arena de río por un prisma de tres tubos de PVC de 160 mm Ø IP XX7 recubierto de hormigón H-125.

El tipo, naturaleza y número de conductores a emplear serán los indicados en el presupuesto del proyecto y acorde con la Empresa distribuidora en sus normas particulares.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

INDICE:

1. Cálculo justificativos de la línea subterránea de media tensión.

1.1 Previsión de potencia.....	1
1.2 Cálculo de la intensidad.....	1
1.3 Localización del punto de mínima tensión.	4
1.4 Cálculo de la caída de tensión.....	4
1.5 Capacidad de transporte de la línea.....	5
1.6 Intensidad máxima admisible en cortocircuito.....	6
1.7 Tabla resumen de resultados	6

2. Cálculo del conductor para el tramo principal.

2.1 Intensidad máxima soportada por el conductor.....	7
2.2 Cálculo de la caída de tensión.....	7

3. Diseño de los centros de transformación de 400 KVA.

3.1 Intensidad de Primaria	8
3.2 Intensidad de Baja Tensión	9
3.3 Cortocircuitos	9
3.4 Dimensionado del embarrado	10
3.5 Comprobación por densidad de corriente.....	10
3.6. Comprobación por sollicitación electrodinámica	11
3.7. Comprobación por sollicitación térmica	11
3.8 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.....	11
3.9 Dimensionado de la ventilación.	12
3.10. Dimensionado del pozo apagafuegos.....	13

4. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra para los centros de 400 KVA:

4.1 Investigación de las características del suelo	13
4.2 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra	14
4.3. Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.....	17
4.4 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.....	18
4.5. Cálculo de las tensiones aplicadas	18
4.6 Tensiones transferibles al exterior	19

5. Diseño del centro de transformación distribuidor (CMR 250 KVA) CT7:

5.1 Intensidad de Media Tensión.....	21
5.2 Intensidad de Baja Tensión.....	21
5.3 Cortocircuitos.....	22
5.4 Dimensionado del embarrado.....	23
5.5 Comprobación por densidad de corriente.....	23
5.6. Comprobación por sollicitación electrodinámica.....	23
5.7. Comprobación por sollicitación térmica.....	23
5.8 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.....	24
5.9 Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.....	25
5.10 Dimensionado del pozo apagafuegos	25

6. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra para el centro distribuidor (CMR 250 KVA):

6.1 Investigación de las características del suelo.....	26
6.2 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.....	27
6.3. Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.....	30
6.4 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.....	31
6.5. Cálculo de las tensiones aplicadas.....	31
6.6 Tensiones transferibles al exterior.....	33

7. Diseño de los centros de transformación de 250 KVA:

7.1 Intensidad de Media Tensión.....	35
7.2 Intensidad de Baja Tensión.....	35
7.3 Cortocircuitos.....	36
7.4 Dimensionado del embarrado.....	37
7.5 Comprobación por densidad de corriente.....	37
7.6. Comprobación por sollicitación electrodinámica.....	37
7.7. Comprobación por sollicitación térmica.....	37
7.8 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.....	38
7.9 Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.....	39
7.10 Dimensionado del pozo apagafuegos.....	39

8. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra para los centros transformación 250KVA:

8.1 Investigación de las características del suelo.....	40
8.2 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.....	41
8.3. Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.....	44
8.4 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.....	45
8.5. Cálculo de las tensiones aplicadas.....	45
8.6 Tensiones transferibles al exterior.....	47

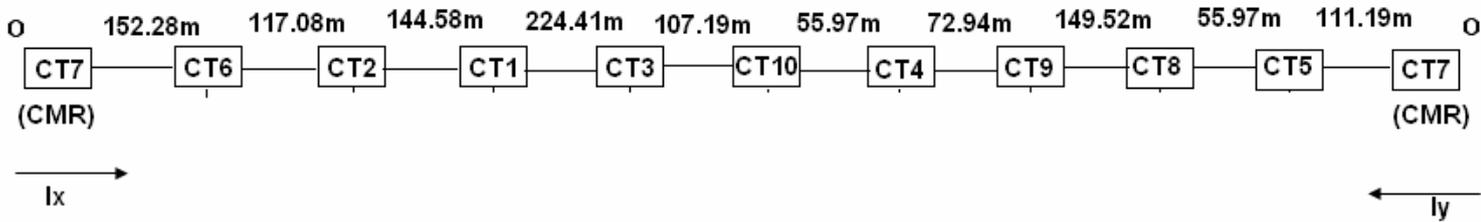
9. Cálculos eléctricos de la línea subterránea de baja tensión:

9.1 Proceso de cálculo para la realización del diseño de los anillos.....	49
9.2 Contenido de cada cuadro general de protección	50
9.3 Centro de Transformación número 1.....	57
9.4 Centro de Transformación número 2.....	60
9.5 Centro de Transformación número 3.....	63
9.6 Centro de Transformación número 4.....	65
9.7 Centro de Transformación número 5.....	68
9.8 Centro de Transformación número 6.....	70
9.9 Centro de Transformación número 7.....	73
9.10 Centro de Transformación número 8.....	76
9.11 Centro de Transformación número 9.....	80
9.12 Centro de Transformación número 10.....	83



1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LA L.S.M.T

1.1 Previsión de Potencias:



<i>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°</i>	<i>POTENCIA APARENTE</i>
CT 1	250 KVA
CT 2	250 KVA
CT 3	250KVA
CT 4	400 KVA
CT 5	250 KVA
CT 6	250 KVA
CT 7*	250 KVA
CT 8	400 KVA
CT 9	400 KVA
CT 10	400KVA

NOTA: El centro de transformación numero 7 será el CMR

1.2 Cálculo de la intensidad:

La intensidad a considerar en cada uno de los transformadores a efectos de cálculo en una LSMT en anillo será de:

- TRANSFORMADORES DE 400 KVA:

$$I = \frac{S}{1,73 * V} = \frac{400}{1,73 * 20} = 11,55 (A) ; I = 10,38 - 5,02j (A)$$

cosφ = 0.9

- TRANSFORMADORES DE 250 KVA:

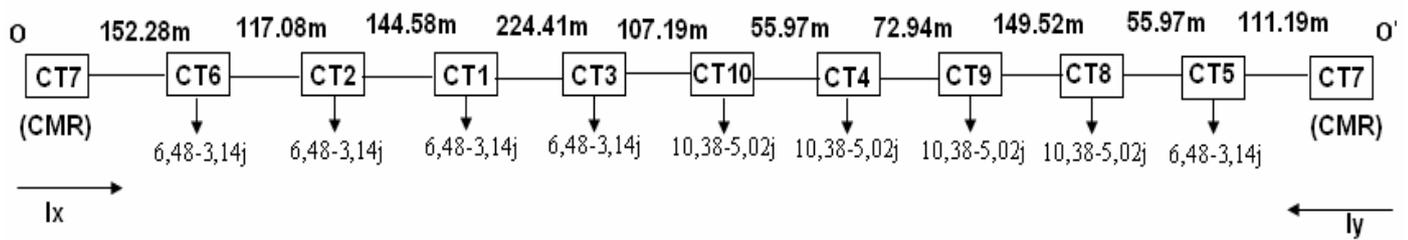
$$I = \frac{S}{1,73 * V} = \frac{250}{1,73 * 20} = 7,21 (A) ; I = 6,48 - 3,14j (A)$$

cosφ = 0.9

S : potencia aparente. V : tensión nominal.



Por tanto las cargas distribuidas en el anillo quedaran de la siguiente forma:



Al transcurrir por una misma zanja 4 ternas de cables unipolares en el caso más desfavorable, distanciadas entre sí 20 cm, aplicaremos de acuerdo con la tabla 10 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión ITC-LAT 06 un factor de corrección de 0.68, por tanto la intensidad a considerar, en el caso de la alimentación por uno de los extremos será:

$$I_{\max} = \Sigma I ;$$

$$I_{\max} = 80.4 + 38.92j; I_{\max} = 89.32 \angle -25.84^\circ$$

Aplicando los factores de corrección nos queda:

$$I_{\max} = \frac{89.32}{0.68} = 131.17(A)$$

Para el cable HEPR 12/20 KV de 240 mm² en las condiciones de una terna de cables unipolares enterrados en toda su longitud en una zanja de un metro de profundidad en terreno de 1,5 k.m/W y temperatura ambiente del terreno de 25° C, la intensidad máxima admisible es de 365 A > 102,31 A. $\delta_{\max} = 1.52 (A/mm^2)$

Reactancia:

El valor de la reactancia por fase del cable HEPR unipolar según tablas es de 0.105 Ω/km.

Caída de tensión

$$\Delta V = 1,73 * (\Sigma (R_T * I_A + X_T * I_R))$$

ΔV : caída de tensión en voltios.

R : resistencia según norma Iberdrola = 0.161Ω/km.

X : reactancia por fase según norma de Iberdrola = 0.105 Ω/km.

I_A : intensidad de corriente activa.

I_R : intensidad de corriente reactiva



Determinaremos la corriente en cada punto:

- Cálculo de las corrientes por los extremos:

$$I_y = \frac{\sum (Z * I)}{Z_T} \qquad I_x = \sum I - I_y$$

$$\sum I = 80.4 - 38.92j .$$

- Valores de las impedancias por tramos:

$$R = 0.161 \Omega/\text{km}.$$

$$X = 0.105\Omega/\text{km}.$$

TRAMO	LONGITUD TRAMO EN KM	VALORES DE LAS IMPEDANCIAS Z = (R + j X)
O – CT 6	0,152	0,0257-0,0159j
O – CT 2	0,26936	0,0455-0,0282j
O – CT 1	0,41394	0,0699-0,0434j
O – CT 3	0,63835	0,1078-0,0670j
O – CT 10	0,74554	0,1259-0,0782j
O – CT 4	0,80151	0,1354-0,0841j
O – CT 9	0,87445	0,1542-0,0958j
O – CT 8	1,02397	0,1665-0,1034j
O – CT 5	1,07994	0,1918-0,1191j
O - O'	0,19113	0,21137-0,1313j

$$Z_T = 0,211 - 0,131j$$

Realizando los cálculos oportunos:

$$I_Y = \frac{Z_{O6} \cdot I_6 + Z_{O2} \cdot I_2 + Z_{O1} \cdot I_1 + Z_{O3} \cdot I_3 + Z_{O10} \cdot I_{10} + Z_{O4} \cdot I_4 + Z_{O9} \cdot I_9 + Z_{O8} \cdot I_8 + Z_{O5} \cdot I_5}{Z_T}$$

$$I_Y = 47,99 - 23,25j \text{ (A)}$$



$$I_X = I_T - I_Y$$

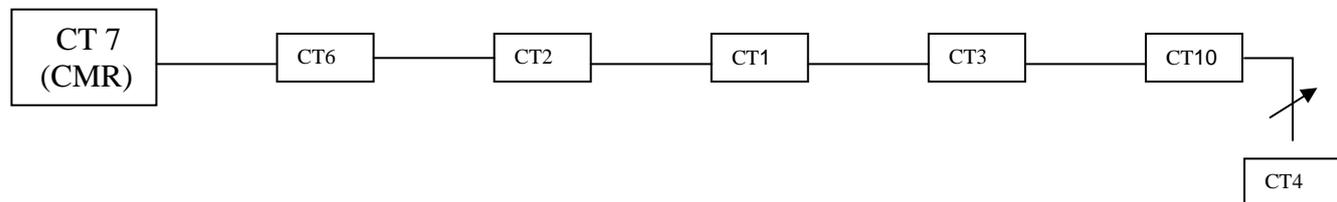
$$I_x = 44,11-21,31 \text{ (A)}$$

1.5 Localización del punto de mínima tensión. Distribución de corrientes por tramo:

Tramo	Ecuación	Resultado	Punto mínima tensión
O – CT 6	I _x - I ₆	47,99-23,25j	
CT 6 – CT 2	I ₆ - I ₂	37,61-18,23j	
CT 2 – CT 1	I ₂ - I ₁	31,13-15,09j	
CT 1 – CT 3	I ₁ - I ₃	20,75-10,07j	
CT 3 – CT 10	I ₃ - I ₁₀	10,37-5,05	
CT 10 – CT 4	I ₁₀ - I ₄	-0,01+0,03j	*****PMT*****
CT 4 – CT 9	I ₄ - I ₉	-6,49+3,11j	
CT 9 – CT 8	I ₉ - I ₈	-12,97+6,25j	
CT 8 – CT 5	I ₈ - I ₅	-23,35+11,27j	
CT5 – O'	I ₅ - I _y	-33,73+16,29j	

1.4 Cálculo de la caída de tensión:

Al ser el punto 10 el de mínima tensión podemos establecer dicho punto como el punto de apertura de la línea, utilizando por tanto el circuito equivalente representado en la figura siguiente para realizar dicho cálculo.



El cálculo de la caída de tensión lo realizaremos mediante la siguiente expresión:

$$\Delta V = 1,73 * (\Sigma (R_T * I_A + X_T * I_R))$$

TRAMO	R * I _A	X * I _R	Σ (R * I _A + X * I _R)
O – CT 6	0,86	1,36	2,22
CT 6 – CT 2	1,19	1,89	3,08
CT 2 – CT 1	1,52	2,40	3,92
CT 1 – CT 3	1,56	2,47	4,03
CT 3 – CT 10	0,91	1,44	2,35



$$\Sigma (R_T * I_A + X_T * I_R) = 15,6 \text{ V}$$

$$\Delta V = 1,73 * 15,6 = 27,01 \text{ V}$$

$$\% \Delta V = \frac{\Delta V}{V} = \frac{27,01}{20000} * 100 = 0.135 \% < 5 \%$$

Luego el conductor elegido es válido por densidad de corriente y por caída de tensión.

Cable HEPR 12/20 KV de 240 mm²

También será válido este cable para el tramo desde el entronque hasta el CT 5.

1.5 Características eléctricas complementarias:

- **Capacidad de transporte:**

$$P * L = \frac{V^2}{100 * (R + X \operatorname{tg} \varphi)} * \% \Delta V$$

$P * L$: capacidad de transporte en MW.

V : tensión nominal en KV = 20 KV.

$\% \Delta V$: caída de tensión el % = 5%.

$R = 0.161 \Omega/\text{Km}$

$X = 0.105 \Omega/\text{Km}$

$\operatorname{tg} \varphi = 0.48$.

Sustituyendo en la expresión obtenemos una capacidad de transporte de la línea de **95,80 MW x Km.**

Considerando la longitud total de la línea de 1250 m, la potencia máxima de transporte será:

$$P = \frac{P * L}{L}$$

P = 79.83 MW.



1.6 Intensidad máxima admisible en cortocircuito:

Se obtiene a partir de la ecuación:

$$I = \frac{S_{cc}}{1,73 * V} = \frac{350 \text{ MW}}{1,73 * 20} = 10,10 \text{ KA.}$$

S_{cc} : potencia de cortocircuito existente en el punto de la red según la compañía eléctrica. Su valor es 350 MW.

Para un tiempo de actuación de los elementos de protección de 0.5 s, la intensidad máxima admisible por el conductor **HEPR 12/20 KV de 240 mm²** es de 31,9 KA > 10,10 KA. Según la tabla 26 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, ITC-LAT 06. Conforme a dicha tabla el conductor admite hasta un tiempo de actuación de los elementos de protección de 3 s con una corriente de cortocircuito de 12,9 KA > 10,10 KA.

1.7 Tabla resumen de resultados:

En referencia al anillo:

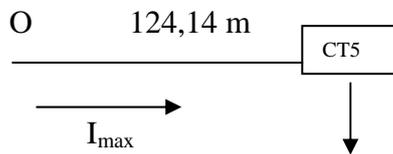
Tipo de conductor	Al 12/20 KV HEPR 3 (1x240 mm²)
Intensidad de corriente máxima	89.32 A
Densidad de corriente máxima	0.3721 A/mm²
Resistencia	0.161 Ω/Km
Reactancia	0.105 Ω/Km
Caída de tensión máxima	15,6 V;(0.135 %)
Capacidad de transporte	95,80 MW x Km
Potencia máxima de transporte	75,68 MW
Corriente de cortocircuito máxima	10.10 KA



2. Cálculo del conductor para el tramo principal:

El circuito equivalente quedaría del siguiente modo:

2.1 Intensidad máxima soportada por el conductor:



$$I_{\max} = \Sigma I = 73.92 - 35.48j \text{ (A)} = 82_{-25,84^\circ}$$

$$I_{\max} = 82 \text{ (A)}$$

Para el cable HEPR 12/20 KV de 240 mm^2 en las condiciones de una terna de cables unipolares enterrados en toda su longitud en una zanja de un metro de profundidad en terreno de 1,5 k.m/W y temperatura ambiente del terreno de 25° C , la intensidad máxima admisible es de 365 A > 82 A.

2.2 Cálculo de la caída de tensión:

$$\Delta V = 1,73 * (\Sigma (R_T * I_A + X_T * I_R))$$

$$R_T = 0.161 * 0.124 = 0.02 \Omega$$

$$X_T = 0.105 * 0.124 = 0.013 \Omega$$

$$\Sigma (R_T * I_A + X_T * I_R) = (0.02 * 92,22 + 0.013 * 44,66) = 2.42.$$

$$\Delta V = 1,73 * 2.42 = \mathbf{4,19 \text{ V.}}$$

$$\% \Delta V = \frac{\Delta V}{V} = \frac{4.19}{20000} * 100 = \mathbf{0.02 \% < 5 \%}$$

Luego el conductor elegido es válido por corriente y por caída de tensión.

Cable HEPR 12/20 KV de 240 mm^2



Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindaje de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción:

De acuerdo con las condiciones de diseño de la línea en una zona completamente nueva para su urbanización y teniendo en cuenta las condiciones del tipo de cable utilizado según el fabricante, las probabilidades de transferencia de tensión al exterior son mínimas.

No obstante conviene tener en cuenta lo siguiente:

- 3 Serán conectadas tierra tanto la pantalla como la cubierta metálica del conductor.
- 4 Las zanjas disponen de una profundidad estipuladas por la compañía suministradora de energía, y todas ellas serán de nueva realización y siendo tenidas en cuenta para posteriores instalaciones como servicio de telecomunicaciones, etc.
- 5 En el caso de que en su trazado, la zanja para el tendido del cable de MT, encuentre en su cercanía la cimentación de alguna farola o transporte de comunicaciones, se tenderá el cable a una distancia mínima de 50 cm. Si esta distancia no se puede cumplir, se utilizará una protección mecánica de resistencia adecuada, prolongada a 50 cm a ambos lados de los cantos descubiertos en el sentido longitudinal de la zanja.

3. Diseño de los centros de transformación:

3.1 Centro Transformador 400 KVA: correspondiente al número 4, 8, 9, 10:

3.1.1 Intensidad de Primaria

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

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

P potencia del transformador [kVA]

U_p tensión primaria [kV]

I_p intensidad primaria [A]

En este caso, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA.

· **$I_p = 11,5 \text{ A}$**



3.1.2 Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

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

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

P potencia del transformador [kVA]
 U_s tensión en el secundario [kV]
 I_s intensidad en el secundario [A]

En este caso, la tensión secundaria de alimentación es de 420 V

La intensidad a la salida es igual: **I_s = 549,9 A.**

3.1.3 Cortocircuitos

NOTA: Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito. Se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

- **Cortocircuito en el lado de Media Tensión**

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \rightarrow I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{350 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 10^3} = 10.1(KA)$$

La intensidad de cortocircuito es:

- **I_{ccp} = 10,1 kA**

S_{cc} potencia de cortocircuito de la red [MVA]
 U_p tensión de servicio [kV]
 I_{ccp} corriente de cortocircuito [kA]



- **Cortocircuito en el lado de Baja Tensión**

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s}$$

P potencia de transformador [kVA]
 E_{cc} tensión de cortocircuito del transformador [%]
 U_s tensión en el secundario [V]
 I_{ccs} corriente de cortocircuito [kA]

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 400 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} = \frac{100 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 4 \cdot 420} = 13.7 (KA)$$

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT $I_{ccs} = 13,7 \text{ kA}$

3.1.4 Dimensionado del embarrado

Las 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 celdas.

3.1.5 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 conductor. 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 CGC la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo 9901B026-AKLE-01.



3.1.6. Comprobación por sollicitación electrodinámica

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

- $I_{cc(din)} = 25,3 \text{ kA}$

Para las celdas del sistema CGC la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo 638-93.

3.1.7. Comprobación por sollicitación térmica

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

- $I_{cc(ter)} = 10,1 \text{ kA}$.

Para las celdas del sistema CGC la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo 94029-15 A .

3.1.8 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

- Transformador:

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.



- No producir 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.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 40 A.

- Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

- Protecciones en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente.

3.1.9 Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0.24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}}$$

W_{cu} pérdidas en el cobre del transformador [W]

W_{fe} pérdidas en el hierro del transformador [W]

K coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada [aproximadamente entre 0,35 y 0,40]

h distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida [m]

DT aumento de temperatura del aire [°C]

Sr superficie mínima de las rejillas de entrada [mm²]

No obstante, y aunque es aplicable esta expresión a todos los Edificios Prefabricados de ORMAZABAL, se considera de mayor interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación hasta las potencias indicadas, dejando la expresión para valores superiores a los homologados.

- 9901B024
- -BE-LE-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 400 kVA



- 9901B024-BE-LE-02, para ventilación de transformador de potencia hasta 630 kVA

3.1.10. Dimensionado del pozo apagafuegos

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 400 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

4. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

4.1 Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm-m.

- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.



No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

- Diseño preliminar de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

4.2 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 20 \text{ kV}$
- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 500 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$$

- I_d intensidad de falta a tierra [A]
 R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
 V_{bt} tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm}$$



I_{dm} limitación de la intensidad de falta a tierra [A]
 I_d intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- $I_d = 500 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 20 \text{ Ohm}$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o}$$

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 K_r coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

- $K_r \leq 0,1333$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- **Configuración seleccionada:** **30-30/5/42**
- **Geometría del sistema:** **Anillo rectangular**
- **Distancia de la red:** **3.0x3.0 m**
- **Profundidad del electrodo horizontal:** **0,5 m**
- **Número de picas:** **cuatro**
- **Longitud de las picas:** **2 metros**



Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,11$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0258$
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0563$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.
- Alrededor del edificio de maniobra exterior se colocará una acera perimetral de 1 m de ancho con un espesor suficiente para evitar tensiones de contacto cuando se maniobran los equipos desde el exterior.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o$$

K_r	coeficiente del electrodo
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
R'_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

Por lo que para el Centro de Transformación:

- $R'_t = 16,5 \text{ Ohm}$



y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

$$\cdot I'_d = 500 \text{ A}$$

4.3. Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

En los edificios de maniobra exterior no existen posibles tensiones de paso en el interior ya que no se puede acceder al interior de los mismos.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, es necesario una acera perimetral, en la cual no se precisa el cálculo de las tensiones de paso y de contacto desde esta acera con el interior, ya que éstas son prácticamente nulas. Se considera que la acera perimetral es parte del edificio.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d$$

:

R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

I'_d intensidad de defecto [A]

V'_d tensión de defecto [V]

Por lo que en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'_d = 8250 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d$$

K_c coeficiente

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'_d intensidad de defecto [A]

V'_c tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'_c = 4222,5 \text{ V}$$



4.4 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d$$

K_p	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_p	tensión de paso en el exterior [V]

Por lo que, para este caso:

4.5. Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

- $t = 0,7$ seg
- $K = 72$
- $n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

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

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
V_p	tensión admisible de paso en el exterior [V]

Por lo que, para este caso

- $V_p = 1954,29$ V



La tensión de paso en el acceso al edificio:

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

K coeficiente
 t tiempo total de duración de la falta [s]
 n coeficiente
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 R'_o resistividad del hormigón en [Ohm·m]
 V_{p(acc)} tensión admisible de paso en el acceso [V]

Por lo que, para este caso

- $V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

- $V'_p = 1935 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$

Tensión de paso en el acceso al centro:

- $V'_{p(acc)} = 4222,5 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$

Tensión de defecto:

- $V'd = 8250 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Intensidad de defecto:

- $I_a = 50 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} < I_{dm} = 500 \text{ A}$

4.6 Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.



La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi}$$

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 I'_d intensidad de defecto [A]
 D distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

- $D = 11,94$ m

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 8/22 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: dos
- Longitud entre picas: 2 metros
- Profundidad de las picas: 0,8 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,194$
- $K_c = 0,0253$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,194 \cdot 150 = 29,1 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

- Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.



No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

5 Centro Transformador Distribuidor (CMR 250KVA): CT 7

5.1 Intensidad de Media Tensión

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

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

P potencia del transformador [kVA]
 U_p tensión primaria [kV]
 I_p intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 250 kVA.

- **I_p = 7,2 A**

5.2 Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 250 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

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

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

P potencia del transformador [kVA]
 U_s tensión en el secundario [kV]
 I_s intensidad en el secundario [A]

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

- **I_s = 343,7 A.**



5.3 Cortocircuitos

Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito. se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

- **Cálculo de las intensidades de cortocircuito**

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

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

S_{cc} potencia de cortocircuito de la red [MVA]
 U_p tensión de servicio [kV]
 I_{ccp} corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s}$$

P potencia de transformador [kVA]
 E_{cc} tensión de cortocircuito del transformador [%]
 U_s tensión en el secundario [V]
 I_{ccs} corriente de cortocircuito [kA]

- **Cortocircuito en el lado de Media Tensión**

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es :

- $I_{ccp} = 10,1 \text{ kA}$



- **Cortocircuito en el lado de Baja Tensión**

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 250 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

- $I_{ccs} = 8,6 \text{ kA}$

5.4. 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 celdas.

5.5 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 conductor. 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 CGC la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo 9901B026-AKLE-01 realizado por los laboratorios LABEIN de Vizcaya (España)

5.6 Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

- $I_{cc(din)} = 25,3 \text{ kA}$

Para las celdas del sistema CGC la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo 638-93 realizado por los laboratorios KEMA de Holanda

5.7 Comprobación por sollicitación térmica

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

- $I_{cc(ter)} = 10,1 \text{ kA}$.



Para las celdas del sistema CGC la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo 94029-15 A realizado por los laboratorios LABEIN de Vizcaya (España).

5.8 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir 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.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 25 A.

Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

- Protecciones en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.4.



5.9 Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0.24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}} \quad (2.7.a)$$

donde:

W_{cu}	pérdidas en el cobre del transformador [W]
W_{fe}	pérdidas en el hierro del transformador [W]
K	coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada [aproximadamente entre 0,35 y 0,40]
h	distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida [m]
DT	aumento de temperatura del aire [°C]
Sr	superficie mínima de las rejillas de entrada [mm ²]

No obstante, y aunque es aplicable esta expresión a todos los Edificios Prefabricados de ORMAZABAL, se considera de mayor interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación hasta las potencias indicadas, dejando la expresión para valores superiores a los homologados.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA
-

5.10 Dimensionado del pozo apagafuegos

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.



6. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

6.1 Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

- **Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.**

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.



- **Diseño preliminar de la instalación de tierra**

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

6.2 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 20 \text{ kV}$
- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 500 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.9.4.a)$$

donde:

I_d	intensidad de falta a tierra [A]
R_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
V_{bt}	tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm} \quad (2.9.4.b)$$

donde:

I_{dm}	limitación de la intensidad de falta a tierra [A]
I_d	intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es: $I_d = 500 \text{ A}$



La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 20 \text{ Ohm}$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.9.4.c)$$

donde:

R_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
K_r	coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

- $K_r \leq 0,1333$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

· Configuración seleccionada:	50-25/5/42
· Geometría del sistema:	Anillo rectangular
· Distancia de la red:	5.0x2.5 m
· Profundidad del electrodo horizontal:	0,5 m
· Número de picas:	cuatro
· Longitud de las picas:	2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,097$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0221$
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0483$



Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (2.9.4.d)$$

donde:

K_r	coeficiente del electrodo
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
R'_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

- $R'_t = 14,55 \text{ Ohm}$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

- $I'd = 500 \text{ A}$



6.3 Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.9.5.a)$$

donde:

R'_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_d	tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'd = 7275 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.5.b)$$

donde:

K_c	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_c	tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'c = 3622,5 \text{ V}$$



6.4 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.6.a)$$

donde:

K_p	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_p	tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

- $V'_p = 1657,5$ V en el Centro de Transformación

6.5 Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

- $t = 0,7$ seg
- $K = 72$
- $n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.a)$$

donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]



V_p tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_p = 1954,29 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.b)$$

donde:

K coeficiente
 t tiempo total de duración de la falta [s]
 n coeficiente
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 R'_o resistividad del hormigón en [Ohm·m]
 $V_{p(acc)}$ tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$\cdot V'_p = 1657,5 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$\cdot V'_{p(acc)} = 3622,5 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$\cdot V'd = 7275 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$\cdot I_a = 50 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} < I_{dm} = 500 \text{ A}$$



6.6 Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (2.9.8.a)$$

donde:

R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
D	distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

- D = 11,94 m

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 8/22 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: dos
- Longitud entre picas: 2 metros
- Profundidad de las picas: 0,8 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,194$
- $K_c = 0,0253$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.



$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,194 \cdot 150 = 29,1 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

- **Corrección y ajuste del diseño inicial**

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "K_r" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.



7. Centro Transformador 250 KVA: CT 1, 2, 3, 5, 6, 7

7.1 Intensidad de Media Tensión

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

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

P potencia del transformador [kVA]

U_p tensión primaria [kV]

I_p intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 250 kVA.

$$\cdot I_p = 7,2 \text{ A}$$

7.2 Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 250 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

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

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

P potencia del transformador [kVA]

U_s tensión en el secundario [kV]

I_s intensidad en el secundario [A]

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$\cdot I_s = 343,7 \text{ A}$$

.



7.3 Cortocircuitos

- **Cálculo de las intensidades de cortocircuito**

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

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

S_{cc} potencia de cortocircuito de la red [MVA]

U_p tensión de servicio [kV]

I_{ccp} corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s}$$

P potencia de transformador [kVA]

E_{cc} tensión de cortocircuito del transformador [%]

U_s tensión en el secundario [V]

I_{ccs} corriente de cortocircuito [kA]

- **Cortocircuito en el lado de Media Tensión**

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es :

- $I_{ccp} = 10,1 \text{ kA}$



- **Cortocircuito en el lado de Baja Tensión**

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 250 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

- $I_{ccs} = 8,6 \text{ kA}$

7.4 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 celdas.

7.5 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 conductor. 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 CGC la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo 9901B026-AKLE-01 realizado por los laboratorios LABEIN de Vizcaya (España)

7.6 Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

- $I_{cc(din)} = 25,3 \text{ kA}$

Para las celdas del sistema CGC la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo 638-93.

7.7 Comprobación por sollicitación térmica

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



cuyo valor es:

- $I_{cc(ter)} = 10,1 \text{ kA}$.

Para las celdas del sistema CGC la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo 94029-15 A realizado por los laboratorios LABEIN de Vizcaya (España).

7.8 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

- Transformador

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir 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.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 25 A.

- Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

- Protecciones en BT



Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.4.

7.9 Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0.24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}} \quad (2.7.a)$$

donde:

W_{cu}	pérdidas en el cobre del transformador [W]
W_{fe}	pérdidas en el hierro del transformador [W]
K	coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada [aproximadamente entre 0,35 y 0,40]
h	distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida [m]
DT	aumento de temperatura del aire [°C]
Sr	superficie mínima de las rejillas de entrada [mm ²]

No obstante, y aunque es aplicable esta expresión a todos los Edificios Prefabricados de ORMAZABAL, se considera de mayor interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación hasta las potencias indicadas, dejando la expresión para valores superiores a los homologados.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 9901B024-BE-LE-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 400 kVA
- 9901B024-BE-LE-02, para ventilación de transformador de potencia hasta 630 kVA

7.10 Dimensionado del pozo apagafuegos

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 400 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.



8. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

8.1 Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

- **Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.**

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.



- **Diseño preliminar de la instalación de tierra**

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

8.1 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 20 \text{ kV}$
- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 500 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.9.4.a)$$

donde:

I_d	intensidad de falta a tierra [A]
R_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
V_{bt}	tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm} \quad (2.9.4.b)$$

donde:



I_{dm} limitación de la intensidad de falta a tierra [A]
 I_d intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- $I_d = 500 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 20 \text{ Ohm}$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.9.4.c)$$

donde:

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 K_r coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

- $K_r \leq 0,1333$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- **Configuración seleccionada:** **30-30/5/42**
- **Geometría del sistema:** **Anillo rectangular**
- **Distancia de la red:** **3.0x3.0 m**
- **Profundidad del electrodo horizontal:** **0,5 m**
- **Número de picas:** **cuatro**
- **Longitud de las picas:** **2 metros**



Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,11$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0258$
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0563$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.
- Alrededor del edificio de maniobra exterior se colocará una acera perimetral de 1 m de ancho con un espesor suficiente para evitar tensiones de contacto cuando se maniobran los equipos desde el exterior.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (2.9.4.d)$$

donde:

K_r	coeficiente del electrodo
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
R'_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

- $R'_t = 16,5 \text{ Ohm}$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

- $I'd = 500 \text{ A}$



8.3 Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

En los edificios de maniobra exterior no existen posibles tensiones de paso en el interior ya que no se puede acceder al interior de los mismos.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, es necesario una acera perimetral, en la cual no se precisa el cálculo de las tensiones de paso y de contacto desde esta acera con el interior, ya que éstas son prácticamente nulas. Se considera que la acera perimetral es parte del edificio.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.9.5.a)$$

donde:

R'_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_d	tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'd = 8250 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.5.b)$$

donde:

K_c	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_c	tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'c = 4222,5 \text{ V}$$



8.4 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.6.a)$$

donde:

K_p	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_p	tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

- $V'_p = 1935$ V en el Centro de Transformación

8.5 Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

- $t = 0,7$ seg
- $K = 72$
- $n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.a)$$

donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
V_p	tensión admisible de paso en el exterior [V]



por lo que, para este caso

$$\cdot V_p = 1954,29 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.b)$$

donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
R _o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
R' _o	resistividad del hormigón en [Ohm·m]
V _{p(acc)}	tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$\cdot V'_p = 1935 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$\cdot V'_{p(acc)} = 4222,5 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$\cdot V'd = 8250 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$\cdot I_a = 50 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} < I_{dm} = 500 \text{ A}$$



8.6 Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (2.9.8.a)$$

donde:

R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
D	distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

- D = 11,94 m

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 8/22 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: dos
- Longitud entre picas: 2 metros
- Profundidad de las picas: 0,8 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,194$
- $K_c = 0,0253$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.



$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,194 \cdot 150 = 29,1 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

- **Corrección y ajuste del diseño inicial**

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "K_r" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.



9. CALCULOS ELECTRICOS L.S.B.T

9.1 Proceso de cálculo para la realización del diseño de los anillos.

Punto de mínima tensión: $lx = \frac{\sum PL}{P_{total}}$

Intensidades de rama: $I = \frac{P_{total}}{\sqrt{3}xUx\cos\alpha} \rightarrow U = 400v \rightarrow \cos\alpha = 0.9$

Caída de tensión: $\Delta U\% = KxLxW \rightarrow K = \frac{R + X.tag\alpha}{10xU^2}$

Las características de los conductores en régimen permanente a título orientativo serán las siguientes:

Sección de fase en mm ²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km	Intensidad en A
50	0,641	0,080	180
95	0,320	0,076	260
150	0,206	0,075	330
240	0,125	0,070	430

Para el cálculo de las potencias en las viviendas unifamiliares no se considera factor de simultaneidad.

Para el cálculo de las potencias de los edificios se considerara el siguiente coeficiente de simultaneidad:

$$15,3 + (n - 21) * 0.5 \quad \text{Siendo } n \text{ el número de viviendas}$$

La potencia total del edificio será la suma de la potencia de las viviendas + potencia del ascensor + servicios generales.

Se ha considerado un ascensor ITA 1 cuya potencia es de 4,5 KW y la potencia de los servicios generales es de 3,45 KW.

También tendremos que considerar la potencia de los jardines, considerando cada 30 m² una luminaria Na HP 100 W, la potencia de los garajes que será de 10 W por m² y la potencia de los cuadros de mando de alumbrado público.



9.2 Contenido de cada cuadro general de protección expuesto en los planos:

Centro de Transformación número 1:

Anillo 1:

Situación	Nombre del Cuadro	Contención interior	Potencia Albergada (Kw)
Parcela J1	J1	CGP Jardín	54,04
Parcela J1	J1-1	Caja iluminación Jardín (31 Lum)	13,95
Parcela E	E1	CGP Equipamiento	49,5
Parcela E	E2	CGP Equipamiento	49,5
Parcela E	E3	CGP Equipamiento	49,5
Parcela E	E4	CGP Equipamiento	49,5

Anillo2:

Situación	Nombre del Cuadro	Contención interior	Potencia Albergada (Kw)
Parcela 11	C1	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela 11	C2	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela 11	C3	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela 11	C4	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela 11	C5	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela 11	C6	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela 11	C7	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela 11	C8	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela 11	C9	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela 11	C10	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela 11	C11	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela 11	C12	CGP para dos dúplex	18,4

Centro de Transformación número 2:

Anillo 1:

Situación	Nombre del Cuadro	Contención interior	Potencia Albergada (Kw)
Parcela 13	C1	CGP para un dúplex	9,2
Parcela 14	E1-1	CGP Edificio 1 cuadro 1	64,1
Parcela 13	CA	Cuadro alumbrado 15 Luminarias	6,06
Parcela 13	C2	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela 13	C3	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela 14	C4	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela 14	E2-1	CGP Edificio 2 cuadro 1	64,1
Parcela 13	E3-1	CGP Edificio 3 cuadro 1	64,1
Parcela 13	C5	CGP para dos dúplex	18,4



Anillo2:

Situación	Nombre del Cuadro	Contención interior	Potencia Albergada (Kw)
Parcela 12	C1	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela 12	C2	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela 12	C3	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela 12	C4	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela 12	C5	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela 13	C6	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela 13	C7	CGP para un dúplex	9,2

Centro de Transformación número 3:

Anillo 1:

Situación	Nombre del Cuadro	Contención interior	Potencia Albergada (Kw)
Parcela 14	E2-2	CGP Edificio 2 cuadro 2 + garaje	81,76
Parcela 14	E1-2	CGP Edificio 1 cuadro 2	62
Parcela 14	E1-3	CGP Edificio 1 cuadro 3 + jardín	75,05
Parcela 14	E2-3	CGP Edificio 2 cuadro 3 + garaje	81,76

Anillo 2:

Situación	Nombre del Cuadro	Contención interior	Potencia Albergada (Kw)
Parcela 14	CA	Cuadro alumbrada edificio	9
Parcela 14	E3-2	CGP Edificio 3 cuadro 2	62
Parcela 14	E3-3	CGP Edificio 3 cuadro 3	62
Parcela 14	E2-4	CGP Edificio 2 cuadro 4	62

Centro de Transformación número 4:

Anillo 1:

Situación	Nombre del Cuadro	Contención interior	Potencia Albergada (Kw)
J2	CA2	Cuadro alumbrado Jardín2 (15Lum)	13,55
Parcela 14	E3-4	CGP Edificio 3 cuadro 4	64,13
Parcela 14	E3-5	CGP Edificio 3 cuadro 5	64,13
parcela15	E3-1	CGP Edificio 3 cuadro 1	64,13
Parcela15	E3-2	CGP Edificio 3 cuadro 2	64,13



Anillo 2:

Situación	Nombre del Cuadro	Contención interior	Potencia Albergada (Kw)
Parcela 14	E1-1	CGP Edificio 1 cuadro 1 + Garaje	81,79
Parcela 14	E2-1	CGP Edificio 2 cuadro 1	64,58
Parcela 14	E2-1	CGP Edificio 2 cuadro 1 + Jardín	73,74
Parcela 14	E2-2	CGP Edificio 2 cuadro 2 + Garaje	81,79

Centro de Transformación número 5:

Anillo 1:

Situación	Nombre del Cuadro	Contención interior	Potencia Albergada (Kw)
Parcela15	E2-2	CGP Edificio 2 cuadro 2 + garaje	83,89
Parcela15	E3-3	CGP Edificio 3 cuadro 3 + garaje	83,89
Parcela15	E3-2	CGP Edificio 3 cuadro 2 + jardín	72,13
Parcela15	E2-1	CGP Edificio 2 cuadro 1	64,13

Anillo 2:

Situación	Nombre del Cuadro	Contención interior	Potencia Albergada (Kw)
Parcela15	E1-1	CGP Edificio 1 cuadro 1 + garaje	83,89
Parcela15	E2-3	CGP Edificio 2 cuadro 3	64,13
Parcela15	E2-4	CGP Edificio 2 cuadro 4	64,13
Parcela 15	E2-5	CGP Edificio 2 cuadro 5	64,13

Centro de Transformación número 6:

Anillo 1:

Situación	Nombre del Cuadro	Contención interior	Potencia Albergada (Kw)
Parcela15	E1-2	CGP Edificio 1 cuadro 2	64,13
Parcela15	E1-3	CGP Edificio 1 cuadro 3	64,13
Parcela15	E1-4	CGP Edificio 1 cuadro 4	64,13
Parcela15	E1-5	CGP Edificio 1 cuadro 5	64,13



Anillo 2:

Situación	Nombre del Cuadro	Contención interior	Potencia Albergada (Kw)
Parcela14	E1-3	CGP Edificio 1 cuadro 3	64,13
Parcela14	E1-4	CGP Edificio 1 cuadro 4	64,13
Parcela12	C6	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela12	C7	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela12	C8	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela12	C9	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela 12	C10	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela 12	C11	CGP para dos dúplex	18,4

Centro de Transformación número 7:

Anillo 1:

Situación	Nombre del Cuadro	Contención interior	Potencia Albergada (Kw)
parcela16	C1	CGP para dos dúplex	18,4
parcela16	C2	CGP para dos dúplex	18,4
parcela16	C3	CGP para dos dúplex	18,4
parcela16	C4	CGP para dos dúplex	18,4
parcela16	C5	CGP para un dúplex	9,2
parcela16	C6	CGP para dos dúplex	18,4
parcela16	C7	CGP para dos dúplex	18,4
parcela16	C8	CGP para dos dúplex	18,4
parcela16	C9	CGP para dos dúplex	18,4
parcela16	C10	CGP para dos dúplex	18,4
parcela16	C11	CGP para dos dúplex	18,4
parcela16	CA	Cuadro alumbrado 27 luminarias	12,15

Anillo 2:

Situación	Nombre del Cuadro	Contención interior	Potencia Albergada (Kw)
parcela12	C12	CGP para un dúplex	9,2
parcela12	C13	CGP para dos dúplex	18,4
parcela12	C14	CGP para dos dúplex	18,4
parcela12	C15	CGP para dos dúplex	18,4
parcela12	C16	CGP para dos dúplex	18,4
parcela12	C17	CGP para dos dúplex	18,2
parcela12	C18	CGP para un dúplex	9,2



Centro de Transformación número 8:

Anillo 1:

Situación	Nombre del Cuadro	Contención interior	Potencia Albergada (Kw)
Parcela20	C1	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela20	C2	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela20	C3	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela20	C4	CGP para un dúplex	9,2
Parcela20	CA	Cuadro alumbrado 14 luminarias	6,3
Parcela20	C5	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela20	C6	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela20	C7	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela20	C8	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela20	C9	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela20	C10	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela20	C11	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela20	C12	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela20	C13	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela20	C14	CGP para dos dúplex	18,4

Anillo 2:

Situación	Nombre del Cuadro	Contención interior	Potencia Albergada (Kw)
Parcela12	CA	Cuadro alumbrado 22 luminarias	3,15
Parcela12	C1	CGP para dos dúplex	18,2
Parcela12	C2	CGP para dos dúplex	18,2
Parcela12	C3	CGP para dos dúplex	18,2
Parcela12	C4	CGP para dos dúplex	18,2
Parcela12	C5	CGP para un dúplex	9,2
Parcela12	C6	CGP para dos dúplex	18,2
Parcela12	C7	CGP para dos dúplex	18,2
Parcela12	C8	CGP para dos dúplex	18,2
Parcela12	C9	CGP para dos dúplex	9,2
parcela 12	C10	CGP para dos dúplex	18,2
parcela 19	E1-3	CGP Edificio 1 cuadro 3	64,58
parcela 19	E1-4	CGP Edificio 1 cuadro 4	64,58



Centro de Transformación número 9:

Anillo 1:

Situación	Nombre del Cuadro	Contención interior	Potencia Albergada (Kw)
Parcela19	E3-1	CGP Edificio 3 cuadro 1	64,58
Parcela19	CA	Cuadro alumbrado 10 luminarias	4,5
Parcela19	E3-2	CGP Edificio 3 cuadro 2	64,58
Parcela19	E3-3	CGP Edificio 3 cuadro 3	64,58
Parcela19	E3-4	CGP Edificio 3 cuadro 4	64,58

Anillo 2:

Situación	Nombre del Cuadro	Contención interior	Potencia Albergada (Kw)
Parcela21	C1	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela21	C2	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela21	C3	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela21	C4	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela21	C5	CGP para un dúplex	9,2
Parcela21	C6	CGP para dos dúplex	5,85
Parcela21	C7	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela21	CA	Cuadro alumbrado 13 luminarias	5,85
Parcela21	C8	CGP para un dúplex	9,2
Parcela21	C9	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela21	C10	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela21	C11	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela21	C12	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela18	E3-1	CGP Edificio 3 cuadro 1 + jardín	80,17
Parcela 3J	J3	Cuadro alumbrado jardín 3	4,75



Centro de Transformación número 10:

Anillo 1:

Situación	Nombre del Cuadro	Contención interior	Potencia Albergada (Kw)
Parcela 18	CA	Cuadro alumbrado 15 luminarias	1,98
Parcela 18	E2-1	CGP Edificio 2 cuadro 1	87,93
Parcela 18	E2-2	CGP Edificio 2 cuadro 2	76,38
Parcela 18	E1-1	CGP Edificio 1 cuadro 1	76,38
Parcela 18	E1-2	CGP Edificio 1 cuadro 2	87,93

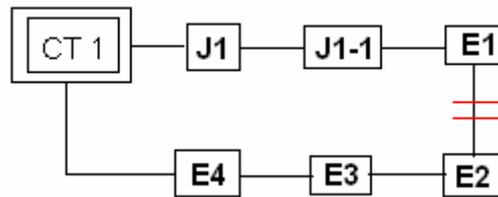
Anillo 2:

Situación	Nombre del Cuadro	Contención interior	Potencia Albergada (Kw)
Parcela17	C1	CGP para un dúplex	9,2
Parcela17	C2	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela17	C3	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela17	C4	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela17	C5	CGP para un dúplex	18,4
Parcela17	C6	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela17	CA	Cuadro alumbrado 24 luminarias	10,8
Parcela17	C7	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela17	C8	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela17	C9	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela17	C10	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela17	C11	CGP para dos dúplex	18,4
Parcela17	C12	CGP para un dúplex	9,2
Parcela18	E3-2	CGP Edificio 3 cuadro 2	76,38



9.3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN NÚMERO 1:

Anillo 1:



Anillo 1	Datos terreno	Potencia	Longitud	Suma de longitud	Potencia x Longitud
Parcela J1	J1	54,04	22,3	22,3	1205,092
Parcela J1	J1-1	13,95	4,69	26,99	376,5105
Parcela E	E1	49,5	72,86	99,85	4942,575
Parcela E	E2	49,5	100,94	200,79	9939,105
Parcela E	E3	49,5	50,96	251,75	12461,625
Parcela E	E4	49,5	92,61	344,36	17045,82
	J1		50,72	395,08	
Potencia total (KW)		Sumatoria Potencia x Longitud		Punto Mínima tensión (m)	
265,99		45970,72		172,82	

El punto de mínima tensión se encuentra entre el E1 y E 2.

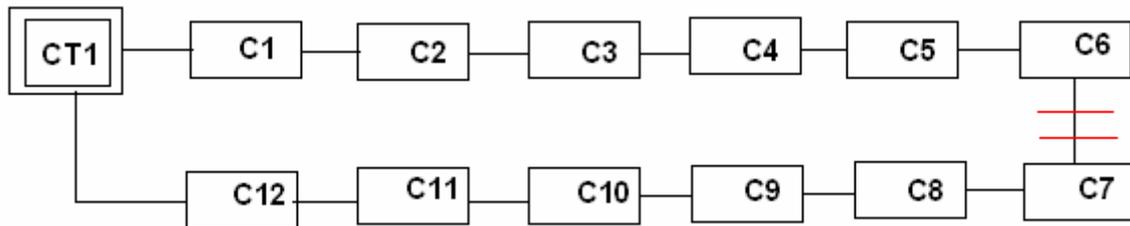
Rama 1		Potencias	Sumatoria de Potencias	Intensidad
	J1	54,04	117,49	188,42
	J1-1	13,95	63,45	
	E1	49,5	49,5	
Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
95	200	0,320	0,259382673	0,259382673
long rama	long fusible	X	0,02946047	0,288843143
99,85	120	0,076	0,35705043	0,645893573



Rama 2	Potencias	Sumatoria de Potencias	Intensidad
E2	49,5	49,5	238,15
E3	49,5	99	
E4	49,5	148,5	

<i>Sección</i>	<i>Fusible</i>	<i>R</i>	<i>Caída de Tensión</i>	<i>Suma Caída de Tensión</i>
150	250	0.206	0,24972948	1,90306017
long rama	long fusible	X	0,90767061	1,65333069
86,35	165	0.075	0,74566008	0,74566008

Anillo 2;



Anillo 2	Datos terreno	Potencia	Longitud	Suma de longitud	Potencia x Longitud
Parcela 11	C1	18,4	26,25	26,25	483
Parcela 11	C2	18,4	36,78	63,03	1159,752
Parcela 11	C3	18,4	36,58	99,61	1832,824
Parcela 11	C4	18,4	36,89	136,5	2511,6
Parcela 11	C5	18,4	37,07	173,57	3193,688
Parcela 11	C6	18,4	36,69	210,26	3868,784
Parcela 11	C7	18,4	102,7	312,96	5758,464
Parcela 11	C8	18,4	37,25	350,21	6443,864
Parcela 11	C9	18,4	31,12	381,33	7016,472
Parcela 11	C10	18,4	37,16	418,49	7700,216
Parcela 11	C11	18,4	38,29	456,78	8404,752
Parcela 11	C12	18,4	37,43	494,21	9093,464
	tramo fin		72,27	511,21	

Potencia total (KW)	Sumatoria Potencia x Longitud	Punto Mínima tensión (m)
220	57466,88	261.21

El punto de mínima tensión se encuentra entre C6 y C7



Rama 1	Potencias	Sumatoria de Potencias	Intensidad
C1	18,4	110,4	177,05
C2	18,4	92	
C3	18,4	73,6	
C4	18,4	55,2	
C5	18,4	36,8	
C6	18,4	18,4	

Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
150	200	0,206	0,437598	0,437598
long rama	long fusible	X	0,51094776	0,94854576
210,26	215	0,075	0,406535488	1,355081248
			0,307485528	1,662566776
			0,205990576	1,868557352

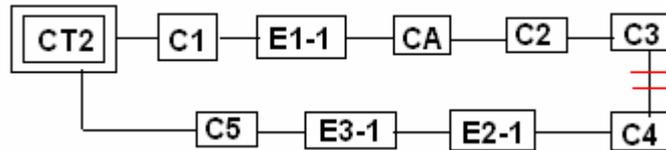
Rama 2	Potencias	Sumatoria de Potencias	Intensidad
C7	18,4	18,4	177,05
C8	18,4	36,8	
C9	18,4	55,2	
C10	18,4	73,6	
C11	18,4	92	
C12	18,4	110,4	

Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
240	200	0.125	0,1034954	2,73644616
long rama	long fusible	X	0,172927616	2,63295076
253,52	345	0.070	0,309736032	2,460023144
			0,425539744	2,150287112
			0,51997756	1,724747368



9.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN NÚMERO 2:

Anillo 1:



Anillo 2	Datos terreno	Potencia	Longitud	Suma de longitud	Potencia x Longitud
Parcela 13	C1	9,2	21,93	21,93	201,756
Parcela 14	E1-1	64,1	17,75	39,68	2543,488
Parcela 13	CA	6,06	11,3	50,98	308,9388
Parcela 13	C2	18,4	51,1	102,08	1878,272
Parcela 13	C3	18,4	28,75	130,83	2407,272
Parcela 13	C4	18,4	49,2	180,03	3312,552
Parcela 14	E2-1	64,1	30,53	210,56	13496,896
Parcela 14	E3-1	64,1	1,5	212,06	13593,046
Parcela 13	C5	18,4	87,66	299,72	5514,848
	Tramo Fin		90,5	390.22	

Potencia total (KW)	Sumatoria Potencia x Longitud	Punto Mínima tensión
281,16	43256,06	153,85

El punto de mínima tensión se encuentra entre C3 y C4

Rama 1	Potencias	Sumatoria de Potencias	Intensidad
C1	9,2	108,23	173,57
E1-1	55,48	99,03	
CA	6,75	43,55	
C2	18,4	36,8	
C3	18,4	18,4	

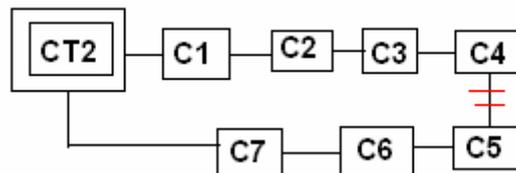
Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
150	200	0.206	0,019973844	0,01997384
long rama	long fusible	X	0,09749223	0,11746607
130,83	215	0.075	0,007551225	0,1250173
			0,09308376	0,21810106
			0,052371	0,27047206



Rama 2	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
C4	18,4	147,76	237.25
E2-1	55,48	129,36	
E3-1	55,48	73,88	
C5	18,4	18,4	

Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
240	250	0.125	0,08962272	0,42522959
long rama	long fusible	X	0,167686636	0,33560687
253,2	260	0.070	0,00823878	0,16792024
			0,159681456	0,15968146

Anillo 2;



Anillo 2	Datos terreno	Potencia	Longitud	Suma de longitud	Potencia x Longitud
Parcela 12	C1	18,4	58,44	58,44	1075,296
Parcela 12	C2	18,4	105,17	163,61	3010,424
Parcela 12	C3	18,4	87,7	251,31	4624,104
Parcela 12	C4	18,4	44,31	295,62	5439,408
Parcela 12	C5	18,4	87,036	382,656	7040,8704
Parcela 13	C6	18,4	124,4	507,056	9329,8304
Parcela 13	C7	9,2	29,52	536,576	4936,4992
	Tramo Fin		24,8	561,376	

Potencia total (KW)	Sumatoria Potencia x Longitud	Punto Mínima tensión
119,6	35456,4	296,45

[El punto de mínima tensión se encuentra entre C4 y C5](#)



Rama 1	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
C1	18,4	73,6	118,03
C2	18,4	55,2	
C3	18,4	36,8	
C4	18,4	18,4	

Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
150	160	0,206	0,649478784	0,64947878
long rama	long fusible	X	0,876612984	1,52609177
251,31	285	0,075	0,48733136	2,01342313
			0,123110904	2,13653403

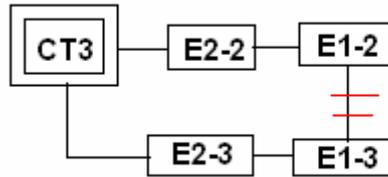
Rama 2	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
C5	18,4	18,4	73.77
C6	18,4	36,8	
C7	9,2	46	

Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
150	160	0.206	0,34563296	0,6819305
long rama	long fusible	X	0,164036736	0,33629754
240,95	285	0.075	0,1722608	0,1722608



9.5. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN NÚMERO 3:

Anillo 1:



Anillo 1	Datos terreno	Potencia	Longitud	Suma de longitud	Potencia x Longitud
Parcela 14	E2-2	81,76	3,22	3,22	263,2672
Parcela 14	E1-2	62	76,97	80,19	4971,78
Parcela 14	E1-3	75,05	17,31	97,5	7317,375
Parcela 14	E2-3	81,76	74,09	171,59	14029,1984
	Fin		25,56		

Potencia total (KW)	Sumatoria Potencia x Longitud	Punto Mínima tensión
300.57	26581,62	88.435

El punto de mínima tensión se encuentra entre E1-2 y E1-3

Rama 1	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
E2-2	75,23	130,7	209,61
E1-2	55,47	55,47	

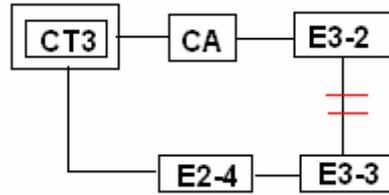
Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
150	250	0,206	0,0063549	0,07082474
long rama	long fusible	X	0,06446984	0,06446984
80,19	165	0,075		

Rama 2	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
E1-3	68,52	68,52	230.53
E2-3	75,23	143,75	

Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
150	250	0,206	0,076657367	0,13213854
long rama	long fusible	X	0,055481175	0,05548118
116,96	165	0,075		



Anillo 2:



Anillo 2	Datos terreno	Potencia	Longitud	Suma de longitud	Potencia x Longitud
Parcela 14	CA	9	37,77	37,77	339,93
Parcela 14	E3-2	62	60,39	98,16	6085,92
Parcela 14	E3-3	62	18,9	117,06	7257,72
Parcela 14	E2-4	62	51,11	168,17	10426,54
	Fin		26,08	194,25	

Potencia total (KW)	Sumatoria Potencia x Longitud	Punto Mínima tensión
195	24110,11	123.64

El punto de mínima tensión se encuentra entre E3-3 y E2-4

Rama 1	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
CA	9	119,94	192,35
E3-2	55,47	110,94	
E3-3	55,47	55,47	

Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
95	200	0,32	0,996629436	2,70120035
long rama	long fusible	X	1,473926652	1,70457091
117,06	120	0,076	0,23064426	0,23064426

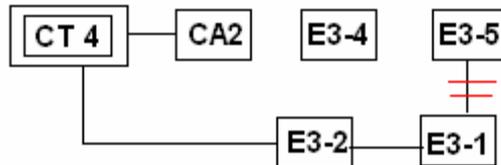
Rama 2	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
E3-3	55,47	55,47	177,92
E2-4	55,47	110,94	

Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
95	200	0,032	0,23064426	1,47807581
long rama	long fusible	X	1,247431548	1,24743155
77,19	120	0,076		



9.6. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN NÚMERO 4:

Anillo 1:



Anillo 1	Datos terreno	Potencia	Longitud	Suma de longitud	Potencia x Longitud
J2	CA2	13,55	30,02	30,02	406,771
Parcela 14	E3-4	64,13	41,21	71,23	4567,9799
Parcela 14	E3-5	64,13	16,78	88,01	5644,0813
parcela15	E3-1	64,13	53,17	141,18	9053,8734
Parcela15	E3-2	64,13	19,4	160,58	10297,9954
	Fin		20,9		

Potencia total (KW)	Sumatoria Potencia x Longitud	Punto Mínima tensión
270.07	29970.70	110.97

El punto de mínima tensión se encuentra entre E3-5 y E3-1

Rama 1	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
CA2	13,55	124,49	199,65
E3-4	55,47	110,94	
E3-5	55,47	55,47	

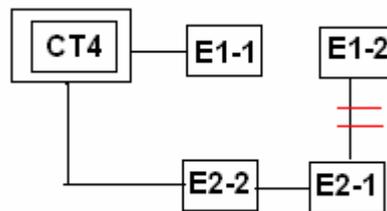
Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
150	250	0,206	0,56431566	0,56431566
long rama	long fusible	0,206	0,69034745	1,25466311
88,01	165	0,075	0,14054878	1,39521188

Rama 2	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
E3-1	55,47	55,47	
E3-2	55,47	110,94	177,92



Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
150	200	0,206	0,16249382	0,51260936
long rama	long fusible	X	0,35011555	0,35011555
72,57	215	0.075		

Anillo 2:



Anillo 2	Datos terreno	Potencia	Longitud	Suma de longitud	Potencia x Longitud
Parcela19	E1-1	81,79	22,65	22,65	1852,5435
Parcela19	E1-2	64,58	66,178	88,828	5736,51224
Parcela19	E2-1	73,74	22,75	111,578	8227,76172
Parcela19	E2-2	81,79	52,51	164,088	13420,7575
	Fin		64,79	228,878	

Potencia total (KW)	Sumatoria Potencia x Longitud	Punto Mínima tensión
301.9	29237,57	96.85

El punto de mínima tensión se encuentra entre E2-1 y E2-1

Rama 1	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
E1-1	73,16	129,11	207,11
E1-2	55,95	55,95	

Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
150	250	0,206	0,44157557	0,44157557
long rama	long fusible	X	0,55910152	1,00067709
88,82	165	0,075		



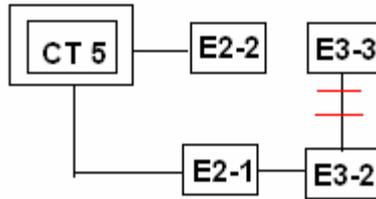
Rama 2		Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
E2-1		65,11	65,11	221,75
E2-2		73,16	138,27	

Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
150	250	0,206	0,516257841	1,86899335
long rama	long fusible	X	1,352735508	1,35273551
140,05	165	0,075		



9.7. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN NÚMERO 5:

Anillo1:



Anillo 1	Datos terreno	Potencia	Longitud	Suma de longitud	Potencia x Longitud
Parcela 15	E2-2	83,89	9,5	9,5	796,955
Parcela 15	E3-3	83,89	42,6	52,1	4370,669
Parcela 15	E3-2	72,13	52,1	104,2	7515,946
Parcela 15	E2-1	64,13	30,2	134,4	8619,072
	Fin		33.69	168.09	

Potencia total (KW)	Sumatoria Potencia x Longitud	Punto Mínima tensión
220.15	21302.1	96.76

El punto de mínima tensión se encuentra entre E3-3 y E3-2

Rama 1	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
E2-2	75,41	150,82	241,87
E3-3	75,41	75,41	

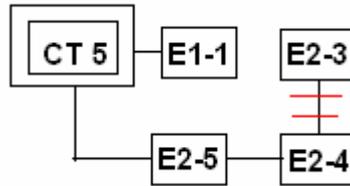
Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
150	250	0,206	0,21635129	0,21635129
long rama	long fusible	X	0,48508237	0,70143366
52,1	165	0,075		

Rama 2	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
E3-2	78,71	78,71	215,23
E2-1	55,5	134,21	

Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensi
150	250	0.206	0,619219441	1,23124388
long rama	long fusible	X	0,612024442	0,61202444
82,3	165	0.075		



Anillo2:



Anillo 2	Datos terreno	Potencia	Longitud	Suma de longitud	Potencia x Longitud
Parcela15	E1-1	83,89	60,54	60,54	5078,7006
Parcela15	E2-3	64,13	17,64	78,18	5013,6834
Parcela15	E2-4	64,13	30,5	108,68	6969,6484
Parcela 15	E2-5	64,13	16,79	125,47	8046,3911
	Fin	276,28	10,4	135,87	

Potencia total (KW)	Sumatoria Potencia x Longitud	Punto Mínima tensión
276.28	25108.32	90.88

El punto de mínima tensión se encuentra entre E2-3y E2-4

Rama 1	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
E1-1	75,41	130,91	209,94
E2-3	55,5	55,5	

Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
150	250	0,206	1,196719	1,196719001
long rama	long fusible	X	0,65518749	1,851906491
78,18	165	0,075		

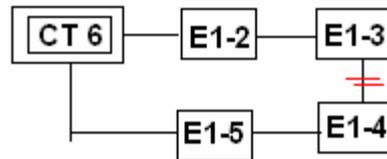
Rama 2	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
E2-4	55,5	55,5	178,01
E2-5	55,5	111	

Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensió
95	200	0,320	0,140708595	0,315022995
long rama	long fusible	X	0,1743144	0,1743144
57,69	120	0.076		



9.8 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN NÚMERO 6:

Anillo 1:



Anillo 1	Datos terreno	Potencia	Longitud	Suma de longitud	Potencia x Longitud
Parcela15	E1-2	64,13	44,74	44,74	2869,1762
Parcela15	E1-3	64,13	45,85	90,59	5809,5367
Parcela15	E1-4	64,13	25,01	115,6	7413,428
Parcela15	E1-5	64,13	38,35	153,95	9872,8135
	Fin		26,09	180,04	

Potencia total (KW)	Sumatoria Potencia x Longitud	Punto Mínima tensión
256.52	20564.42	101.22

El punto de mínima tensión se encuentra entre E1-3 y E1-4

Rama 1	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
E1-2	55,5	111	178,01
E1-3	55,5	55,5	

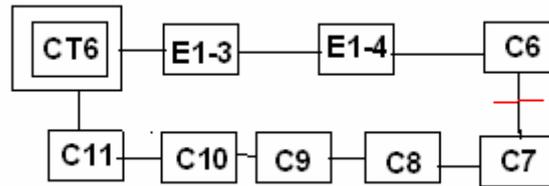
Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
95	200	0.320	0,74988714	0,74988714
long rama	long fusible	X	0,38424593	1,13413307
90,59	120	0.076		

Rama 2	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
E1-4	55,5	55,5	178,01
E1-5	55,5	111	

Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensi
95	200	0,320	0,321392175	0,75868667
long rama	long fusible	X	0,43729449	0,43729449
64,41	120	0.076		



Anillo 2:



Anillo 2	Datos terreno	Potencia	Longitud	Suma de longitud	Potencia x Longitud
Parcela14	E1-3	64,13	23,8	23,8	1526,294
Parcela14	E1-4	64,13	20,69	44,49	2853,1437
Parcela12	C6	18,4	76,3	120,79	2222,536
Parcela12	C7	18,4	42,69	163,48	3008,032
Parcela12	C8	18,4	42,41	205,89	3788,376
Parcela12	C9	18,4	42,93	248,82	4578,288
Parcela 12	C10	18,4	43,1	291,92	5371,328
Parcela 12	C11	18,4	42,49	334,41	6153,144
	Fin		95,332	429,742	

Potencia total (KW)	Sumatoria Potencia x Longitud	Punto Mínima tensión
236.66	295253.14	123.61

[El punto de mínima tensión se encuentra entre C6 y C7](#)

Rama 1	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
E1-3	55,47	129,34	207,42
E1-4	55,47	73,87	
C6	18,4	18,4	

Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
150	250	0,206	0,46482209	0,46482209
long rama	long fusible	X	0,23078392	0,23078392
120,79	165	0,075	0,21199192	0,21199192



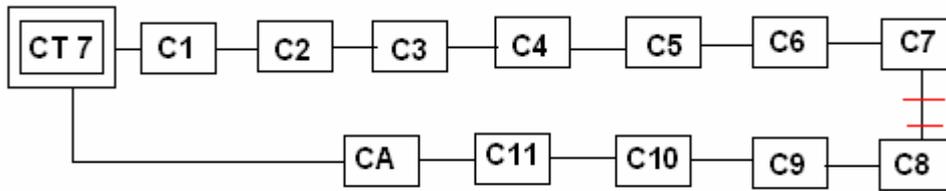
Rama 2	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
C7	18,4	18,4	147,54
C8	18,4	36,8	
C9	18,4	55,2	
C10	18,4	73,6	
C11	18,4	92	

<i>Sección</i>	<i>Fusible</i>	<i>R</i>	<i>Caída de Tensión</i>	<i>Suma Caída de Tensión</i>
150	160	0,206	0,117831944	0,71563249
long rama	long fusible	X	0,238553424	0,59780054
306,4	455	0,075	0,35924712	0,35924712
			0,472216864	0,47221686
			1,324352144	1,32435214



9.9. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN NÚMERO 7:

Anillo 1:



Anillo 2	Datos terreno	Potencia	Longitud	Suma de longitud	Potencia x Longitud
parcela16	C1	18,4	21	21	386,4
parcela16	C2	18,4	21,32	42,32	778,688
parcela16	C3	18,4	21,39	63,71	1172,264
parcela16	C4	18,4	21,21	84,92	1562,528
parcela16	C5	9,2	47,1	132,02	1214,584
parcela16	C6	18,4	24,32	156,34	2876,656
parcela16	C7	18,4	22,14	178,48	3284,032
parcela16	C8	18,4	63,21	241,69	4447,096
parcela16	C9	18,4	20,64	262,33	4826,872
parcela16	C10	18,4	20,79	283,12	5209,408
parcela16	C11	18,4	20,98	304,1	5595,44
parcela16	CA	12,15	47,82	351,92	4275,828
	Fin	205,35	27,86	379,78	

Potencia total (KW)	Sumatoria Potencia x Longitud	Punto Mínima tensión
205.35	37681.72	183.5

El punto de mínima tensión se encuentra entre C7 y C6

Rama 1	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
C1	18,4	119,6	191,8
C2	18,4	101,2	
C3	18,4	82,8	
C4	18,4	64,4	
C5	9,2	46	
C6	18,4	36,8	
C7	18,4	18,4	

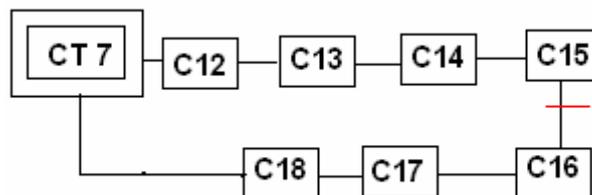


Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
150	200	0,206	0,2486484	0,2486484
long rama	long fusible	X	0,21360082	0,46224922
173,5	215	0,075	0,17533811	0,63758732
			0,13522648	0,7728138
			0,2144934	0,9873072
			0,08860262	1,07590982
			0,04033022	1,11624005

Rama 2	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
C8	18,4	18,4	137,52
C9	18,4	36,8	
C10	18,4	55,2	
C11	18,4	73,6	
CA	12,15	85,75	

Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
150	160	0.206	0,017562266	0,13159525
long rama	long fusible	X	0,011469235	0,11403298
173,44	285	0.075	0,017328881	0,10256375
			0,023316333	0,08523486
			0,061918532	0,06191853

Anillo 2:



Anillo 2	Datos terreno	Potencia	Longitud	Suma de longitud	Potencia x Longitud
parcela12	C12	9,2	32,43	32,43	298,356
parcela12	C13	18,4	68,92	101,35	1864,84
parcela12	C14	18,4	34,55	135,9	2500,56
parcela12	C15	18,4	112,09	247,99	4563,016
parcela12	C16	18,4	68,03	316,02	5814,768
parcela12	C17	18,2	32,88	348,9	6349,98
parcela12	C18	9,2	70,07	418,97	3854,524



Fin	110,2	114,87	533,84
Potencia total (KW)	Sumatoria Potencia x Longitud	Punto	Mínima tensión
110.2	27449.71	249.09	

El punto de mínima tensión se encuentra entre C15 y C16

Rama 1	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
C12	18,4	73,6	118,03
C13	18,4	55,2	
C14	18,4	36,8	
C15	18,4	18,4	

Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
95	100	0,32	0,52510656	0,52510656
long rama	long fusible	X	0,83696448	1,36207104
247,99	255	0,076	0,2797168	1,64178784
			0,45374032	2,09552816

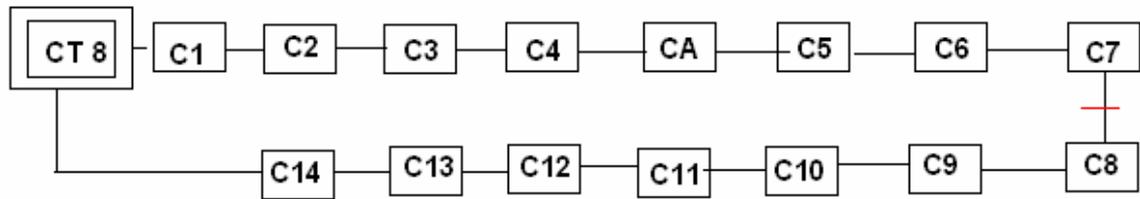
Rama 2	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
C16	18,4	18,4	88,52
C17	18,4	36,8	
C18	18,4	55,2	

Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
95	100	0,32	0,13309824	2,09536624
long rama	long fusible	X	0,56728672	1,962268
217,82	255	0,076	1,39498128	1,39498128



9.10. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN NÚMERO 8:

Anillo 1:



Anillo 1	Datos terreno	Potencia	Longitud	Suma de longitud	Potencia x Longitud
Parcela20	C1	18,4	17,52	17,52	322,368
Parcela20	C2	18,4	20,66	38,18	702,512
Parcela20	C3	18,4	27,9	66,08	1215,872
Parcela20	C4	9,2	27,51	93,59	861,028
Parcela20	CA	6,3	30,41	124	781,2
Parcela20	C5	18,4	48,7	172,7	3177,68
Parcela20	C6	18,4	21,2	193,9	3567,76
Parcela20	C7	18,4	20,15	214,05	3938,52
Parcela20	C8	18,4	20,9	234,95	4323,08
Parcela20	C9	18,4	20,88	255,83	4707,272
Parcela20	C10	18,4	20,47	276,3	5083,92
Parcela20	C11	18,4	60,95	337,25	6205,4
Parcela20	C12	18,4	22,47	359,72	6618,848
Parcela20	C13	18,4	57,48	417,2	7676,48
Parcela20	C14	18,4	20,64	437,84	8056,256
	Fin	254,7	21,22	459,06	

Potencia total (KW)	Sumatoria Potencia x Longitud	Punto Mínima tensión
254.7	57238	224.7

El punto de mínima tensión se encuentra entre C7 y C8

Rama 1	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
C1	18,4	125,9	201,91
C2	18,4	107,5	
C3	18,4	89,1	
C4	9,2	70,7	
CA	6,3	61,5	
C5	18,4	55,2	
C6	18,4	36,8	
20C7	18,4	18,4	



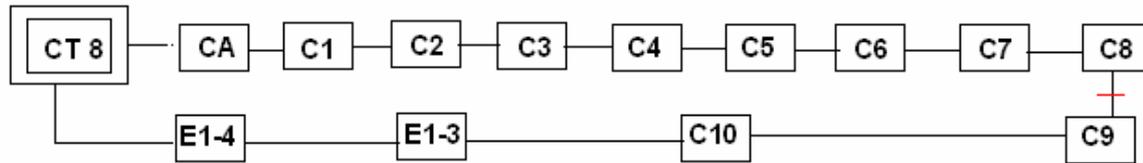
Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
240	250	0,125	0,21837103	0,21837103
long rama	long fusible	X	0,21987405	0,43824508
214,05	260	0,07	0,24610311	0,68434819
			0,19255074	0,87689894
			0,18515129	1,06205022
			0,26613576	1,32818598
			0,07723584	1,40542182
			0,03670524	1,44212706

Rama 2	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
C7	18,4	18,4	206,56
C8	18,4	36,8	
C9	18,4	55,2	
C10	18,4	73,6	
C11	18,4	92	
C12	18,4	110,4	
C13	18,4	128,8	
C14	18,4	146,8	

Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
240	250	0,125	0,038035008	1,62911153
long rama	long fusible	X	0,074576304	1,59107652
224,11	260	0,07	0,33307956	1,51650022
			0,163725408	1,18342066
			0,52352784	1,01969525
			0,225586944	0,49616741
			0,270580464	0,27058046



Anillo 2:



Anillo 2	Datos terreno	Potencia	Longitud	Suma de longitud	Potencia x Longitud
Parcela12	CA	3,15	30,9	30,9	97,335
Parcela12	C1	18,2	2,38	33,28	605,696
Parcela12	C2	18,2	19,36	52,64	958,048
Parcela12	C3	18,2	18,98	71,62	1303,484
Parcela12	C4	18,2	53,24	124,86	2272,452
Parcela12	C5	9,2	18,9	143,76	1322,592
Parcela12	C6	18,2	38,36	182,12	3314,584
Parcela12	C7	18,2	18,49	200,61	3651,102
Parcela12	C8	18,2	19,02	219,63	3997,266
Parcela12	C9	9,2	44,76	264,39	2432,388
parcela 12	C10	18,2	20,26	284,65	5180,63
parcela 19	E1-3	64,58	49,21	333,86	21560,6788
parcela 19	E1-4	64,58	24,47	358,33	23140,9514
	Fin	296,31	15,6		

Potencia total (KW)	Sumatoria Potencia x Longitud	Punto Mínima tensión
296.31	69837	235.7

El punto de mínima tensión se encuentra entre C8 y C9

Rama 1	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
CA	3,15	139,75	224,12
C1	18,2	136,6	
C2	18,2	118,4	
C3	18,2	100,2	
C4	18,2	82	
C5	9,2	63,8	
C6	18,2	54,6	
C7	18,2	36,4	
C8	18,2	18,2	



Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
240	250	0,206	0,427509225	0,42750923
long rama	long fusible	X	0,032185692	0,45969492
219,63	345	0,075	0,226930176	0,68662509
			0,188277804	0,8749029
			0,43220232	1,30710522
			0,11937618	1,4264814
			0,207351144	1,63383254

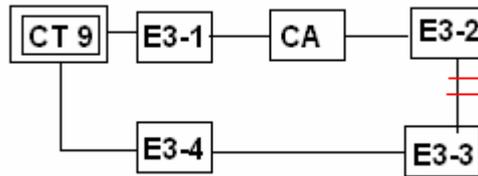
Rama 2	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
C9	9,2	9,2	251,08
C10	18,2	27,4	
E1-3	64,58	91,98	
E1-4	64,58	156,56	

Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
240	315	0,206	0,017323416	1,0859548
long rama	long fusible	X	0,121415976	1,06863138
154,3	195	0,075	0,184487965	0,94721541
			0,762727442	0,76272744



9.11. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN NÚMERO 9:

Anillo 1:



Anillo 1	Datos terreno	Potencia	Longitud	Suma de longitud	Potencia x Longitud
Parcela19	E3-1	64,58	31,96	38,26	2470,8308
Parcela19	CA	4,5	9,75	1,028	4,626
Parcela19	E3-2	64,58	8,26	37,28	2407,5424
Parcela19	E3-3	64,58	39,24	19,32	1247,6856
Parcela19	E3-4	64,58	17,23	44,06	2845,3948
	Fin		28,16	13,38	

Potencia total (KW)	Sumatoria Potencia x Longitud	Punto Mínima tensión
262.82	10381.39	39.5

El punto de mínima tensión se encuentra entre E3-2 y E3-3

Rama 1	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
E3-1	55,95	116,4	186,67
CA	4,5	60,45	
E3-2	55,95	55,95	

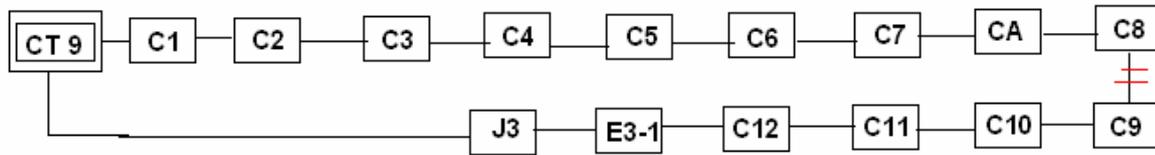
Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
150	200	0.206	0,56174174	0,56174174
long rama	long fusible	X	0,08899751	0,65073926
49,97	215	0.075	0,0697842	0,72052345

Rama 2	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
E3-3	55,95	55,95	179,45
E3-4	55,95	111,9	

Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
150	200		0,14556679	0,6213835
long rama	long fusible	X	0,4758167	0,4758167
28,16	215			



Anillo 2:



Anillo 2	Datos terreno	Potencia	Longitud	Suma de longitud	Potencia x Longitud
Parcela21	C1	18,4	29,91	29,91	550,344
Parcela21	C2	18,4	23,27	53,18	978,512
Parcela21	C3	18,4	22,79	75,97	1397,848
Parcela21	C4	18,4	22,86	98,83	1818,472
Parcela21	C5	9,2	20,73	119,56	1099,952
Parcela21	C6	5,85	51,9	171,46	1003,041
Parcela21	C7	18,4	24,7	196,16	3609,344
Parcela21	CA	5,85	38,32	234,48	1371,708
Parcela21	C8	9,2	1,22	235,7	2168,44
Parcela21	C9	18,4	22,49	258,19	4750,696
Parcela21	C10	18,4	22,6	280,79	5166,536
Parcela21	C11	18,4	22,63	303,42	5582,928
Parcela21	C12	18,4	23,74	327,16	6019,744
Parcela18	E3-1	80,17	95,15	422,31	33856,5927
Parcela 3J	J3	4,75	19,2	441,51	2097,1725
	Fin		13,32	454,83	

Potencia total (KW)	Sumatoria Potencia x Longitud	Punto Mínima tensión
280.62	71471.23	254.69

El punto de mínima tensión se encuentra entre 21C8 y 21C9

Rama 1	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
C1	18,4	122,1	195,81
C2	18,4	103,7	
C3	18,4	85,3	
C4	18,4	66,9	
C5	9,2	48,5	
C6	5,85	39,3	
C7	18,4	33,45	
CA	5,85	15,05	
C8	9,2	9,2	



Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
240	250	0,125	0,36154909	0,36154909
long rama	long fusible	X	0,2388968	0,60044589
235,7	260	0,07	0,19245471	0,7929006
			0,15140407	0,94430467
			0,0995351	1,04383976
			0,20192733	1,24576709
			0,08179529	1,32756238
			0,05709488	1,38465726
			0,00111118	1,38576844

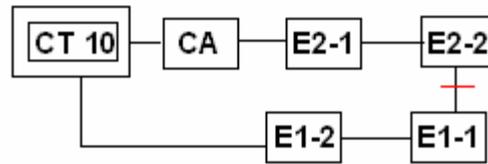
Rama 2	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
C9	18,4	18,4	234,85
C10	18,4	36,8	
C11	18,4	55,2	
C12	18,4	73,6	
E3-1	68,09	141,69	
J3	4,75	146,44	

Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
240	250	0.125	0,040967784	2,03300336
long rama	long fusible	X	0,08233632	1,99203558
219,13	260	0.07	0,123668424	1,90969926
			0,172979136	1,78603083
			1,334698547	1,6130517
			0,278353152	0,27835315



9.12 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN NÚMERO 10:

Anillo 1:



Anillo 1	Datos terreno	Potencia	Longitud	Suma de longitud	Potencia x Longitud
Parcela 18	CA	1,98	13,77	13,77	27,2646
Parcela 18	E2-1	87,93	20,35	34,12	3000,1716
Parcela 18	E2-2	76,38	39,54	73,66	5626,1508
Parcela 18	E1-1	76,38	55,22	128,88	9843,8544
Parcela 18	E1-2	87,93	23,59	152,47	13406,6871
	Fin	330,6	14,44	166,91	

Potencia total (KW)	Sumatoria Potencia x Longitud	Punto Mínima tensión
330.6	31904.5	96.5

El punto de mínima tensión se encuentra entre 18ED2-2 y 18ED1-1

Rama 1	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
CA	1,98	142,12	227,92
E2-1	75,84	140,14	
E2-2	64,3	64,3	

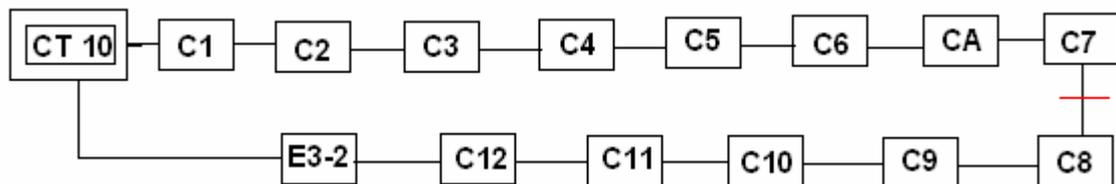
Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
150	250	0,206	0,19374225	0,19374225
long rama	long fusible	X	0,28233305	0,4760753
73,77	165	0,075	0,25169978	0,72777508



Rama 2	Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
E1-1	64,3	64,3	224,74
E1-2	75,84	140,14	

Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
150	250	0.206	0,150166863	0,3505054
long rama	long fusible	X	0,200338538	0,20033854
38,91	165	0.075		

Anillo 2:



Anillo 2	Datos terreno	Potencia	Longitud	Suma de longitud	Potencia x Longitud
Parcela17	C1	9,2	78,92	78,92	726,064
Parcela17	C2	18,4	11,71	90,63	1667,592
Parcela17	C3	18,4	20,64	111,27	2047,368
Parcela17	C4	18,4	20,43	131,7	2423,28
Parcela17	C5	18,4	20,91	152,61	2808,024
Parcela17	C6	18,4	21,34	173,95	3200,68
Parcela17	CA	10,8	35,44	209,39	2261,412
Parcela17	C7	18,4	37,57	246,96	4544,064
Parcela17	C8	18,4	22,32	269,28	4954,752
Parcela17	C9	18,4	21,8	291,08	5355,872
Parcela17	C10	18,4	21,84	312,92	5757,728
Parcela17	C11	18,4	21,23	334,15	6148,36
Parcela17	C12	9,2	22,88	357,03	3284,676
Parcela18	E3-2	76,38	70,6	427,63	32662,3794
	fin	289,58	65,2		

Potencia total (KW)	Sumatoria Potencia x Longitud	Punto Mínima tensión
289.58	77842.2	268.81

[El punto de mínima tensión se encuentra entre 17C7 y 17C8](#)



Rama 1		Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
	C1	9,2	130,4	209,13
	C2	18,4	121,2	
	C3	18,4	102,8	
	C4	18,4	84,4	
	C5	18,4	66	
	C6	18,4	47,6	
	CA	10,8	29,2	
	C7	18,4	18,4	

Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
240	250	0,125	1,018825632	1,01882563
long rama	long fusible	X	0,140505948	1,15933158
246,96	260	0,07	0,210057408	1,36938899
			0,170704908	1,5400939
			0,13662594	1,67671984
			0,100562616	1,77728245
			0,102449952	1,8797324
			0,068437512	1,94816992

Rama 2		Potencias	Sumatoria de Potencias	intensidad
	C8	18,4	18,4	
	C9	18,4	36,8	
	C10	18,4	55,2	
	C11	18,4	73,6	
	C12	9,2	82,8	235,91
	E3-2	64,3	147,1	

Sección	Fusible	R	Caída de Tensión	Suma Caída de Tensión
240	250	0,125	0,03971088	1,9302323
long rama	long fusible	X	0,079567488	1,89052142
245,87	260	0,07	0,116017704	1,81095394
			0,166712832	1,69493623
			0,57872232	1,5282234
			0,94950108	0,94950108

PRESUPUESTO



**PRESUPUESTO CORRESPONDIENTE A LA LÍNEA SUBTERRANEA DE
MEDIA TENSIÓN**

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
EL1	MT	Línea subterránea de media tensión compuesta por tres conductores HEPRZ1 de 12/20 KV, de 240 mm ² , marca Prysmian o similar	5.560	18 €	100.008 €
EL2	MT	Línea subterránea de media tensión compuesta por tres conductores HEPRZ1 de 12/20 KV, de 400 mm ² , marca Prysmian o similar	1.250	24 €	30.000 €
EL3	UD	Juego de tres empalmes para cable seco unipolar de 12/20 KV hasta 240 mm ² . marca Prysmian modelo Elaspeed EPJMe-1C(24KV) talla F	25	30 €	750 €
EL4	UD	Juego de tres empalmes para cable seco unipolar de 12/20 KV hasta 240 mm ² . marca Prysmian modelo Elaspeed EPJMe-1C(24KV) talla F con líneas existentes, Tahonero, San Anselmo, Iratí, Los Galgos	5	30 €	150 €
EL5	UD	Juego de tres empalmes para cable seco unipolar de 12/20 KV hasta 400 mm ² . marca Prysmian modelo Elaspeed EPJMe-1C(24KV) talla H-I	2	35 €	70 €
EL6	UD	Juego de tres terminales enchufables de interior de entrada de línea en celda compacta de SF ₆ , marca Prysmian tipo PMA-3-240/24 AC o AL para cable de aislamiento seco de hasta 240 mm ² de AL	60	25 €	1500 €
EL7	UD	Juego de tres terminales enchufables de interior de entrada de línea en celda compacta de SF ₆ , marca Prysmian tipo PMA-3-400/24 AC o AL para cable de aislamiento seco de hasta 400 mm ² de AL	3	27 €	81 €
EL8	UD	Juego de tres terminales enchufables de interior de entrada de línea en celda existente marca Prysmian tipo PMA-3-240/24 AC o AL para cable de aislamiento seco de hasta 240 mm ² de AL, juego de autoválvulas para 10 KA totalmente instaladas en celdas de entrada existente, soporte y material de montaje necesario.	3	25 €	75 €
EL9	UD	Juego de tres terminales para entronque aéreo-subterráneo de la marca Pysmian tipo Coldfit modelo PCT 25-J2	1	35 €	35 €



CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
EL10	UD	Elemento de corte y protección formado por cortacircuitos fusibles tipo XS, incluso herrajes de fijación, soportes A/S y eslabón fusible calibrado, cartucho, totalmente instalado. Cadenas de aislamiento de amarre, conductores y accesorios necesarios para conexión de línea aérea existente PORTUS.	3	150 €	450 €
EL11	UD	Pararrayos Autovalvulares para 10 KA y 24 V, incluso accesorios de montaje. Totalmente instalados.	3	100 €	300 €
EL12	UD	Puesta a tierra de autoválvulas, formadas por picas de acero cobreadas de 2 m de longitud y conductor de cobre, según Normativa de Iberdrola.	10	60 €	600 €
EL13	UD	Apoyo metálico galvanizado de Celosía, tipo 14C-2000, incluido armado, izado y obra civil necesaria con cimentación elementos de puesta a tierra según normativa de Iberdrola. Totalmente montado.	1	350 €	350 €
EL14	UD	Soporte metálico para sustentación de pararrayos autoválvulares y terminales unipolares, incluyendo montaje.	1	25 €	25 €
EL15	UD	Tubo de acero para protección de cable subterráneo en el entronque de la red subterránea con la red aérea, designación Iberdrola TPC-AC 165x3000, según NI 52.95.51. Incluyendo capuchón protector de tubo.	1	12 €	12 €
EL16	MT	Zanja normalizada para MT normal de tierra, con asiento de hormigón en cruzamientos y posterior relleno de la zanja con arena de río o lavada, zahorra natural y tapado con tierra apasionada del propio terreno.	3.100	18 €	55.800 €
EL17	MT	Placa enlazable para protección de cables, en PVC, 250x1000, según NI 52.92.01	1.300	4 €	5.200 €
EL18	MT	Tubo de PVC corrugado para canalización de conductores de 400 mm ² , en cruzamientos de 200 mm de diámetro, designación Iberdrola TC-200, según NI 52.95.03	730	2 €	1.460 €



CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
EL 19	MT	Tubo de Plástico corrugado de doble capa, color naranja de 160 mm de diámetro libre de halógenos, UNE 50086-2-4, designación Iberdrola TC 160/C según NI 52.95.03 para protección mecánica	3.100	2 €	6.200 €
EL 20	MT	Cinta de señalización de cables de PVC según NI 29.00.01	3.000	1 €	3.000 €
EL 21	UD	Desmontaje del tendido de la Línea aérea de media tensión existente formada por 1700 metros de conductor AL-AC y 23 apoyos metálicos con sus correspondientes accesorios, incluso retirada del mismo.	1	2.000 €	2.000 €
EL 22	UD	Trabajos de enganche de líneas existentes a nuevas redes proyectadas, a realizar por empresas homologadas por Iberdrola.	1	1.400 €	1.400 €
EL 23	UD	Certificado de pruebas, medidas y ensayos de conductores	1	1.000 €	1.000 €
IMPORTE TOTAL					210.466 €

El presente presupuesto de la línea subterránea de media tensión mas el entronque aéreo-subterráneo asciende a la cantidad de **DOSCIENTOS DIEZ MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS.**



PRESUPUESTO UNITARIO DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE 400 KVA

Obra civil

- **Edificio de Transformación: miniBlok-24**

Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo miniBlok - 24, de dimensiones generales aproximadas 2100 mm de largo por 2100 mm de fondo por 2240 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según RU-1303A, transporte, montaje y accesorios.

- **Equipos de Media Tensión**

Entrada / Salida 1: *CGMcosmos (2L + P)-24*

Equipo compacto de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:

- $U_n = 24 \text{ kV}$
- $I_n = 400 \text{ A}$
- $I_{cc} = 16 \text{ kA} / 40 \text{ kA}$
- Dimensiones: 1220 mm / 850 mm / 1400 mm
- Mando 1: manual tipo B
- Mando 2: manual tipo B
- Mando (fusibles): manual tipo BR

Se incluyen el montaje y conexión.

- **Interconexiones de Media Tensión**

Puentes MT Transformador 1: *Cables MT 12/20 kV*

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K-158-LR



- **Equipo de potencia**

Transformador 1: *Transformador aceite 24 kV*

Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %.

Se incluye también una protección con Termómetro.

- **Equipo de Baja Tensión**

Cuadros BT - B2 Transformador 1: *Cuadros Baja Tensión*

Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria.

- **Interconexiones de Baja Tensión**

Puentes BT - B2 Transformador 1: *Puentes BT - B2 Transformador 1*

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.

- **Varios**

Equipos de Iluminación en el edificio de transformación.

Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación compuesto de: Equipo de iluminación que permita la suficiente visibilidad para la ejecución de las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.

Equipos de operación, maniobra y seguridad en el edificio de transformación.

- Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra
Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:

- Par de guantes de amianto
- Una palanca de accionamiento

PRECIO UNITARIO DE LA OBRA CIVIL: 21.495,00 €



- **Sistema de puesta a tierra**

- Instalaciones de Tierras Exteriores

Tierras Exteriores Protección Transformación: *Anillo rectangular*

Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo.

El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro.

Características:

- Geometría: Anillo rectangular
- Profundidad: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de picas: 2 metros
- Dimensiones del rectángulo: 3.0x 3.0 m

Precio:
1.223,00 €

Tierras Exteriores Servicio Transformación: *Picas alineadas*

Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.

Características:

- Geometría: Picas alineadas
- Profundidad: 0,8 m
- Número de picas: dos
- Longitud de picas: 2 metros
- Distancia entre picas: 3 metros

Precio:
601,00 €

Instalaciones de Tierras Interiores

Tierras Interiores Protección Transformación: *Instalación interior tierras*

Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.

Precio:
,00 €



Tierras Interiores Servicio Transformación: *Instalación interior tierras*

Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.

Precio:
,00 €

Presupuesto tota unitario del transformador de 400 KVA

Total importe obra civil **22.266, 00 €**

Total importe sistema de tierras **1.824,00€**

.....
Neto del presupuesto completo **24.090,00 €**

0 % de imprevistos **0,00 €**

TOTAL PRESUPUESTO UNITARIO 24.090,00 €

Los centros de transformación que contienen un transformador de 400 KVA son:
CT4, CT8, CT9, CT10 en total 4 transformadores, por tanto el presupuesto total para los transformadores de 400 KVA

TOTAL PRESUPUESTO.....96360,00 €

El presente presupuesto de los transformadores de 400 KVA asciende a la cantidad de **NOVENTA Y SEIS MIL TRESCIENTO SESENTA EUROS.**



PRESUPUESTO UNITARIO DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE 250 KVA

Obra civil

- **Edificio de Transformación: miniBlok-24**

Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo miniBlok - 24, de dimensiones generales aproximadas 2100 mm de largo por 2100 mm de fondo por 2240 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según RU-1303A, transporte, montaje y accesorios.

- **Equipos de Media Tensión**

Entrada / Salida 1: *CGMcosmos (2L + P)-24*

Equipo compacto de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:

- $U_n = 24 \text{ kV}$
- $I_n = 400 \text{ A}$
- $I_{cc} = 21 \text{ kA} / 52.5 \text{ kA}$
- Dimensiones: 1190 mm / 735 mm / 1300 mm
- Mando 1: manual tipo B
- Mando 2: manual tipo B
- Mando (fusibles): manual tipo BR

Se incluyen el montaje y conexión.

- **Interconexiones de Media Tensión**

Puentes MT Transformador 1: *Cables MT 12/20 kV*

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K-158-LR



- **Equipo de potencia**

Transformador 1: *Transformador aceite 24 kV*

Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %.

Se incluye también una protección con Termómetro.

- **Equipo de Baja Tensión**

Cuadros BT - B2 Transformador 1: *Cuadros Baja Tensión*

Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria.

- **Interconexiones de Baja Tensión**

Puentes BT - B2 Transformador 1: *Puentes BT - B2 Transformador 1*

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.

- **Varios**

Equipos de Iluminación en el edificio de transformación.

Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación compuesto de: Equipo de iluminación que permita la suficiente visibilidad para la ejecución de las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.

Equipos de operación, maniobra y seguridad en el edificio de transformación.

- Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra
Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:

- Par de guantes de amianto
- Una palanca de accionamiento

PRECIO UNITARIO DE LA OBRA CIVIL: 21.495,00 €



- **Sistema de puesta a tierra**

- Instalaciones de Tierras Exteriores

Tierras Exteriores Protección Transformación: *Anillo rectangular*

Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexas, empleando conductor de cobre desnudo.

El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro.

Características:

- Geometría: Anillo rectangular
- Profundidad: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de picas: 2 metros
- Dimensiones del rectángulo: 3.0x 3.0 m

Precio:
1.223,00 €

Tierras Exteriores Servicio Transformación: *Picas alineadas*

Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.

Características:

- Geometría: Picas alineadas
- Profundidad: 0,8 m
- Número de picas: dos
- Longitud de picas: 2 metros
- Distancia entre picas: 3 metros

Precio:
601,00 €

Instalaciones de Tierras Interiores

Tierras Interiores Protección Transformación: *Instalación interior tierras*

Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparatos de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.

Precio:
,00 €



Tierras Interiores Servicio Transformación: *Instalación interior tierras*

Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.

Precio:
,00 €

Presupuesto tota unitario del transformador de 250 KVA

Total importe obra civil **21.495, 00 €**

Total importe sistema de tierras **1.824,00€**

.....

Neto del presupuesto completo **23.319,00 €**

0 % de imprevistos **0,00 €**

TOTAL PRESUPUESTO UNITARIO 23.319,00 €

Los centros de transformación que contienen un transformador de 250 KVA son: CT1, CT2, CT3, CT5 Y CT6 en total 5 transformadores, por tanto el presupuesto total para los transformadores de 250 KVA

TOTAL PRESUPUESTO.....116.595, 00€

El presente presupuesto de los transformadores de 400 KVA asciende a la cantidad de **CIENTO DIECISEIS MIL QUINIENTOS NOVENTA Y CINCO.**



PRESUPUESTO UNITARIO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DISTRIBUIDOR DE 250 KVA

Obra civil

- **Edificio de Transformación: PFU-4/20**

Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU-4/20, de dimensiones generales aproximadas 4480 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según RU-1303A, transporte, montaje y

- **Equipos de Media Tensión**

Entrada / Salida 1: **CGM-CML-24**

Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:

- Un = 24 kV
- In = 400 A
- Icc = 16 kA / 40 kA
- Dimensiones: 370 mm / 850 mm / 1800 mm
- Mando: manual tipo B

E/S2,E/S3,PT1: **CGMcosmos (2L + P)-24**

Equipo compacto de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:

- Un = 24 kV
- In = 400 A
- Icc = 16 kA / 40 kA
- Dimensiones: 1220 mm / 850 mm / 1800 mm
- Mando 1: manual tipo B
- Mando 2: manual tipo B
- Mando (fusibles): manual tipo BR



- **Interconexiones de Media Tensión**

Puentes MT Transformador 1: *Cables MT 12/20 kV*

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K-158-LR

- **Equipo de potencia**

Transformador 1: *Transformador aceite 24 kV*

Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %.

Se incluye también una protección con Termómetro.

- **Equipo de Baja Tensión**

Cuadros BT - B2 Transformador 1: *Cuadros Baja Tensión*

Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria.

- **Interconexiones de Baja Tensión**

Puentes BT - B2 Transformador 1: *Puentes BT - B2 Transformador 1*

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.



- **Varios**

Defensa de Transformadores

Defensa de Transformador 1: ***Protección física transformador***
Protección metálica para defensa del transformador.

Equipos de Iluminación en el edificio de transformación.

Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación compuesto de:
Equipo de iluminación que permita la suficiente visibilidad para la ejecución de las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.
Equipos de operación, maniobra y seguridad en el edificio de transformación.

- Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra
Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:
 - Banquillo aislante
 - Par de guantes de amianto
 - Extintor de eficacia 89B
 - Una palanca de accionamiento

PRECIO UNITARIO DE LA OBRA CIVIL: 25.582, 00€

- **Sistema de puesta a tierra**

- Instalaciones de Tierras Exteriores

Tierras Exteriores Protección Transformación: ***Anillo rectangular***

Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo.

El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro.

Características:

- Geometría: Anillo rectangular
- Profundidad: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de picas: 2 metros
- Dimensiones del rectángulo: 3.0x 3.0 m

Precio:
1.223,00 €



Tierras Exteriores Servicio Transformación: *Picas alineadas*

Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.

Características:

- Geometría: Picas alineadas
- Profundidad: 0,8 m
- Número de picas: dos
- Longitud de picas: 2 metros
- Distancia entre picas: 3 metros

Precio:
601,00 €

Instalaciones de Tierras Interiores

Tierras Interiores Protección Transformación: *Instalación interior tierras*

Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.

Precio:
,00 €

Tierras Interiores Servicio Transformación: *Instalación interior tierras*

Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.

Precio:
,00 €

Presupuesto tota unitario del transformador de 400 KVA

Total importe obra civil **25.582, 00 €**

Total importe sistema de tierras **1.824,00€**

.....

Neto del presupuesto completo **27.406,00 €**

0 % de imprevistos **0,00 €**

TOTAL PRESUPUESTO UNITARIO 27.406,00 €



En este caso solo hay un centro de transformación distribuidor (CMR) correspondiente al CT7. por tanto el presupuesto total de dicho centro es:

TOTAL PRESUPUESTO.....27.406, 00€

El presente presupuesto de los transformadores distribuidor asciende a la cantidad de **VEINTI SIETE MIL CUATROCIENTOS SEIS EUROS**



**PRESUPUESTO CORRESPONDIENTE A LA LÍNEA SUBTERRANEA DE
BAJA TENSIÓN**

Los anillos cuya sección es de 240 mm² corresponden:

CT1	Anillo 2
CT2	Anillo 1
CT 8	Anillo 1 y Anillo 2
CT 9	Anillo 2
CT 10	Anillo 2

• **ANILLOS DE SECCIÓN 240 mm²**

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
EL1	MT	Línea subterránea de baja tensión compuesta por 3 x 240 mm ² + 1x150 mm ² , RV 0.6/1KV de Aluminio, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC, marca PIRELLI o similar. Tendido en zanja, bajo lecho de arena.	3.250	10.5 €	34.125 €
EL2	UD	Caja General de Protección CGP-10-250, con bases unipolares cerradas BUC con tapa transparente, incluidos fusibles, terminales bimetálicos de conexión, para colocar en nicho de obra, marcaje e instalación según normas Iberdrola Cartagena, totalmente instaladas.	6	240 €	1.440 €
EL3	UD	Puesta a tierra del neutro en C.G.P. formado por 1 pica de acero-cobre de 2m, 2m de cable de Cu aislado de 50 mm ² , grapa y Terminal de conexión.	6	24€	144 €
EL4	UD	Puerta galvanizada de 1 hoja 700 mm ancho 900 mm, para cerramiento CGP	6	120 €	720 €
EL5	MT	Tubo de Plástico corrugado de doble capa, color naranja de 160 mm de diámetro libre de halógenos, UNE 50086-2-4, designación Iberdrola TC 160/C según NI 52.95.03 para protección mecánica.	1350	4 €	5400 €
EL6	MT	Cinta de señalización de cables de PVC según NI 29.00.01	1350	0.5 €	675 €
IMPORTE DEL ANILLO SECCIÓN 240 mm²					42.504 €



Los anillos cuya sección es de 150 mm² corresponden:

CT1	Anillo 1
CT2	Anillo 2
CT 3	Anillo 1
CT 4	Anillo 1 y Anillo 2
CT 5	Anillo 1 y Anillo 2
CT6	Anillo 1
CT7	Anillo 1
CT9	Anillo 1
CT10	Anillo 1

• **ANILLOS DE SECCIÓN 150 mm²**

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
EL1	MT	Línea subterránea de baja tensión compuesta por 3 x 150 mm ² + 1x95 mm ² , RV 0.6/1KV de Aluminio, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC, marca PIRELLI o similar. Tendido en zanja, bajo lecho de arena.	6.560	9.5 €	62.320 €
EL2	UD	Caja General de Protección CGP-10-250, con bases unipolares cerradas BUC con tapa transparente, incluidos fusibles, terminales bimetálicos de conexión, para colocar en nicho de obra, marcaje e instalación según normas Iberdrola Cartagena, totalmente instaladas.	11	240 €	2640 €
EL3	UD	Puesta a tierra del neutro en C.G.P. formado por 1 pica de acero-cobre de 2m, 2m de cable de Cu aislado de 50 mm ² , grapa y Terminal de conexión.	11	24€	264 €
EL4	UD	Puerta galvanizada de 1 hoja 700 mm ancho 900 mm, para cerramiento CGP	11	120 €	1320 €
EL5	MT	Tubo de Plástico corrugado de doble capa, color naranja de 160 mm de diámetro libre de halógenos, UNE 50086-2-4, designación Iberdrola TC 160/C según NI 52.95.03 para protección mecánica.	3560	4 €	14.240 €
EL6	MT	Cinta de señalización de cables de PVC según NI 29.00.01	3560	0.5 €	1780 €
IMPORTE DEL ANILLO SECCIÓN 150 mm²					82.564 €



Los anillos cuya sección es de 95 mm² corresponden:

CT3	Anillo 2
CT6	Anillo 2
CT7	Anillo 2

• **ANILLOS DE SECCIÓN 95 mm²**

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
EL1	MT	Línea subterránea de baja tensión compuesta por 3 x 95 mm ² + 1x70 mm ² , RV 0.6/1KV de Aluminio, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC, marca PIRELLI o similar. Tendido en zanja, bajo lecho de arena.	1100	8.5 €	9350€
EL2	UD	Caja General de Protección CGP-10-250, con bases unipolares cerradas BUC con tapa transparente, incluidos fusibles, terminales bimetálicos de conexión, para colocar en nicho de obra, marcaje e instalación según normas Iberdrola Cartagena, totalmente instaladas.	3	240 €	720 €
EL3	UD	Puesta a tierra del neutro en C.G.P. formado por 1 pica de acero-cobre de 2m, 2m de cable de Cu aislado de 50 mm ² , grapa y Terminal de conexión.	3	24€	72 €
EL4	UD	Puerta galvanizada de 1 hoja 700 mm ancho 900 mm, para cerramiento CGP	3	120 €	360 €
EL5	MT	Tubo de Plástico corrugado de doble capa, color naranja de 160 mm de diámetro libre de halógenos, UNE 50086-2-4, designación Iberdrola TC 160/C según NI 52.95.03 para protección mecánica.	510	4 €	2040 €
EL6	MT	Cinta de señalización de cables de PVC según NI 29.00.01	510	0.5 €	255 €
IMPORTE DEL ANILLO SECCIÓN 95 mm²					12.797 €

IMPORTE TOTAL LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN: 137.865 €

El presente presupuesto de la línea subterránea de baja tensión asciende a la cantidad de **CIENTO TREINTA Y SIETE MIL SETECIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS**

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
PARA OBRAS DE LINEAS SUBTERRANEAS
DE MEDIA TENSIÓN



1 OBJETO

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborables que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Así mismo este Estudio de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este estudio Básico de Seguridad, el Contratista elaborará su Plan de Seguridad y Salud, en el que tendrá en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato

2 CAMPO DE APLICACIÓN

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud es de aplicación en las obras de construcción de "Líneas Aéreas, que se realizan dentro del Negocio de Distribución de Iberdrola (NEDIS).

3 NORMATIVA APLICABLE

3.1 Normas Oficiales

- La relación de normativa que a continuación se presenta no pretende ser exhaustiva, se trata únicamente de recoger la normativa legal vigente en el momento de la edición de este documento, que sea de aplicación y del mayor interés para la realización de los trabajos objeto del contrato al que se adjunta este Estudio Básico de Seguridad y Salud
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables
- Decreto del 28/11/69 Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión
- Decreto 2413/1973 del 20 de septiembre. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias
- Ley 8/1980 de 20 de marzo. Estatuto de los Trabajadores
- Real Decreto 3275/1982 Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, y las Instrucciones Técnicas Complementarias
- Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio. Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto 39/1995, de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención
- Real Decreto 485/1997 ...en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo



- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo
- Real Decreto 487/1997....relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores
- Real Decreto 773/1997....relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal
- Real Decreto 1215/1997....relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo
- Real Decreto 1627/1997, de octubre. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción
- Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo año 1971, capítulo VI
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia de este documento

3.2 Normas Iberdrola

- Prescripciones de Seguridad para trabajos mecánicos y diversos de AMYS
- Prescripciones de Seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas AMYS
- MO-NEDIS 7.02 “Plan Básico de Prevención de Riesgos para Empresas Contratistas”
- Normas y Manuales Técnicos de Iberdrola que puedan afectar a las actividades desarrolladas por el contratista, cuya relación se adjuntará a la petición de oferta.

4 DESARROLLO DEL ESTUDIO

4.1 Aspectos generales

El Contratista acreditará ante la Dirección Facultativa de la obra, la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal de la obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios

. Así mismo, la Dirección Facultativa, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratado los servicios asistenciales adecuados. La dirección y teléfonos de estos servicios deberá ser colocada de forma visible en lugares estratégicos de la obra.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan establecido, informando a todos los operarios claramente las maniobras a realizar, los posibles riesgos existentes y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta. Deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

4.2 Identificación de riesgos

En función de las obras a realizar y de las fases de trabajos de cada una de ellas, se incorporan en los Anexos los riesgos más comunes, sin que su relación sea exhaustiva.



En el Anexo 1 se contemplan los riesgos en las fases de pruebas y puesta en servicio de las nuevas instalaciones, como etapa común para toda obra nueva.

En el Anexo 2, se identifican los riesgos específicos para las obras de Líneas aéreas

4.3 Medidas de Prevención necesarias para evitar riesgos

En los Anexos se incluyen, junto con las medidas de protección, las acciones tendentes a evitar o disminuir los riesgos en los trabajos, además de las que con carácter general se recogen a continuación:

- Protecciones y medidas preventivas colectivas, según normativa vigente relativa a equipos y medios de seguridad colectiva
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento
- Prohibir la entrada a la obra a todo el personal ajeno
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como puntos singulares en el interior de la misma
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria
- Controlar que la carga de los camiones no sobrepase los límites establecidos y reglamentarios
- Utilizar andamios y plataformas de trabajo adecuados
- Evitar pasar o trabajar debajo de la vertical de la otros trabajos

4.4 Protecciones

⇒ Ropa de trabajo:

- ◆ Ropa de trabajo, adecuada a la tarea a realizar por los trabajadores del contratista

⇒ Equipos de protección. Se relacionan a continuación los equipos de protección individual y colectiva de uso más frecuente en los trabajos que desarrollan para Iberdrola. El Contratista deberá seleccionar aquellos que sean necesarios según el tipo de trabajo.

- ◆ Equipos de protección individual (EPI), de acuerdo con las normas UNE EN



- Calzado de seguridad
 - Casco de seguridad
 - Guantes aislantes de la electricidad BT y AT
 - Guantes de protección mecánica
 - Pantalla contra proyecciones
 - Gafas de seguridad
 - Cinturón de seguridad
 - Discriminador de baja tensión
- ◆ Protecciones colectivas
- Señalización: cintas, banderolas, etc.
 - Cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar

⇒ Equipo de primeros auxilios:

- ◆ Botiquín con los medios necesarios para realizar curas de urgencia en caso de accidente. Ubicado en el vestuario u oficina, a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa Contratista

⇒ Equipo de protección contra incendios:

- ◆ Extintores de polvo seco clase A, B, C

4.5 Características generales de la obra

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

4.5.1 Descripción de la obra y situación.

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se recoge en el Anexo AVISO PREVIO.

Se deberán tener en cuenta las dificultades que pudieran existir en los accesos, estableciendo los medios de transporte y traslado más adecuados a la orografía del terreno.

4.5.2 Suministro de energía eléctrica

No se ha previsto su necesidad

4.5.3 Suministro de agua potable

No se ha previsto su necesidad

4.5.4 Servicios higiénicos



No se ha previsto su necesidad

4.6 Previsiones e informaciones útiles para trabajos posteriores

No se ha previsto su necesidad

4.7 Medidas específicas relativas a trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y salud de los trabajadores

En el Anexo 1 se recogen las medidas específicas para las etapas de pruebas y puesta en servicio de la instalación, en las que el riesgo eléctrico puede estar presente.



ANEXO 1

Pruebas y puesta en servicio de las instalaciones

Se indican con carácter general los posibles riesgos existentes en la puesta en servicio de las instalaciones y las medidas preventivas y de protección a adoptar para eliminarlos o minimizarlos

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
1. Pruebas y puesta en servicio	<ul style="list-style-type: none"> • Golpes • Heridas • Caídas de objetos • Atrapamientos • Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT. Arco eléctrico en AT y BT. Elementos candentes y quemaduras 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento equipos y utilización de EPI's • Utilización de EPI's • Adecuación de las cargas • Control de maniobras Vigilancia continuada. Utilización de EPI's • Utilización de EPI's • Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas a realizar • Seguir los procedimientos de descargo de instalaciones eléctricas • Aplicar las 5 Reglas de Oro • Apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión • Informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos v



ANEXO 2

LÍNEAS AÉREAS

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
1.Acopio, carga y descarga	<ul style="list-style-type: none"> • Golpes • Heridas • Caídas de objetos • Atrapamientos 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento equipos • Utilización de EPI´s • Adecuación de las cargas • Control de maniobras Vigilancia continuada. Utilización de EPI´s
2.Excavación y hormigonado	<ul style="list-style-type: none"> • Caídas al mismo nivel • Caídas a diferente nivel • Caídas de objetos • Desprendimientos • Golpes y heridas • Oculares, cuerpos extraños • Riesgos a terceros • Sobreesfuerzos • Atrapamientos 	<ul style="list-style-type: none"> • Orden y limpieza • Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente • Utilización de EPI´s • Entubamiento • Utilización de EPI´s • Utilización de EPI´s • Vallado de seguridad • Protección huecos • Utilizar fajas de protección lumbar • Control de maniobras y vigilancia continuada
3.Montaje, izado y armado	<ul style="list-style-type: none"> • Caídas desde altura • Desprendimiento de carga • Rotura de elementos de tracción • Golpes y heridas • Atrapamientos • Caídas de objetos 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente • Revisión de elementos de elevación y transporte • Dispositivos de control de cargas y esfuerzos soportados • Utilización de EPI´s • Control de maniobras y vigilancia continuada • Utilización de EPI´s
4. Cruzamientos	<ul style="list-style-type: none"> • Caídas desde altura • Golpes y heridas • Atrapamientos • Caídas de objetos • Sobreesfuerzos • Riesgos a terceros • Eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente • Utilización de EPI´s • Control de maniobras y vigilancia continuada • Utilización de EPI´s • Utilizar fajas de protección lumbar • Vigilancia continuada y señalización de riesgos • Colocación de pórticos y



		protecciones aislante. Coordinar con la Empresa Suministradora
--	--	--

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
5. Tendido de conductores	<ul style="list-style-type: none"> • Vuelco de maquinaria • Caídas desde altura • Riesgo eléctrico • Golpes y heridas • Atrapamientos • Caídas de objetos • Sobreesfuerzos • Riesgos a terceros 	<ul style="list-style-type: none"> • Acondicionamiento de la zona de ubicación , anclaje correcto de las maquinas de tracción. • Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente • Puesta a tierra de los conductores y señalización de ella • Utilización de EPI's • Control de maniobras y vigilancia continuada • Utilización de EPI's • Utilizar fajas de protección lumbar • Vigilancia continuada y señalización de riesgos
6. Tensado y engrapado	<ul style="list-style-type: none"> • Caídas desde altura • Golpes y heridas • Atrapamientos • Caídas de objetos • Sobreesfuerzos • Riesgos a terceros 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente • Utilización de EPI's • Control de maniobras y vigilancia continuada • Utilización de EPI's • Utilizar fajas de protección lumbar • Vigilancia continuada y señalización de riesgos
7. Pruebas y puesta en servicio	<ul style="list-style-type: none"> • Ver Anexo 1 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver Anexo 1



AVISO PREVIO (RD 1627/97)

Nº DE REGISTRO FECHA AVISO
DIRECCIÓN EXACTA DE LA OBRA: _____

PROMOTOR (NOMBRE Y DIRECCIONES): _____ Y

TIPO DE OBRA: _____ DE

PROYECTISTA (NOMBRE/S Y DIRECCIÓN/ES): _____ Y

COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA (NOMBRE Y DIRECCIONES): _____

FECHA PREVISTA PARA EL COMIENZO DE LA OBRA
DURACIÓN PREVISTA DE LOS TRABAJOS EN LA OBRA
Nº MÁXIMO ESTIMADO DE TRABAJADORES EN LA OBRA
Nº PREVISTO DE CONTRATISTAS, SUBCONTRATISTAS Y TRABAJADORES AUTÓNOMOS EN LA OBRA

DATOS DE IDENTIFICACIÓN DE CONTRATISTAS (C), SUBCONTRATISTAS (SC) Y TRABAJADORES AUTÓNOMOS (A) EN LA OBRA:

- NOMBRE Y DIRECCIÓN ☐.
- NOMBRE Y DIRECCIÓN ☐.
- NOMBRE Y DIRECCIÓN..... ☐.

.....DE.....DE 1998

EL PROMOTOR

**ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**



Centro Transformador Distribuidor

1. Objeto

Dar cumplimiento a las disposiciones del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

2. Características de la obra

Descripción de la obra y situación

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recoge en la Memoria del presente proyecto.

- **Suministro de energía eléctrica**

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra

- **Suministro de agua potable**

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

- **Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos**

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.



- **Interferencias y servicios afectados**

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

3. Memoria

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas dentro de los apartados de obra civil y montaje.

Obra civil

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención.

- Movimiento de tierras y cimentaciones

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

b) Medidas de preventivas

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.



- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

- Estructura

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrocuciiones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobreesfuerzos.

b) Medidas preventivas

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.



- Cerramientos

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

b) Medidas de prevención

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

- Albañilería

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

b) Medidas de prevención

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.



- Montaje

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

1. Colocación de soportes y embarrados

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

b) Medidas de prevención

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

Montaje de Celdas Prefabricadas o aparataje, Transformadores de potencia y Cuadros de B.T.

a) Riesgos más frecuentes

- Atrapamientos contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.

b) Medidas de prevención

- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.



- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
 - Cables, poleas y tambores
 - Mandos y sistemas de parada.
 - Limitadores de carga y finales de carrera.
 - Frenos.
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalita o por el enganchador.

- Operaciones de puesta en tensión

a) Riesgos más frecuentes

- Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes.

b) Medidas de prevención

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

4. Aspectos generales

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

- **Botiquín de obra**

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.



- *Normativa aplicable*

Normas oficiales

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales del 8 de noviembre.
- Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. Decreto 2.65/1974 de 30 de mayo.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- R.D.39/1997 de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. Lugares de Trabajo.
- R.D. Equipos de Trabajo.
- R.D. Protección Individual.
- R.D. Señalización de Seguridad.
- O.G.S.H.T. Título II, Capítulo VI.



5. Centro Transformador (400KVA):

- **Objeto**

Dar cumplimiento a las disposiciones del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

6. Características de la obra

Descripción de la obra y situación

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recoge en la Memoria del presente proyecto.

- **Suministro de energía eléctrica**

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra

- **Suministro de agua potable**

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

- **Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos**

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.



- Interferencias y servicios afectados

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

7. Memoria

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas dentro de los apartados de obra civil y montaje.

- **Obra civil**

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención.

Movimiento de tierras y cimentaciones

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

b) Medidas de preventivas

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.



- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

- Estructura

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrocuaciones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobreesfuerzos.

b) Medidas preventivas

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.



- Cerramientos

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

b) Medidas de prevención

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

- Albañilería

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

b) Medidas de prevención

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.



- Montaje

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

1. Colocación de soportes y embarrados

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

b) Medidas de prevención

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

2. Montaje de Celdas Prefabricadas o aparata, Transformadores de potencia y Cuadros de B.T.

a) Riesgos más frecuentes

- Atrapamientos contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.

b) Medidas de prevención

- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.



- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
 - Cables, poleas y tambores
 - Mandos y sistemas de parada.
 - Limitadores de carga y finales de carrera.
 - Frenos.
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

- **Operaciones de puesta en tensión**

a) Riesgos más frecuentes

- Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes.

b) Medidas de prevención

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

8. **Aspectos generales**

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.



- **Botiquín de obra**

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

9. Normativa aplicable

1. Normas oficiales

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales del 8 de noviembre.
- Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. Decreto 2.65/1974 de 30 de mayo.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- R.D.39/1997 de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. Lugares de Trabajo.
- R.D. Equipos de Trabajo.
- R.D. Protección Individual.
- R.D. Señalización de Seguridad.
- O.G.S.H.T. Título II, Capítulo VI.



10. Centro Transformador (250KVA):

11. Objeto

Dar cumplimiento a las disposiciones del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

12. Características de la obra

Descripción de la obra y situación

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recoge en la Memoria del presente proyecto.

- Suministro de energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra

- Suministro de agua potable

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

- Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.



- **Interferencias y servicios afectados**

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

13. Memoria

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas dentro de los apartados de obra civil y montaje.

Obra civil

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención.

1. Movimiento de tierras y cimentaciones

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

b) Medidas de preventivas

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.



- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

- Estructura

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrocuciiones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobreesfuerzos.

b) Medidas preventivas

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.



- Cerramientos

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

b) Medidas de prevención

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

- Albañilería

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

b) Medidas de prevención

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.



- Montaje

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

2. Colocación de soportes y embarrados

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

b) Medidas de prevención

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

Montaje de Celdas Prefabricadas o aparataje, Transformadores de potencia y Cuadros de B.T.

a) Riesgos más frecuentes

- Atrapamientos contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.

b) Medidas de prevención

- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.



- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
 - Cables, poleas y tambores
 - Mandos y sistemas de parada.
 - Limitadores de carga y finales de carrera.
 - Frenos.
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

- **Operaciones de puesta en tensión**

a) Riesgos más frecuentes

- Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes.

b) Medidas de prevención

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

14. Aspectos generales

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.



- **Botiquín de obra**

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

15. Normativa aplicable

1. Normas oficiales

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales del 8 de noviembre.
- Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. Decreto 2.65/1974 de 30 de mayo.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- R.D.39/1997 de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. Lugares de Trabajo.
- R.D. Equipos de Trabajo.
- R.D. Protección Individual.
- R.D. Señalización de Seguridad.
- O.G.S.H.T. Título II, Capítulo VI.

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
PARA OBRAS DE LINEAS SUBTERRANEAS
DE BAJA TENSION

1 OBJETO

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborables que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Así mismo este Estudio de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este estudio Básico de Seguridad, el Contratista elaborará su Plan de Seguridad y Salud, en el que tendrá en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato

2 CAMPO DE APLICACIÓN

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud es de aplicación en las obras de construcción de “Líneas Subterráneas, que se realizan dentro del Negocio de Distribución de Iberdrola (NEDIS).

3 NORMATIVA APLICABLE

3.1 Normas Oficiales

- La relación de normativa que a continuación se presenta no pretende ser exhaustiva, se trata únicamente de recoger la normativa legal vigente en el momento de la edición de este documento, que sea de aplicación y del mayor interés para la realización de los trabajos objeto del contrato al que se adjunta este Estudio Básico de Seguridad y Salud
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables
- Decreto del 28/11/69 Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión
- Decreto 2413/1973 del 20 de setiembre. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias
- Ley 8/1980 de 20 de marzo. Estatuto de los Trabajadores
- Real Decreto 3275/1982 Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, y las Instrucciones Técnicas Complementarias
- Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio. Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto 39/1995, de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención
- Real Decreto 485/1997 ...en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo

- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo
- Real Decreto 487/1997....relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores
- Real Decreto 773/1997....relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal
- Real Decreto 1215/1997....relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo
- Real Decreto 1627/1997, de octubre. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción
- Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo año 1971, capítulo VI
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia de este documento

3.2 Normas Iberdrola

- Prescripciones de Seguridad para trabajos mecánicos y diversos de AMYS
- Prescripciones de Seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas AMYS
- MO-NEDIS 7.02 “Plan Básico de Prevención de Riesgos para Empresas Contratistas”
- Normas y Manuales Técnicos de Iberdrola que puedan afectar a las actividades desarrolladas por el contratista, cuya relación se adjuntará a la petición de oferta.

4 DESARROLLO DEL ESTUDIO

4.1 Aspectos generales

El Contratista acreditará ante la Dirección Facultativa de la obra, la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal de la obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, la Dirección Facultativa, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratado los servicios asistenciales adecuados. La dirección y teléfonos de estos servicios deberá ser colocada de forma visible en lugares estratégicos de la obra.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan establecido, informando a todos los operarios claramente las maniobras a realizar, los posibles riesgos existentes y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta. Deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

4.2 Identificación de riesgos

En función de las obras a realizar y de las fases de trabajos de cada una de ellas, se incorporan en los Anexos los riesgos más comunes, sin que su relación sea exhaustiva.

En el Anexo 1 se contemplan los riesgos en las fases de pruebas y puesta en servicio de las nuevas instalaciones, como etapa común para toda obra nueva.

En el Anexo 2, se identifican los riesgos específicos para las obras de Líneas Subterráneas

4.3 Medidas de Prevención necesarias para evitar riesgos

En los Anexos se incluyen, junto con las medidas de protección, las acciones tendentes a evitar o disminuir los riesgos en los trabajos, además de las que con carácter general se recogen a continuación :

- Protecciones y medidas preventivas colectivas, según normativa vigente relativa a equipos y medios de seguridad colectiva
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento
- Prohibir la entrada a la obra a todo el personal ajeno
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como puntos singulares en el interior de la misma
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria
- Controlar que la carga de los camiones no sobrepase los límites establecidos y reglamentarios
- Utilizar andamios y plataformas de trabajo adecuados
- Evitar pasar o trabajar debajo de la vertical de los otros trabajos

4.4 Protecciones

⇒ Ropa de trabajo:

- ◆ Ropa de trabajo, adecuada a la tarea a realizar por los trabajadores del contratista

⇒ Equipos de protección. Se relacionan a continuación los equipos de protección individual y colectiva de uso más frecuente en los trabajos que desarrollan para Iberdrola. El Contratista deberá seleccionar aquellos que sean necesarios según el tipo de trabajo.

- ◆ Equipos de protección individual (EPI), de acuerdo con las normas UNE EN
 - Calzado de seguridad
 - Casco de seguridad
 - Guantes aislantes de la electricidad BT y AT
 - Guantes de protección mecánica
 - Pantalla contra proyecciones
 - Gafas de seguridad
 - Cinturón de seguridad
 - Discriminador de baja tensión

- ◆ Protecciones colectivas
 - Señalización: cintas, banderolas, etc.
 - Cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar

⇒ Equipo de primeros auxilios:

- ◆ Botiquín con los medios necesarios para realizar curas de urgencia en caso de accidente. Ubicado en el vestuario u oficina, a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa Contratista

⇒ Equipo de protección contra incendios:

- ◆ Extintores de polvo seco clase A, B, C
- ◆

4.5 Características generales de la obra

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

4.5.1 Descripción de la obra y situación.

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se recoge en el AVISO PREVIO.

Se deberán tener en cuenta las dificultades que pudieran existir en los accesos, estableciendo los medios de transporte y traslado más adecuados a la orografía del terreno.

4.5.2 Suministro de energía eléctrica

No se ha previsto su necesidad

4.5.3 Suministro de agua potable

No se ha previsto su necesidad

4.5.4 Servicios higiénicos

No se ha previsto su necesidad

4.6 Previsiones e informaciones útiles para trabajos posteriores

No se ha previsto su necesidad

4.7 Medidas específicas relativas a trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y salud de los trabajadores

En el Anexo 1 se recogen las medidas específicas para las etapas de pruebas y puesta en servicio de la instalación, en las que el riesgo eléctrico puede estar presente.

ANEXO 1

Pruebas y puesta en servicio de las instalaciones

Se indican con carácter general los posibles riesgos existentes en la puesta en servicio de las instalaciones y las medidas preventivas y de protección a adoptar para eliminarlos o minimizarlos

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
1. Pruebas y puesta en servicio	<ul style="list-style-type: none">• Golpes• Heridas• Caídas de objetos• Atrapamientos • Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT. Arco eléctrico en AT y BT. Elementos candentes y quemaduras	<ul style="list-style-type: none">• Mantenimiento equipos y utilización de EPI's• Utilización de EPI's• Adecuación de las cargas• Control de maniobras Vigilancia continuada. Utilización de EPI's• Utilización de EPI's• Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas a realizar• Seguir los procedimientos de descargo de instalaciones eléctricas• Aplicar las 5 Reglas de Oro• Apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión• Informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos v

ANEXO 2

LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
1. Acopio, carga y descarga	<ul style="list-style-type: none">• Golpes• Heridas• Caídas de objetos• Atrapamientos	<ul style="list-style-type: none">• Mantenimiento equipos• Utilización de EPI's• Adecuación de las cargas• Control e maniobras• Vigilancia continuada• Utilización de EPI's
2. Excavación, hormigonado y obras auxiliares	<ul style="list-style-type: none">• Caídas al mismo nivel• Caídas a diferente nivel• Exposición al gas natural• Caídas de objetos• Desprendimientos• Golpes y heridas• Oculares, cuerpos extraños• Riesgos a terceros• Sobreesfuerzos• Atrapamientos• Eléctrico	<ul style="list-style-type: none">• Orden y limpieza• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente• Identificación de canalizaciones• Coordinación con empresa gas• Utilización de EPI's• Entubamiento• Utilización de EPI's• Utilización de EPI's• Vallado de seguridad, protección huecos, información sobre posibles conducciones• Utilizar fajas de protección lumbar• Control de maniobras y vigilancia continuada• Vigilancia continuada de la zona donde se esta excavando
3. Izado y acondicionado del cable en apoyo LA	<ul style="list-style-type: none">• Caídas desde altura• Golpes y heridas• Atrapamientos• Caídas de objetos	<ul style="list-style-type: none">• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente• Utilización de EPI's• Control de maniobras y vigilancia continuada• Utilización de EPI's

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
4. Tendido, empalme y terminales de conductores	<ul style="list-style-type: none"> • Vuelco de maquinaria • Caídas desde altura • Golpes y heridas • Atrapamientos • Caídas de objetos • Sobreesfuerzos • Riesgos a terceros • Quemaduras 	<ul style="list-style-type: none"> • Acondicionamiento de la zona de ubicación , anclaje correcto de las maquinas de tracción. • Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente • Utilización de EPI´s • Control de maniobras y vigilancia continuada • Utilización de EPI´s • Utilizar fajas de protección lumbar • Vigilancia continuada y señalización de riesgos • Utilización de EPI´s
5. Engrapado de soportes en galerías	<ul style="list-style-type: none"> • Caídas desde altura • Golpes y heridas • Atrapamientos • Caídas de objetos • Sobresfuerzos 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente • Utilización de EPI´s • Control de maniobras y vigilancia continuada • Utilización de EPI´s • Utilizar fajas de protección lumbar
6. Pruebas y puesta en servicio	<ul style="list-style-type: none"> • Ver Anexo 1 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver Anexo 1

AVISO PREVIO (RD 1627/97)

Nº DE REGISTRO FECHA AVISO
DIRECCIÓN EXACTA DE LA
OBRA: _____

PROMOTOR (NOMBRE Y
DIRECCIONES): _____

TIPO DE
OBRA: _____

PROYECTISTA (NOMBRE/S Y
DIRECCIÓN/NES): _____

COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE
LA EJECUCIÓN DE LA OBRA (NOMBRE Y DIRECCIONES: _____

FECHA PREVISTA PARA EL COMIENZO DE LA OBRA
DURACIÓN PREVISTA DE LOS TRABAJOS EN LA OBRA
Nº MÁXIMO ESTIMADO DE TRABAJADORES EN LA OBRA
Nº PREVISTO DE CONTRATISTAS, SUBCONTRATISTAS Y
TRABAJADORES AUTÓNOMOS EN LA OBRA

DATOS DE IDENTIFICACIÓN DE CONTRATISTAS (C), SUBCONTRATISTAS (SC) Y
TRABAJADORES AUTÓNOMOS (A) EN LA OBRA:

NOMBRE Y DIRECCIÓN □.

NOMBRE Y DIRECCIÓN □.

NOMBRE Y DIRECCIÓN..... □..

.....DE.....DE 1998

EL PROMOTOR

PLIEGO DE CONDICIONES



Línea Subterránea Media Tensión:

Generalidades

El instalador es todo ente físico, jurídico, público o privado que de acuerdo con la legislación vigente se ocupa de la realización material de las instalaciones o de una parte de ellas por encargo directo de la propiedad.

Estará obligado a conocer toda la reglamentación vigente y a cumplir su estricta observancia en todos los aspectos que le afecten.

Son también obligaciones del mismo, conocer el proyecto en todas sus partes y documentos y solicitar de la dirección técnica todas las aclaraciones oportunas para el perfecto entendimiento del mismo y para su ejecución.

Podrá proponer todas las alternativas constructivas que crea oportunas para que sean consideradas por el técnico director, pero éstas solo podrán realizarse si se ha dado por la dirección técnica, su aprobación por escrito.

Realizará la obra de acuerdo con el proyecto y con las prescripciones, órdenes y planos complementarios que la dirección técnica pueda ir dando a lo largo de las mismas.

Aportará todos los materiales necesarios para la ejecución así como todos los medios auxiliares que fueran precisos.

Será el responsable ante los tribunales de los accidentes que por impericia o descuido sobrevengan durante la ejecución de las instalaciones, o que pudieran causarle a terceros por descuido o inobservancia de la reglamentación vigente.

Será el único responsable de las obras contratadas con la propiedad y no tendrá derecho a indemnización alguna por las erradas maniobras que cometiese durante la ejecución.

Calidad de los materiales.

Los materiales que se empleen en todas las instalaciones serán nuevos, ateniéndose a las especificaciones del proyecto y antes de ser empleados serán examinados por el director facultativo, pudiendo desechar los que no reúnan las condiciones mínimas técnicas, estéticas o funcionales.

En el caso de que los materiales propuestos no reúnan las características adecuadas a juicio del director de obra, éste decidirá la utilización de otro material sin más limitación que las exigidas por este pliego de condiciones.

Conductores eléctricos.



Se utilizarán conductores de aluminio, de sección normalizada UNESA 3304, aislamiento seco termoestable de polietileno reticulado y cubierta de pvc, tensión nominal 12/20 kv. Discurrirán en mazos de tres conductores, identificados (blanco, rojo y azul) cada 1,5 m., y sin coincidir con las identificaciones mencionadas se agruparán con cinta adhesiva negra.

En sus extremos se dispondrán terminales normalizados, adecuados a cada una de las secciones.

Terminales y empalmes.

Los cables llevarán en sus extremos terminales para conexión a la celda de línea del centro de transformación.

Se cubrirá desde el borne terminal hasta la cubierta del cable con cinta bopir y nabip.

En caso necesario de empalme de cables, será de acuerdo a la sección y para la reconstrucción del aislamiento se empleará materiales homologados por la CIA suministradora.

Obra civil

Para la ejecución de la obra se tendrán en cuenta las medidas de protección necesarias para este tipo de trabajos, señalización de obras, etc. Empleándose herramientas adecuadas y personal dotado de equipos de seguridad según normativa para este tipo de trabajos.

Zanjas: ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado.

Zanja normal

Estas canalizaciones de líneas subterráneas deberán proyectarse teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera, no admitiéndose su instalación bajo la calzada, excepto en los cruces, evitando los ángulos pronunciados.
- El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo:
 - o Cable unipolar: 15 veces el diámetro.
- Los radios de curvatura en operaciones de tendido serán como mínimo el doble de las indicadas anteriormente en su posición definitiva.



- Los cruces de calzadas deberán ser perpendiculares, procurando evitarlos si es posible sin perjuicio del estudio económico de la instalación en proyecto y si el terreno lo permite.
- Los cables se alojarán en zanjas de 0,90 m de profundidad mínima y una anchura que permita las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,60 m.
- En el fondo de la zanja se colocará una capa de arena de río de un espesor de 10 cm., sobre la que se depositará el cable o cables a instalar, que se cubrirán con otra capa de idénticas características con un espesor mínimo de 15 cm.; sobre éstas se colocará una protección mecánica que puede estar constituida por rasillas, ladrillos colocados transversalmente sobre el sentido de trazado del cable, etc. A continuación se tenderá otra capa, con tierra procedente de la excavación, de 25 cm. de espesor apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa se instalará una banda de polietileno de color amarillo-naranja en la que se advierta la presencia de cables eléctricos; esta banda es la que figura en la recomendación UNESA 0205. Tanto la protección mecánica como la cinta de advertencia, se colocarán por cada cable tripolar o terna de unipolares en mazo. A continuación se rellenará la zanja con tierra procedente de la excavación, debiendo utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Finalmente se reconstruirá el pavimento, si lo hubiera, del mismo tipo y calidad del existente antes de realizar la apertura.

Cruces de calzada

En los cruces de calzadas o en cruces especiales el cable irá alojado en tubos adecuados, fibrocemento, pvc. Etc., de superficie interna lisa siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable y 15 cm. como mínimo. El número mínimo de tubos a colocar será de tres. Cuando se alojen varios ternos de cables en un cruce, será preciso disponer como mínimo de un tubo de reserva.

Los cruces especiales como vías férreas, cursos de agua, otros servicios, etc., serán objeto de un cuidadoso estudio que garantice una perfecta seguridad para el cable.

Cuando una canalización discorra paralelamente a conducciones de otros servicios (agua, gas, teléfonos, telecomunicación, vapor, etc.) se guardará una distancia mínima de 50 cm. y lo indicado en la mí BT 006.

En los cruzamientos con otros servicios, la distancia mínima será de 25 cm.,

Cuando en una misma zanja coinciden más de un cable, la distancia entre los mazos que forman cada tema será como mínimo de 0,20 m.

Cuando por una zanja en acera discurren un cable de MT. Y uno de B.T., éste último no se colocará en el mismo plano vertical.



Cruzamientos y paralelismos

Existen varios paralelismos y cruzamientos con alcantarillado, agua potable y tendido de telefónica en el trazado de la red, se resolverán en la ejecución de la obra, manteniendo las distancias reglamentarias.

Normas generales para la ejecución de las instalaciones

Montajes en cables

En estos montajes se tendrá un cuidado especial en el cable de aluminio, y sobre todo en lo que se refiere a la colocación de las arandelas elásticas y a la limpieza de las superficies de contacto, que se realizará cepillando con carda de acero el cable, previamente impregnado de grasa neutra o vaselina para evitar la formación instantánea de alúmina, los empalmes, terminales. Etc. Se harán siguiendo las normas de la compañía o en su defecto las publicadas por los fabricantes de los cables o de los accesorios.

Documentos contractuales

Con excepción de los títulos, subtítulos, epígrafes, encabezamientos e índices, que se incluyen por mera conveniencia del lector, todo lo contenido en este pliego será considerado parte del contrato, salvo cuando se excluyan expresamente alguna de sus partes. Se considerará como parte del contrato lo siguiente:

- 1.- el pliego de condiciones facultativas, económicas y legales.
- 2.- los planos contractuales.
- 3.- el presupuesto,

Reglamentación

Además de la reglamentación contemplada en los anteriores capítulos, se deberán de cumplir toda la reglamentación y normativa vigente referente a seguridad e higiene en el trabajo. Así como las normas tecnológicas de la edificación n.t.e., que contemplen este tipo de instalaciones.

Dirección e inspección

El promotor designará el ingeniero director que ha de inspeccionar y dirigir las obras, así como el resto del personal adscrito a la dirección de la obra.

Las órdenes del ingeniero director deberán ser aceptadas por el contratista como emanado directamente del promotor, el cual podrá exigir que las mismas le sean dadas



por escrito y firmadas, con arreglo a las normas habituales en estas relaciones técnico-promotor. Se llevará un libro de ordenes con hojas numeradas en el que expondrá, por duplicado, las que se dicten en el curso de las obras y que serán firmadas por ambas partes, entregándose una copia firmada al contratista.

Cualquier reclamación que, en contra de las disposiciones de la dirección de obra, crea oportuna hacer el contratista, deberá ser formulada por escrito. Dentro del plazo de quince días después de dictada la orden.

El ingeniero director podrá vigilar todos los trabajos y los materiales que se empleen, pudiendo rechazar los que no cumplan las condiciones exigidas.

El ingeniero director o su representante, tendrá acceso a todas las partes de la obra, y el contratista les prestará la información y ayuda necesaria para llevar a cabo una inspección completa y detallada. Se podrá ordenar la remoción y sustitución, a expensas del contratista, de toda la obra hecha o de todos los materiales usados sin la supervisión o inspección del ingeniero director o su representante.

El contratista comunicará con antelación suficiente, nunca menor de ocho días, los materiales que tenga intención de utilizar, enviando muestras para su ensayo y aceptación, y/o certificados de homologación, facilitando los medios necesarios para la inspección.

El ingeniero director podrá exigir los ensayos de los materiales que estime oportunos al contratista, hasta un costo no superior al 1 % del valor del presupuesto de adjudicación.

El ingeniero director podrá exigir que el contratista retire de las obras a cualquier empleado u operario por incompetencia, falta de subordinación o que sea susceptible de cualquier otra objeción.

Lo que no se expone respecto a la inspección de las obras y los materiales en este pliego, no releva a la contrata de su responsabilidad en la ejecución de las obras.

Replanteo de las instalaciones. Referencias

Una vez el contratista esté en posesión del proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares.

El ingeniero director proporcionará las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de las mismas, así como las referencias de los materiales que se utilizarán en las instalaciones

Por la dirección de la obra se efectuará la comprobación del replanteo de toda la obra o de los replanteos parciales que sean necesarios, debiendo presenciar dichas operaciones el contratista, el cual se hará cargo de los hitos, marcas, señales, estacas o referencias que se dejen en el terreno estando obligado a su conservación.

Del replanteo de estas operaciones se levantará acta por quintuplicado ejemplar, que



firmarán la dirección de obra y el contratista. A este se le entregará un ejemplar firmado de cada una de dichas actas.

El contratista podrá exponer todas las dudas referentes al replanteo, pero una vez firmada el acta correspondiente quedará responsable de la exacta ejecución de las obras.

Plan de instalación

Antes de transcurridos veinte días, a partir de la fecha de adjudicación de la obra, el contratista presentará un plan de construcción completo, detallado y razonado, así como plan de seguridad e higiene en el trabajo, de acuerdo con los planos fijados en el contrato. Este plan contendrá como mínimo los siguientes datos:

- Fijación de las clases de obra que integran el proyecto, de acuerdo con la descripción y medición de las partidas presentes en la oferta,
- Determinación de los medios necesarios. Incluirá una relación del personal y maquinaria, con sus rendimientos medios, que el contratista se propone emplear en la ejecución de las obras.
- Estimación, en días naturales, de los plazos parciales para la ejecución de las diversas clases de obras.
- Valoración mensual y acumulada de la obra programada sobre la base de los precios unitarios de proyecto.

Revisión del plan de instalación

Siempre y cuando sea conveniente, el plan de construcción será revisado por el contratista en el modo y momento ordenado por el ingeniero director y, si lo aprueba el promotor. El contratista se adaptará estrictamente al plan revisado. En ningún caso se permitirá que el plazo total fijado para la terminación de la obra sea objeto de dicha revisión, si antes ha sido justificada plenamente la necesidad de tal ampliación de plazo de acuerdo con las disposiciones de los artículos de este pliego.

Iniciación y ejecución de las instalaciones

Una vez firmada el acta de replanteo de la obra, según lo establecido en la ley de contratos del estado se dará inicio a las obras, siendo la fecha del acta de replanteo la fecha oficial de comienzo de las obras, salvo especificación en contra en la mencionada acta.

El contratista proseguirá la obra con la mayor diligencia empleando aquellos medios y métodos de construcción que aseguren su terminación no más tarde de la fecha establecida para ello, o en la fecha a que se haya ampliado el tiempo estipulado



originariamente para la terminación. El contratista presentará a pió de obra toda la maquinaria y equipo que prometió durante la oferta y que el promotor crea necesario para ejecutar convenientemente el trabajo.

El contratista salvo aprobación por escrito del director de la obra no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación al proyecto como en las condiciones técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el director de la obra, a tenor de las facultades que al mismo se lo atribuyen en el resto de este pliego de condiciones.

Subcontratación de obras y/o instalaciones

Durante la ejecución de las instalaciones otros contratistas podrán emplearse subcontratados por el contratista principal.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Que se dé conocimiento por escrito al director de las instalaciones del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que el director de la obra lo autorice previamente.
- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no excedan del 50 % del presente presupuesto total de obra principal. En cualquier caso el contratante no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista, cualquier subcontratación de obras no eximirá al contratista principal de ninguna de sus obligaciones respecto al contratante.

Coordinación con otros contratistas

En el caso de que esta situación exista, el contratista deberá coordinar su trabajo con los otros subcontratistas según las ordenes del ingeniero director. Si el ingeniero director determinase que el contratista principal no coordina su trabajo con el de los otros en la forma por la indicada:

El promotor se reserva el derecho de suspender todos los pagos hasta que el contratista cumpla con dichas ordenes de coordinación.

El contratista indemnizará y será responsable de los perjuicios causados al promotor debido a cualquier reclamación o litigio de daños, así como por los costos y gastos a los que queda sujeto, sufra o incurra por no atender prontamente el contratista a las ordenes del ingeniero director.

En el caso de que el contratista avise por escrito al ingeniero director de que otro contratista no está coordinando su trabajo como es debido, el ingeniero director deberá investigarlo prontamente, y si encuentra que esto es cierto, deberá dar prontamente al



otro contratista las directrices necesarias para corregir la situación. No obstante lo anterior, el promotor no será responsable ni de los daños ocurridos al contratista por no atender prontamente otro contratista las ordenes dadas por el ingeniero director. Ni porque otro contratista no ejecute debidamente su trabajo, quedando entendido que el promotor no garantiza la responsabilidad y la eficacia de ningún contratista ni subcontratista.

En el caso de que el contratista experimente algún daño por acto u omisión de otro que haya sido contratado por el promotor para la realización de otros trabajos en la zona o para trabajos que pueda ser necesarios efectuar para la adecuada prosecución de la obra a ejecutar, así como por cualquier acto u omisión de cualquier subcontratista, el perjudicado no tendrá derecho a indemnización del promotor por los daños ocurridos. No obstante lo anterior, el perjudicado tendrá derecho a indemnización del otro contratista por virtud de provisión similar a la que se expone a continuación.

Si cualquier otro contratista contratado por el promotor para ejecutar trabajos en la zona de la obra de este proyecto, fuera perjudicado por acto u omisión del contratista de este proyecto o uno de los subcontratistas, este reembolsará al perjudicado todos los daños ocurridos, e indemnizará y liberará de responsabilidad al promotor por todas estas reclamaciones.

Facultades del ingeniero director y disposición de medios

El ingeniero director podrá rechazar cualquier máquina o elemento que juzgue inadecuado y podrá exigir los que razonablemente considere necesarios.

La maquinaria, restantes medios y personal determinados en 2.5. Quedarán afectos a la obra y en ningún caso el contratista podrá retirarlos sin autorización expresa del ingeniero director.

El contratista aumentará los medios e instalaciones auxiliares, almacenes y personal técnico siempre que el ingeniero director lo estime necesario para el desarrollo de las obras en el plazo establecido. Estos aumentos no podrán ser retirados sin la autorización expresa del ingeniero director.

Se levantará un acta en la que consten los medios auxiliares y técnicos que queden afectos a la obra

La aceptación del plan y relación de medios propuestos por el contratista, no implica exención alguna de responsabilidad para el mismo, en caso de incumplimiento de los plazos parciales o totales convenidos.

Representante del contratista

Una vez adjudicadas definitivamente las obras, el contratista designará una persona que asuma la jefatura de la obra que se ejecute, y que actuará como representante suyo ante la dirección de la obra y el promotor, a todos los efectos que se requieran durante la ejecución de las instalaciones. Dicho representante deberá residir en un punto próximo



a los trabajos y no podrá ausentarse sin ponerlo en conocimiento del director de la obra.

Medios y métodos de instalación

A menos que se indique expresamente en los planos y documentos contractuales, los medios y métodos de instalación serán elegidos por el contratista, si bien reservándose el ingeniero director el derecho de rechazar aquellos métodos y medios propuestos por el contratista que:

- Constituyan o puedan causar un riesgo al trabajo, personal o bienes.
- Que no permitan lograr un trabajo terminado conforme a lo exigido en el contrato.
- Dicha aprobación del ingeniero director o en su caso su silencio, no eximirá al contratista de la obligación a cumplir el trabajo conforme a lo exigido en el contrato, en el caso de que el ingeniero director rechace los medios y métodos del contratista, esta decisión no se considerará como una base de reclamaciones como daños causados.

Materiales que no cumplan las condiciones necesarias

El director de la obra, de acuerdo con el contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmar que permite una instalación correcta. La vigilancia y conservación del material será por cuenta del contratista. Así mismo el contratista será responsable de la procedencia de los materiales, sobre la cual el director de la obra le podrá pedir justificación de la misma.

Cuando los materiales, elementos de instalaciones y aparatos no fueran de la calidad prescrita en este pliego, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando a falta de prescripciones formales de aquel se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objetivo, el ingeniero director dará orden al contratista para que, a su costa, los reemplace por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si los materiales o elementos de instalaciones fueran defectuosas, pero aceptables a juicio del ingeniero director, se recibirán, pero con la rebaja de precio que el mismo determine, a menos que el contratista prefiera sustituirlos.

Agua

El contratista tendrá obligación. Si fuese necesario, de montar y conservar por su cuenta un suministro de agua, tanto para las obras como para el uso del personal, instalando y conservando los elementos precisos a tal fin.



Energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica será por cuenta del contratista

Señalización de las obras

El contratista quedará obligado a señalar a su costa, las obras objeto del contrato con arreglo a las instrucciones del ingeniero director.

Instalaciones y construcciones auxiliares

El contratista quedará obligado, por su cuenta, a construir, a desmontar y a retirar al final de las instalaciones todas las edificaciones auxiliares para oficinas, almacenes, cobertizos, caminos de servicio, etc., que sean necesarias para la ejecución de los trabajos.

Todas las construcciones estarán supeditadas a la aprobación de la dirección de obra, en lo que se refiere a su ubicación y dimensiones.

Medidas de protección y limpieza

El contratista protegerá todos los materiales y la propia obra contra todo deterioro y daño durante el periodo de construcción, y almacenará y protegerá contra incendios todas las materias inflamables, cumpliendo todos los reglamentos aplicables.

Salvo que se indique expresamente lo contrario construirá y conservará a su costa, todos los pasos y caminos provisionales, seriales de tráfico y todos los recursos necesarios para proporcionar seguridad y facilitar el tránsito dentro de las obras.

El contratista tomará a sus expensas las medidas oportunas para que no se interrumpa el tráfico en las vías existentes, dedicando especial atención a este respecto.

Serán de cuenta del adjudicatario, tanto la ejecución de las obras necesarias para desvío de tráfico, como la señalización provisional.

Seguridad en el trabajo

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos bajo tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal, los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc. Que se utilicen no deben



ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes o clavos en las suelas.

El personal de la contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidas para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc. Pudiendo el director de las instalaciones suspender los trabajos. Si estima que el personal de la contrata está expuesto a peligros.

El director de las instalaciones podrá exigir del contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero, que por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

Todas lo anteriormente expuesto será extensible en su caso al subcontratista si existiese.

El director de la obra podrá exigir al contratista en cualquier momento, antes o después del comienzo de las obras, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de la seguridad social de todo tipo en la forma legalmente establecida, y en su caso de la subcontrata.

Seguridad pública

El contratista deberá tomar las máximas precauciones en todas las operaciones y usos de equipos, para proteger a las personas, animales y cosas de peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionaran.

El contratista formalizará y mantendrá con una compañía de seguros una póliza que proteja suficientemente a su empresa y a sus empleados u obreros, frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc. En que uno u otros pudieran incurrir para con el contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

El importe que deberá de cubrir esta póliza será como mínimo de 600.000 €

Instalaciones sanitarias provisionales

El contratista construirá y conservará las debidas instalaciones sanitarias provisionales, adaptadas al número de obreros y a las características exigidas por las autoridades locales y nacionales, las citadas instalaciones serán revisadas y en su caso aprobadas por escrito por el ingeniero director, a la terminación de las obras serán retiradas estas instalaciones, procediéndose a la limpieza de los lugares ocupados por las mismas y dejando en todo caso estos limpios y libres de inmundicias.

Retirada de medios auxiliares



A la terminación de las obras y dentro del plazo que señale el ingeniero director, el contratista retirará todas sus instalaciones, herramientas, materiales, etc. Y procederá a la limpieza general de la obra.

Comprobación de las instalaciones

Antes de verificarse la recepción provisional y definitiva de las instalaciones, se someterán todas ellas a las pruebas habituales en este tipo de instalaciones, y se procederá a la toma de muestras para la realización de ensayos si fuera necesario, todo ello con arreglo al programa que redacte el ingeniero director, siempre que su costo, junto con los de recepción provisional y definitiva. No exceda del 1 % del presupuesto de ejecución material será por cuenta del adjudicatario de las obras.

Todas estas pruebas y ensayos serán de cuenta del contratista en la forma antes indicada, quien facilitará todos los medios que para ello se requieran, y se entiende que no están verificadas totalmente las obras hasta que no den resultados satisfactorios.

Si el ingeniero director exigiera mayor número de ensayos que los especificados en este pliego y dieran resultados positivos, su costo será por cuenta del promotor.

También será por cuenta del contratista, los asientos y averías, accidentes y daños que se produzcan en estas pruebas, y procedan de la mala construcción o falta de precauciones,

La recepción parcial o total de los materiales e instalaciones antes de la recepción provisional, no exime al contratista de sus responsabilidades en el acto de reconocimiento final y pruebas de recepción provisional y definitiva.

Recepción provisional de las instalaciones

Una vez terminadas las instalaciones se procederá a su reconocimiento, realizándose las pruebas y ensayos que ordene el ingeniero director.

Si los resultados fueran satisfactorios, se recibirán provisionalmente las obras, contándose a partir de esta fecha el plazo de garantía.

Si los resultados no fueran satisfactorios, y no procediese recibir las instalaciones, se hará constar en acta, y se concederá al contratista un plazo razonable, firmado por el ingeniero director, para que corrija las deficiencias observadas, transcurrido el cual, deberá procederse de nuevo a su reconocimiento, y a pruebas y ensayos si el ingeniero director los estima necesarios, para llevar a efecto la recepción provisional. Los costos de reparación y subsanación de los defectos, así como los ensayos y pruebas serán, en este caso, de cuenta del contratista.

Si transcurrido dicho plazo no se hubieran subsanado los defectos, o no hubiera cumplido estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato, con pérdida de fianza y garantía si la hubiera.



Recepción definitiva de las instalaciones

De forma análoga a la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva, teniendo lugar una vez transcurrido el plazo de garantía.

Gastos e impuestos

El contratista presentará antes de la liquidación de las instalaciones las pruebas fehacientes de haber liquidado los impuestos de derechos reales y timbre, pagos realizados del IVA. Durante el período de duración del contrato, de obra, certificado de estar al día en el pago de los restantes impuestos de la hacienda pública. Como con la seguridad social.

Igualmente podrán ser de cuenta y cargo del contratista, si así se hace constar en contrato, los gastos que originen los anuncios en periódicos, tanto oficiales como privados, referentes a las instalaciones adjudicadas, así como los de toda clase de contribución e impuestos fiscales de cualquier orden, estatal, autonómico, provincia, municipal o local que graven la obra a ejecutar o su contratación y los documentos a que ello de lugar,

El promotor podrá exigir, para su exhibición y comprobación, del adjudicatario de las instalaciones comprobantes de pagos citados, pudiendo retener de las certificaciones el importe aproximado de los impuestos o seguros sociales que no se le hubiese demostrado haber satisfecho.

En ningún caso podrá ser causa de revisión de precios la modificación del sistema tributario vigente.

Fianza

Se constituirá de acuerdo con las normas que se fijen en las bases del contrato o subasta.

Plazos de ejecución

El plazo de ejecución será el que se estipule en las bases del concurso o subasta, o en su caso, el indicado en la memoria del presente proyecto.



Prorrogas

Si se solicitara una demora de plazo esta se le otorgará al contratista cuando la demora en la terminación del trabajo sea debida a:

- Actos u omisiones del promotor.
- Actos u omisiones de otros contratistas de otras instalaciones u obras que afecten a las instalaciones objeto de este proyecto.

Para tener opción a la prórroga del plazo el contratista debe comunicar por escrita al ingeniero director cualquier circunstancia que pueda afectar al plazo indicado, indicando a que parte de la instalación afecta y en que sentido.

Esta comunicación le será entregada a la dirección de obra dentro de los diez días siguientes de haber ocurrido dicha circunstancia.

Modificaciones del proyecto

El promotor, de acuerdo con la dirección de la obra, podrá introducir en el proyecto, antes de empezar las obras o durante su ejecución, las modificaciones que sean precisas para la normal construcción de las instalaciones, aunque no se hayan previsto en el proyecto, y siempre que lo sean sin separarse de su espíritu y recta interpretación generándose, en su caso, los correspondientes precios contradictorios a que hubiera lugar.

También podrá introducir el promotor, de acuerdo con la dirección de la obra, aquellas modificaciones que produzcan aumento o disminución. Y aún supresión, de las cantidades de obra medidas en el presente presupuesto.

Todas las modificaciones serán obligatorias para el contratista siempre que, a los precios de contrato, sin ulteriores revisiones, no alteren el presupuesto de adjudicación en más o menos de un veinticinco por ciento.

En este caso, el contratista no tendrá derecho a ninguna variación de precios, ni a indemnización de ningún género por supuestos perjuicios que pueda ocasionar la modificación en el número de unidades de obra o en el plazo de ejecución.

Daños por fuerza mayor

Se interpretará los casos de fuerza mayor con arreglo a los preceptos vigentes para la contratación de obras públicas.

Estos casos de fuerza mayor podrán dar lugar a una ampliación del plazo de ejecución que se fijará por el ingeniero director después de oír al contratista, y siempre y cuando no hubieran podido ser evitados de haberse tomado las oportunas medidas o no haber existido retrasos previos.



Plazo de garantía

Es aquel al final del cual se llevará a cabo la recepción definitiva de las obras, siendo de cuenta del contratista la conservación y reparación de las obras, así como todos los desperfectos que pudiesen ocurrir desde la terminación de estas hasta que se efectúe la recepción definitiva.

El plazo de garantía será de un año (1) a partir de la fecha de recepción provisional.

Durante este periodo el contratista garantizará al promotor de las instalaciones, contra toda reclamación de terceros, fundada por causa y/o por ocasión de la ejecución de las obras y/o instalaciones,

Precios unitarios

- Precios de proyecto.

Los precios unitarios comprenderán las partidas que se especifiquen en la descomposición del cuadro de precios número dos, y además todas aquellas que, aún no especificándose se incluyen en la denominación del precio según las prescripciones de este pliego y la práctica habitual de la construcción.

- Precios contradictorios.

En el caso de que haya que ejecutar instalaciones u obras no previstas en el proyecto se establecerán de acuerdo entre el promotor, la dirección de obra y el contratista los precios contradictorios que han de regir para dichas unidades de obra, levantándose relaciones en las que figuren los precios unitarios descompuestos en sus elementos en la misma forma en que se hizo para los precios que sirvieron de base al proyecto e indicando en dichas relaciones las partes de obra en que son de aplicación dichos precios; levantándose la correspondiente acta de precios contradictorios.

A los precios contradictorios se serán de aplicación los mismos porcentajes de gastos generales, beneficio industrial y coeficiente k que a los restantes precios del proyecto.

Gastos de carácter general a cargo del contratista

Serán de cuenta del contratista los gastos de cualquier clase ocasionados con motivo de la práctica del replanteo general o su comprobación y de los replanteos parciales, de los ensayos de materiales y ensayos en obra de los elementos e instalaciones terminados en el número y tipo especificados en los capítulos correspondientes de este pliego; los de construcción, desmonte y retirada de las instalaciones o construcciones auxiliares, los de protección de materiales y la propia obra contra todo deterioro; los de limpieza de los espacios interiores y exteriores y evacuación de desperdicios y basura, y los de limpieza general para la recepción de la obra.

Serán de cuenta del contratista los gastos de jornales y materiales necesarios para las mediciones periódicas, para la redacción de las certificaciones, y los ocasionados por la medición final y los de pruebas, ensayos, reconocimiento y tomas de muestras para las



recepciones totales o parciales, provisionales o definitivas, de las obras, según el número y tipo de ensayos expuestos en los apartados correspondiente.

En los casos de rescisión de contrato. Cualquiera que sea la causa que lo motive, será de cuenta del contratista los gastos de jornales y materiales ocasionados por la liquidación de las obras y de las actas notariales que sea preciso levantar.

Indemnizaciones a cargo del contratista

Será de cuenta del contratista indemnizar a los propietarios de los derechos que los correspondan y todos los daños que causen con la perturbación del tráfico de las vías públicas, el establecimiento de almacenes, talleres y/o depósitos, los que se originen con la habilitación de caminos y vías provisionales para el transporte de aquellos o para apertura y desviación de cauces y finalmente, los que exijan las demás operaciones que requieran la ejecución de las obras, así como las indemnizaciones por extracción de materiales u ocupar terrenos con vertederos.

Indemnizaciones y costos por cuenta del promotor

Los costos e indemnizaciones que se deriven de la necesidad de reubicar o modificar instalaciones existentes, tales como líneas eléctricas, tuberías, etc., de propiedad privada o pública, no integrantes del proyecto, correrán a cargo del promotor, estando el contratista obligado a realizar los trabajos necesarios para ello, previo acuerdo del precio contradictorio.

Pago de las obras

El pago de obras realizadas se hará sobre certificaciones parciales que se practicarán mensualmente, contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en plazo a que se refieren.

Serán por cuenta del contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas y/o enterradas.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminados por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El director de la obra expedirá las certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales de buena cuenta. Ratificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas certificaciones.



Acopios

El ingeniero director podrá abonar a cuenta, en casos justificados, acopios de materiales. Salvo circunstancias excepcionales solo se abonarán los siguientes materiales y los siguientes porcentajes máximos del importe del material puesto en obra:

Abono máximo = 25 %

Agotamientos

Los agotamientos no se abonarán independientemente siempre que estén contemplados en la correspondiente justificación de precios de la unidad en cuestión, del presente proyecto.

Entibaciones

Las entibaciones que sea preciso ejecutar no se abonarán independientemente, pues su precio está incluido en los precios unitarios del cuadro de precios número uno del presente proyecto donde se pueden presentar.

Ensayos

Los ensayos de control y recepción serán por cuenta del contratista hasta los límites marcados en los capítulos anteriores. Pasado aquel límite los que den resultado positivo serán de cuenta del promotor y los negativos de cuenta del contratista.

El presupuesto total de ensayos a cargo del contratista no podrá exceder del uno por ciento (1%) del presupuesto de adjudicación de la obra, salvo manifiestas irregularidades en la instalación por parte del contratista.

Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

Al contratista ejecutor de las obras, se le considera en conocimiento del reglamento nacional del trabajo en las industrias de la construcción (orden del ministerio de trabajo de 11 de abril de 1.946), del reglamento de seguridad en la industria de la construcción (ordenes de 20 de mayo de 1.952 y 23 de septiembre de 1.966), de la ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo (orden de 9 de marzo de 1.971) y de la responsabilidad general por negligencias en la industria de la construcción (circular 5/65 de la fiscalía del tribunal supremo) y de que viene obligado a cumplimentar y a tomar cuantas medidas de seguridad sean necesarias para salvaguardar la integridad física de las personas, tanto integrantes de la obra, como ajenas a ella.

Las instalaciones de acometida eléctrica provisional de obra dado el deterioro que sufren, averías en la aparamenta por sobrecargas y cortocircuitos, deterioros graves en los conductores, conexiones eléctricas sin seguridad alguna, puenteo de automáticos, requieren para mantener la seguridad una verificación y mantenimiento periódico por personal competente (instalador eléctrico autorizado) y en particular una comprobación



de resistencia de puesta a tierra. El instalador eléctrico será responsable de mantener la instalación en condiciones de seguridad.

Revisiones, inspecciones y pruebas periódicas reglamentarias a efectuar por parte de instaladores, de mantenedores y/o de organismos de control.

Todos los receptores deberán disponer del marcado ce, y certificados correspondientes de seguridad en máquinas.

A los efectos de lo dispuesto en la instrucción técnica complementaria mie-aem-2 del reglamento de aparatos de elevación y manutención referente a grúas torres desmontables para obras, apdo. 7, y la norma une 58-101-80, parte ii, “aparatos pesados de elevación. Condiciones de resistencia y seguridad en las grúas torre desmontables para obra. Condiciones de instalación y utilización, se debe redactar proyecto técnico específico de instalación de la misma, donde se definirán las condiciones técnicas, de instalación y mantenimiento de dicho receptor, quedando las mismas fuera del objeto del presente proyecto.

Certificados, documentación y listado de elementos sujetos a homologación.

Se aportará para la tramitación de este proyecto, ante el organismo público competente, la documentación que se detalla:

- Solicitud.
- Proyecto.
- Homologaciones de elementos, que a petición de la dirección o el organismo competente, sean solicitados.
- Boletín de instalación, por empresa autorizada.
- Certificado fin de obra.
- Contrato de mantenimiento (si se requiere).

Libro de órdenes

El director técnico de la instalación, deberá tener en la obra un libro de órdenes, en el cual anotará todas las anomalías observadas y las órdenes dadas para su subsanación.



Centro transformador distribuidor (250 kva): CT/7

Calidad de los materiales

▪ **Obra civil**

La(s) envolvente(s) empleada(s) en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el mie-rat 14, instrucción primera del reglamento de seguridad en centrales eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

▪ **Aparamenta de media tensión**

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- aislamiento: el aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.
- corte: el corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.



▪ **Transformadores de potencia**

El transformador o transformadores instalados en este centro de transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del centro de transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

▪ **Equipos de medida**

Al tratarse de un centro para distribución pública, no se incorpora medida de energía en MT, por lo que esta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en BT, atendiendo a lo especificado en el reglamento de baja tensión e instrucciones técnicas complementarias.

- puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparatada de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los



componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGM o CGC de ormazabal, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

○ **Normas de ejecución de las instalaciones**

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el ministerio de ciencia y tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

○ **Pruebas reglamentarias**

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el mie-rat 02.

○ **Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad**

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.



Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

○ **Certificados y documentación**

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

○ **Libro de órdenes**

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.



Centro transformador (400 kva): CT 1, 3, 4, 5, 8, 9, 10

Calidad de los materiales

▪ **Obra civil**

La(s) envolvente(s) empleada(s) en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el mie-rat 14, instrucción primera del reglamento de seguridad en centrales eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

▪ **Aparamenta de media tensión**

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- aislamiento: el aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.
- corte: el corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

▪ **Transformadores de potencia**

El transformador o transformadores instalados en este centro de transformación serán



trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del centro de transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

▪ **Equipos de medida**

Al tratarse de un centro para distribución pública, no se incorpora medida de energía en MT, por lo que esta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en BT, atendiendo a lo especificado en el reglamento de baja tensión e instrucciones técnicas complementarias.

- puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparatenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGM o CGC de ormazabal, empleadas en la instalación, no necesitan



mantenimiento interior, al estar aislada su apartamentación interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

○ **Normas de ejecución de las instalaciones**

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el ministerio de ciencia y tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

○ **Pruebas reglamentarias**

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el mie-rat 02.

○ **Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad**

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.



○ **Certificados y documentación**

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

○ **Libro de órdenes**

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.



Centro transformador (250 kva): CT 2, 6

Calidad de los materiales

▪ **Obra civil**

La(s) envolvente(s) empleada(s) en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el mie-rat 14, instrucción primera del reglamento de seguridad en centrales eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

▪ **Aparamenta de media tensión**

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- aislamiento: el aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.
Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.
- corte: el corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.



▪ **Transformadores de potencia**

El transformador o transformadores instalados en este centro de transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del centro de transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

▪ **Equipos de medida**

Al tratarse de un centro para distribución pública, no se incorpora medida de energía en MT, por lo que esta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en BT, atendiendo a lo especificado en el reglamento de baja tensión e instrucciones técnicas complementarias.

- puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparatada de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.



Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario. Las celdas tipo CGM o CGC de ormazabal, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

○ **Normas de ejecución de las instalaciones**

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el ministerio de ciencia y tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

○ **Pruebas reglamentarias**

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el mie-rat 02.

○ **Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad**

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.



Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

○ **Certificados y documentación**

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

○ **Libro de órdenes**

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.



Línea Subterránea Baja Tensión:

Generalidades.

El instalador es todo ente físico, jurídico, público o privado que de acuerdo con la legislación vigente se ocupa de la realización material de las instalaciones o de una parte de ellas por encargo directo de la propiedad.

Estará obligado a conocer toda la reglamentación vigente y a cumplir su estricta observancia en todos los aspectos que le afecten.

Son también obligaciones del mismo, conocer el proyecto en todas sus partes y documentos y solicitar de la dirección técnica todas las aclaraciones oportunas para el perfecto entendimiento del mismo y para su ejecución.

Podrá proponer todas las alternativas constructivas que crea oportunas para que sean consideradas por el técnico director, pero éstas solo podrán realizarse si se ha dado por la dirección técnica, su aprobación por escrito.

Realizará la obra de acuerdo con el proyecto y con las prescripciones, órdenes y planos complementarios que la dirección técnica pueda ir dando a lo largo de las mismas.

Aportará todos los materiales necesarios para la ejecución así como todos los medios auxiliares que fueran precisos.

Será el responsable ante los tribunales de los accidentes que por impericia o descuido sobrevengan durante la ejecución de las instalaciones, o que pudieran causarle a terceros por descuido o inobservancia de la reglamentación vigente.

Será el único responsable de las obras contratadas con la propiedad y no tendrá derecho a indemnización alguna por las erradas maniobras que cometiese durante la ejecución.

Calidad de los materiales.

Los materiales que se empleen en todas las instalaciones serán nuevos, ateniéndose a las especificaciones del proyecto y antes de ser empleados serán examinados por el director facultativo, pudiendo desechar los que no reúnan las condiciones mínimas técnicas, estéticas o funcionales.

En el caso de que los materiales propuestos no reúnan las características adecuadas a juicio del director de obra, éste decidirá la utilización de otro material sin más limitación que las exigidas por este pliego de condiciones.

Conductores eléctricos.

Se utilizarán conductores de aluminio, de sección normalizada UNESA 3304, aislamiento seco termoestable de polietileno reticulado y cubierta de pvc, tensión nominal 0,6/1 kv. Discurrirán en mazos de cuatro conductores, tres fases más neutro identificados (blanco, rojo y azul para fase y amarillo para neutro) cada 1,5 m., y sin coincidir con las identificaciones mencionadas se agruparán con cinta adhesiva negra.

En sus extremos se dispondrán terminales bimetálicos normalizados, adecuados a cada una de las secciones.

Las características principales de ellos serán las que se corresponda con el siguiente cuadro:



Sección	95	150	240
Lnt.adm	260	330	430
Resist/km	0,313	0,202	0,122
X/km.	0,076	0,075	0,070
Diámetro ext.mm	17,2	20,9	26,2

Terminales y empalmes.

Los cables llevarán en sus extremos terminales para conexión al cuadro de distribución del centro de transformación, centralizaciones y armarios de urbanización.

Se cubrirá desde el borne terminal hasta la cubierta del cable con cinta bopir y nabip.

En caso necesario de empalme de cables, será de acuerdo a la sección y para la reconstrucción del aislamiento se empleará cinta autovulcanizable bopir hasta formar 1,5 veces el espesor inicial del aislamiento y después se recubrirá con tres capas de cinta adhesiva nabip.

Caja general de protección.

Serán los tipos y modelos especificados en la recomendación UNESA 1403 y una 21095, respondiendo al esquema 10. Se instalarán según indica plano correspondiente.

Calibre máximo definibles:			
Sección red	240 mm ²	150 mm ²	95 mm ²
Calibre fusibles máx.	250 a	160 a	125 a

La G.G.P. Se ubicará en los límites de la parcela con la acera, sobre basamento de hormigón prefabricado y recubierto de obra de fábrica de ladrillo enfoscado.

Características técnicas de los armarios:

- Fabricados en poliéster pre-impregnado (pre-peg) reforzado con fibra de vidrio, color gris claro ral-7035.
- Elevada resistencia al impacto, autoextinguible, no higroscópicos. Clase a según une 21305 y grado de protección según une 20324.
- Resistentes a la corrosión, comportamiento excelente a temperaturas externas.
- Buena resistencia a las corrientes de fuga.
- Ligeros y fácilmente mecanizables.
- Cierre por tornillo triangular normalizado.
- Bases cortacircuitos para colocación cortacircuitos fusibles o pletinas según los casos.

La conexión de conductores a la C.G.P. Será (mirando a la caja de frente): a la izquierda el conductor neutro color amarillo y a continuación, de izquierda a derecha, las fases (azul, blanco y rojo).



Accesorios.

Se utilizarán las piezas normalizadas, teniendo en cuenta las precauciones indicadas. Este empalme normal que llevará cintas autovulcanizante y protectora, debe quedar perfectamente estanco a los agentes externos ya que para reconstituir el aislamiento, no lleva ninguna caja adicional de protección. El espesor del aislamiento reconstituido será del orden del doble del que normalmente tiene el cable.

Derivaciones en cables unipolares.

Se tomará la precaución de utilizar las máquinas de compresión y las matrices apropiadas en las derivaciones a compresión, y las piezas apropiadas en las derivaciones a tornillo, además de las recomendaciones indicadas en el apartado correspondiente.

Terminales.

Colocación de terminales en puntas:

Se seguirán las normas generales indicadas por el fabricante y por la compañía, insistiendo en la correcta utilización de las matrices apropiadas y del número de entalladuras para cada sección de cable.

Para proteger el tramo de conductor que pueda quedar sin aislamiento entre el terminal y la cubierta del cable se utilizará cinta aislante adhesiva de PVC. Se tendrán además en cuenta las indicaciones dadas en el apartado correspondiente, sobre todo para el aluminio.

Armarios de distribución.

a) Fundaciones para armarios:

Se confeccionarán de forma que tengan la suficiente resistencia mecánica, así como la cimentación suficiente para evitar posteriores hundimientos, de acuerdo con las normas de la compañía.

Al preparar la fundación se dejarán los tubos 6 taladros necesarios para el posterior tendido de los cables, colocándolos con la mayor inclinación posible para que los cables queden siempre, como mínimo, a 50 cm. Por debajo de la rasante del suelo.

La fundación para armarios tendrá como mínimo 15 cm., de altura sobre el nivel del suelo, y si en el armario van contadores, la necesaria para que éstos queden como mínimo a 60 cm. De la rasante del suelo.

Debe dejarse un taladro que salga lateralmente a 50 cm., bajo el nivel del terreno para poder conectar a través de él la toma de tierra del electrodo de barra con el neutro de B.T.

b) Colocación de armarios:

Se recibirán con mortero de cemento, procurándose dejar bien nivelada la base. Esta debe ir fija con pernos verticales a la fundación.



Montaje y conexionado de armarios.

El montaje de terminales y su conexionado se hará de acuerdo con las normas:

Se tendrá en cuenta al hacer la conexión de los conductores de la red que el neutro debe ir situado siempre a la izquierda del observador, mirando al armario de frente. Y que la base portafusibles correspondiente llevará un tubo ó barra de neutro" en vez de cartucho fusible.

Medidas eléctricas.

Una vez finalizadas las obras, se procederá a la medición de la puesta a tierra del neutro de la instalación, efectuando en su caso las correcciones que sean necesarias para ajustar el valor de la misma a la legalidad vigente para este tipo de instalaciones.

Se comprobará la continuidad de todos los conductores y sus posibles fugas o defectos de aislamiento que se puedan haber producido durante el proceso de tendido.

Se medirá la tensión entre fases y entre fases y neutro en el final de la instalación, comprobando que esta dentro de los límites exigibles para este tipo de instalación.

Obra civil.

El contratista quedará obligado, por su cuenta, a construir, a desmontar y a retirar al final de las instalaciones todas las edificaciones auxiliares para oficinas, almacenes, cobertizos, caminos de servicio, etc., que sean necesarias para la ejecución de los trabajos.

Todas las construcciones estarán supeditadas a la aprobación de la dirección de obra, en lo que se refiere a su ubicación y dimensiones.

Medidas de protección y limpieza

El contratista protegerá todos los materiales y la propia obra contra todo deterioro y daño durante el periodo de construcción, y almacenará y protegerá contra incendios todas las materias inflamables, cumpliendo todos los reglamentos aplicables.

Salvo que se indique expresamente lo contrario construirá y conservará a su costa, todos los pasos y caminos provisionales, seriales de tráfico y todos los recursos necesarios para proporcionar seguridad y facilitar el tránsito dentro de las obras.

El contratista tomará a sus expensas las medidas oportunas para que no se interrumpa el tráfico en las vías existentes, dedicando especial atención a este respecto.

Serán de cuenta del adjudicatario, tanto la ejecución de las obras necesarias para desvío de tráfico, como la señalización provisional.



Zanjas: ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado.

Zanja normal baja tensión.

Estas canalizaciones de líneas subterráneas deberán proyectarse teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera, no admitiéndose su instalación bajo la calzada, excepto en los cruces, evitando los ángulos pronunciados.

El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo:

Cable unipolar: 15 veces el diámetro.

Los radios de curvatura en operaciones de tendido serán como mínimo el doble de las indicadas anteriormente en su posición definitiva.

Los cruces de calzadas deberán ser perpendiculares, procurando evitarlos si es posible sin perjuicio del estudio económico de la instalación en proyecto y si el terreno lo permite.

Los cables se alojarán en zanjas de 0,90 m de profundidad mínima y una anchura que permita las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,60 m.

En el fondo de la zanja se colocará una capa de arena de río de un espesor de 10 cm., sobre la que se depositará el cable o cables a instalar, que se cubrirán con otra capa de idénticas características con un espesor mínimo de 15 cm.; sobre éstas se colocará una protección mecánica que puede estar constituida por rasillas, ladrillos colocados transversalmente sobre el sentido de trazado del cable, etc. A continuación se tenderá otra capa, con tierra procedente de la excavación, de 25 cm. de espesor apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa se instalará una banda de polietileno de color amarillo-naranja en la que se advierta la presencia de cables eléctricos; esta banda es la que figura en la recomendación UNESA 0205. Tanto la protección mecánica como la cinta de advertencia, se colocarán por cada cable tripolar o terna de unipolares en mazo. A continuación se rellenará la zanja con tierra procedente de la excavación, debiendo utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Finalmente se reconstruirá el pavimento, si lo hubiera, del mismo tipo y calidad del existente antes de realizar la apertura.

Cruces de calzada

En los cruces de calzadas o en cruces especiales el cable irá alojado en tubos adecuados, fibrocemento, pvc. Etc., de superficie interna lisa siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable y 15 cm. como mínimo. El número mínimo de tubos a colocar será de tres. Cuando se alojen varios ternos de cables en un cruce, será preciso disponer como mínimo de un tubo de reserva.

Los cruces especiales como vías férreas, cursos de agua, otros servicios, etc., serán objeto de un cuidadoso estudio que garantice una perfecta seguridad para el cable.

Cuando una canalización discurra paralelamente a conducciones de otros servicios (agua, gas, teléfonos, telecomunicación, vapor, etc.) se guardará una distancia mínima de 50 cm. y lo indicado en la mi BT 006.



En los cruzamientos con otros servicios, la distancia mínima será de 25 cm., Cuando en una misma zanja coinciden más de un cable, la distancia entre los mazos que forman cada tema será como mínimo de 0,20 m. Cuando por una zanja en acera discurran un cable de MT. Y uno de B.T. éste último no se colocará en el mismo plano vertical.

Cruzamientos y paralelismos

Existen varios paralelismos y cruzamientos con alcantarillado, agua potable y tendido de telefónica en el trazado de la red, se resolverán en la ejecución de la obra, manteniendo las distancias reglamentarias.

Normas generales para la ejecución de las instalaciones

Montajes en cables de baja tensión.

En estos montajes se tendrá un cuidado especial en el cable de aluminio, y sobre todo en lo que se refiere a la colocación de las arandelas elásticas y a la limpieza de las superficies de contacto, que se realizará cepillando con carda de acero el cable, previamente impregnado de grasa neutra o vaselina para evitar la formación instantánea de alúmina, los empalmes, terminales. etc., se harán siguiendo las normas de la compañía, o en su defecto las publicadas por los fabricantes de los cables o de los accesorios.

Documentos contractuales

Con excepción de los títulos, subtítulos, epígrafes, encabezamientos e índices, que se incluyen por mera conveniencia del lector, todo lo contenido en este pliego será considerado parte del contrato, salvo cuando se excluyan expresamente alguna de sus partes. Se considerará como parte del contrato lo siguiente:

- 1.- el pliego de condiciones facultativas, económicas y legales.
- 2.- los planos contractuales.
- 3.- el presupuesto,

Reglamentación

Además de la reglamentación contemplada en los anteriores capítulos, se deberán de cumplir toda la reglamentación y normativa vigente referente a seguridad e higiene en el trabajo. Así como las normas tecnológicas de la edificación n.t.e., que contemplen este tipo de instalaciones.



Dirección e inspección

El promotor designará el ingeniero director que ha de inspeccionar y dirigir las obras, así como el resto del personal adscrito a la dirección de la obra.

Las órdenes del ingeniero director deberán ser aceptadas por el contratista como emanado directamente del promotor, el cual podrá exigir que las mismas le sean dadas por escrito y firmadas, con arreglo a las normas habituales en estas relaciones técnico-promotor. Se llevará un libro de ordenes con hojas numeradas en el que expondrá, por duplicado, las que se dicten en el curso de las obras y que serán firmadas por ambas partes, entregándose una copia firmada al contratista.

Cualquier reclamación que, en contra de las disposiciones de la dirección de obra, crea oportuna hacer el contratista, deberá ser formulada por escrito. Dentro del plazo de quince días después de dictada la orden.

El ingeniero director podrá vigilar todos los trabajos y los materiales que se empleen, pudiendo rechazar los que no cumplan las condiciones exigidas.

El ingeniero director o su representante, tendrá acceso a todas las partes de la obra, y el contratista les prestará la información y ayuda necesaria para llevar a cabo una inspección completa y detallada. Se podrá ordenar la remoción y sustitución, a expensas del contratista, de toda la obra hecha o de todos los materiales usados sin la supervisión o inspección del ingeniero director o su representante.

El contratista comunicará con antelación suficiente, nunca menor de ocho días, los materiales que tenga intención de utilizar, enviando muestras para su ensayo y aceptación, y/o certificados de homologación, facilitando los medios necesarios para la inspección.

El ingeniero director podrá exigir los ensayos de los materiales que estime oportunos al contratista, hasta un costo no superior al 1 % del valor del presupuesto de adjudicación.

El ingeniero director podrá exigir que el contratista retire de las obras a cualquier empleado u operario por incompetencia, falta de subordinación o que sea susceptible de cualquier otra objeción.

Lo que no se expone respecto a la inspección de las obras y los materiales en este pliego, no releva a la contrata de su responsabilidad en la ejecución de las obras.

Replanteo de las instalaciones. Referencias

Una vez el contratista esté en posesión del proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares.

El ingeniero director proporcionará las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de las mismas, así como las referencias de los materiales que se utilizarán en las instalaciones

Por la dirección de la obra se efectuará la comprobación del replanteo de toda la obra o de los replanteos parciales que sean necesarios, debiendo presenciar dichas operaciones el contratista, el cual se hará cargo de los hitos, marcas, señales, estacas o referencias que se dejen en el terreno estando obligado a su conservación.

Del replanteo de estas operaciones se levantará acta por quintuplicado ejemplar, que firmarán la dirección de obra y el contratista. A este se le entregará un ejemplar firmado de cada una de dichas actas.

El contratista podrá exponer todas las dudas referentes al replanteo, pero una vez firmada el acta correspondiente quedará responsable de la exacta ejecución de las obras.



Plan de instalación

Antes de transcurridos veinte días, a partir de la fecha de adjudicación de la obra, el contratista presentará un plan de construcción completo, detallado y razonado, así como plan de seguridad e higiene en el trabajo, de acuerdo con los planos fijados en el contrato. Este plan contendrá como mínimo los siguientes datos:

- Fijación de las clases de obra que integran el proyecto, de acuerdo con la descripción y medición de las partidas presentes en la oferta,
- Determinación de los medios necesarios. Incluirá una relación del personal y maquinaria, con sus rendimientos medios, que el contratista se propone emplear en la ejecución de las obras.
- Estimación, en días naturales, de los plazos parciales para la ejecución de las diversas clases de obras.
- Valoración mensual y acumulada de la obra programada sobre la base de los precios unitarios de proyecto.

Revisión del plan de instalación

Siempre y cuando sea conveniente, el plan de construcción será revisado por el contratista en el modo y momento ordenado por el ingeniero director y, si lo aprueba el promotor. El contratista se adaptará estrictamente al plan revisado. En ningún caso se permitirá que el plazo total fijado para la terminación de la obra sea objeto de dicha revisión, si antes ha sido justificada plenamente la necesidad de tal ampliación de plazo de acuerdo con las disposiciones de los artículos de este pliego.

Iniciación y ejecución de las instalaciones

Una vez firmada el acta de replanteo de la obra, según lo establecido en la ley de contratos del estado se dará inicio a las obras, siendo la fecha del acta de replanteo la fecha oficial de comienzo de las obras, salvo especificación en contra en la mencionada acta.

El contratista proseguirá la obra con la mayor diligencia empleando aquellos medios y métodos de construcción que aseguren su terminación no más tarde de la fecha establecida para ello, o en la fecha a que se haya ampliado el tiempo estipulado originariamente para la terminación. El contratista presentará a pié de obra toda la maquinaria y equipo que prometió durante la oferta y que el promotor crea necesario para ejecutar convenientemente el trabajo.

El contratista salvo aprobación por escrito del director de la obra no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación al proyecto como en las condiciones técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el director de la obra, a tenor de las facultades que al mismo se lo atribuyen en el resto de este pliego de condiciones.



Subcontratación de obras y/o instalaciones

Durante la ejecución de las instalaciones otros contratistas podrán emplearse subcontratados por el contratista principal.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Que se dé conocimiento por escrito al director de las instalaciones del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que el director de la obra lo autorice previamente.
- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no excedan del 50 % del presente presupuesto total de obra principal. En cualquier caso el contratante no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista, cualquier subcontratación de obras no eximirá al contratista principal de ninguna de sus obligaciones respecto al contratante.
-

Coordinación con otros contratistas

- a) En el caso de que esta situación exista, el contratista deberá coordinar su trabajo con los otros subcontratistas según las ordenes del ingeniero director. Si el ingeniero director determinase que el contratista principal no coordina su trabajo con el de los otros en la forma por el indicada:
 - El promotor se reserva el derecho de suspender todos los pagos hasta que el contratista cumpla con dichas órdenes de coordinación.
 - El contratista indemnizará y será responsable de los perjuicios causados al promotor debido a cualquier reclamación o litigio de daños, así como por los costos y gastos a los que queda sujeto, sufra o incurra por no atender prontamente el contratista a las órdenes del ingeniero director.
- b) B) en el caso de que el contratista avise por escrito al ingeniero director de que otro contratista no está coordinando su trabajo como es debido, el ingeniero director deberá investigarlo prontamente, y si encuentra que esto es cierto, deberá dar prontamente al otro contratista las directrices necesarias para corregir la situación. No obstante lo anterior, el promotor no será responsable ni de los daños ocurridos al contratista por no atender prontamente otro contratista las ordenes dadas por el ingeniero director. Ni porque otro contratista no ejecute debidamente su trabajo, quedando entendido que el promotor no garantiza la responsabilidad y la eficacia de ningún contratista ni subcontratista.
- c) En el caso de que el contratista experimente algún daño por acto u omisión de otro que haya sido contratado por el promotor para la realización de otros trabajos en la zona o para trabajos que pueda ser necesarios efectuar para la adecuada prosecución de la obra a ejecutar, así como por cualquier acto u omisión de cualquier subcontratista, el perjudicado no tendrá derecho a indemnización del promotor por los daños ocurridos. No obstante lo anterior, el perjudicado tendrá derecho a indemnización del otro contratista por virtud de provisión similar a la que se expone a continuación.



- d) Si cualquier otro contratista contratado por el promotor para ejecutar trabajos en la zona de la obra de este proyecto, fuera perjudicado por acto u omisión del contratista de este proyecto o uno de los subcontratistas, este reembolsará al perjudicado todos los daños ocurridos, e indemnizará y liberará de responsabilidad al promotor por todas estas reclamaciones.

Facultades del ingeniero director y disposición de medios

El ingeniero director podrá rechazar cualquier máquina o elemento que juzgue inadecuado y podrá exigir los que razonablemente considere necesarios.

La maquinaria, restantes medios y personal determinados en 2.5. Quedarán afectos a la obra y en ningún caso el contratista podrá retirarlos sin autorización expresa del ingeniero director.

El contratista aumentará los medios e instalaciones auxiliares, almacenes y personal técnico siempre que el ingeniero director lo estime necesario para el desarrollo de las obras en el plazo establecido. Estos aumentos no podrán ser retirados sin la autorización expresa del ingeniero director.

Se levantará un acta en la que consten los medios auxiliares y técnicos que queden afectos a la obra

La aceptación del plan y relación de medios propuestos por el contratista, no implica exención alguna

De responsabilidad para el mismo, en caso de incumplimiento de los plazos parciales o totales convenidos.

Representante del contratista

Una vez adjudicadas definitivamente las obras, el contratista designará una persona que asuma la jefatura de la obra que se ejecute, y que actuará como representante suyo ante la dirección de la obra y el promotor, a todos los efectos que se requieran durante la ejecución de las instalaciones. Dicho representante deberá residir en un punto próximo a los trabajos y no podrá ausentarse sin ponerlo en conocimiento del director de la obra.

Medios y métodos de instalación

A menos que se indique expresamente en los planos y documentos contractuales, los medios y métodos de instalación serán elegidos por el contratista, si bien reservándose el ingeniero director el derecho de rechazar aquellos métodos y medios propuestos por el contratista que:

- Constituyan o puedan causar un riesgo al trabajo, personal o bienes.
- Que no permitan lograr un trabajo terminado conforme a lo exigido en el contrato.

Dicha aprobación del ingeniero director o en su caso su silencio, no eximirá al contratista de la obligación a cumplir el trabajo conforme a lo exigido en el contrato, en el caso de que el ingeniero director rechace los medios y métodos del contratista, esta decisión no se considerará como una base de reclamaciones como daños causados.



Materiales que no cumplan las condiciones necesarias

El director de la obra, de acuerdo con el contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmar que permite una instalación correcta. La vigilancia y conservación del material será por cuenta del contratista. Así mismo el contratista será responsable de la procedencia de los materiales, sobre la cual el director de la obra le podrá pedir justificación de la misma.

Cuando los materiales, elementos de instalaciones y aparatos no fueran de la calidad prescrita en este pliego, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando a falta de prescripciones formales de aquel se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objetivo, el ingeniero director dará orden al contratista para que, a su costa, los reemplace por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si los materiales o elementos de instalaciones fueran defectuosas, pero aceptables a juicio del ingeniero director, se recibirán, pero con la rebaja de precio que el mismo determine, a menos que el contratista prefiera sustituirlos.

Agua

El contratista tendrá obligación. Si fuese necesario, de montar y conservar por su cuenta un suministro de agua, tanto para las obras como para el uso del personal, instalando y conservando los elementos precisos a tal fin.

Energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica será por cuenta del contratista

Señalización de las obras

El contratista quedará obligado a señalar a su costa, las obras objeto del contrato con arreglo a las instrucciones del ingeniero director.

Instalaciones y construcciones auxiliares

El contratista quedará obligado, por su cuenta, a construir, a desmontar y a retirar al final de las instalaciones todas las edificaciones auxiliares para oficinas, almacenes, cobertizos, caminos de servicio, etc., que sean necesarias para la ejecución de los trabajos.

Todas las construcciones estarán supeditadas a la aprobación de la dirección de obra, en lo que se refiere a su ubicación y dimensiones



Medidas de protección y limpieza

El contratista protegerá todos los materiales y la propia obra contra todo deterioro y daño durante el periodo de construcción, y almacenará y protegerá contra incendios todas las materias inflamables, cumpliendo todos los reglamentos aplicables.

Salvo que se indique expresamente lo contrario construirá y conservará a su costa, todos los pasos y caminos provisionales, seriales de tráfico y todos los recursos necesarios para proporcionar seguridad y facilitar el tránsito dentro de las obras.

El contratista tomará a sus expensas las medidas oportunas para que no se interrumpa el tráfico en las vías existentes, dedicando especial atención a este respecto.

Serán de cuenta del adjudicatario, tanto la ejecución de las obras necesarias para desvío de tráfico, como la señalización provisional.

Seguridad en el trabajo

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos bajo tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal, los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc. Todo material que se utilicen no debe ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes o clavos en las suelas.

El personal de la contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidas para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc. Pudiendo el director de las instalaciones suspender los trabajos. Si estima que el personal de la contrata está expuesto a peligros.

El director de las instalaciones podrá exigir del contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero, que por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

Todas lo anteriormente expuesto será extensible en su caso al subcontratista si existiese. El director de la obra podrá exigir al contratista en cualquier momento, antes o después del comienzo de las obras, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de la seguridad social de todo tipo en la forma legalmente establecida, y en su caso de la subcontrata.

Seguridad pública

El contratista deberá tomar las máximas precauciones en todas las operaciones y usos de equipos, para proteger a las personas, animales y cosas de peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionaran.

El contratista formalizará y mantendrá con una compañía de seguros una póliza que proteja suficientemente a su empresa y a sus empleados u obreros, frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc. En que uno u otros pudieran incurrir para con el contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

El importe que deberá de cubrir esta póliza será como mínimo de 600.000 €



Instalaciones sanitarias provisionales

El contratista construirá y conservará las debidas instalaciones sanitarias provisionales, adaptadas al número de obreros y a las características exigidas por las autoridades locales y nacionales, las citadas instalaciones serán revisadas y en su caso aprobadas por escrito por el ingeniero director, a la terminación de las obras serán retiradas estas instalaciones, procediéndose a la limpieza de los lugares ocupados por las mismas y dejando en todo caso estos limpios y libres de inmundicias.

Retirada de medios auxiliares

A la terminación de las obras y dentro del plazo que señale el ingeniero director, el contratista retirará todas sus instalaciones, herramientas, materiales, etc. Y procederá a la limpieza general de la obra.

Comprobación de las instalaciones

Antes de verificarse la recepción provisional y definitiva de las instalaciones, se someterán todas ellas a las pruebas habituales en este tipo de instalaciones, y se procederá a la toma de muestras para la realización de ensayos si fuera necesario, todo ello con arreglo al programa que redacte el ingeniero director, siempre que su costo, junto con los de recepción provisional y definitiva. No exceda del 1 % del presupuesto de ejecución material será por cuenta del adjudicatario de las obras.

Todas estas pruebas y ensayos serán de cuenta del contratista en la forma antes indicada, quien facilitará todos los medios que para ello se requieran, y se entiende que no están verificadas totalmente las obras hasta que no den resultados satisfactorios.

Si el ingeniero director exigiera mayor número de ensayos que los especificados en este pliego y dieran resultados positivos, su costo será por cuenta del promotor.

También será por cuenta del contratista, los asientos y averías, accidentes y daños que se produzcan en estas pruebas, y procedan de la mala construcción o falta de precauciones,

La recepción parcial o total de los materiales e instalaciones antes de la recepción provisional, no exime al contratista de sus responsabilidades en el acto de reconocimiento final y pruebas de recepción provisional y definitiva.

Recepción provisional de las instalaciones

Una vez terminadas las instalaciones se procederá a su reconocimiento, realizándose las pruebas y ensayos que ordene el ingeniero director.

Si los resultados fueran satisfactorios, se recibirán provisionalmente las obras, contándose a partir de esta fecha el plazo de garantía.

Si los resultados no fueran satisfactorios, y no procediese recibir las instalaciones, se hará constar en acta, y se concederá al contratista un plazo razonable, firmado por el ingeniero director, para que corrija las deficiencias observadas, transcurrido el cual, deberá procederse de nuevo a su reconocimiento, y a pruebas y ensayos si el ingeniero director los estima necesarios, para llevar a efecto la recepción provisional. Los costos



de reparación y subsanación de los defectos, así como los ensayos y pruebas serán, en este caso, de cuenta del contratista.

Si transcurrido dicho plazo no se hubieran subsanado los defectos, o no hubiera cumplido estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato, con pérdida de fianza y garantía si la hubiera.

Recepción definitiva de las instalaciones

De forma análoga a la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva, teniendo lugar una vez transcurrido el plazo de garantía.

Gastos e impuestos

El contratista presentará antes de la liquidación de las instalaciones las pruebas fehacientes de haber liquidado los impuestos de derechos reales y timbre, pagos realizados del IVA. Durante el período de duración del contrato, de obra, certificado de estar al día en el pago de los restantes impuestos de la hacienda pública. Como con la seguridad social.

Igualmente podrán ser de cuenta y cargo del contratista, si así se hace constar en contrato, los gastos que originen los anuncios en periódicos, tanto oficiales como privados, referentes a las instalaciones adjudicadas, así como los de toda clase de contribución e impuestos fiscales de cualquier orden, estatal, autonómico, provincia, municipal o local que graven la obra a ejecutar o su contratación y los documentos a que ello de lugar,

El promotor podrá exigir, para su exhibición y comprobación, del adjudicatario de las instalaciones comprobantes de pago citados, pudiendo retener de las certificaciones el importe aproximado de los impuestos o seguros sociales que no se le hubiese demostrado haber satisfecho.

En ningún caso podrá ser causa de revisión de precios la modificación del sistema tributario vigente.

Fianza

Se constituirá de acuerdo con las normas que se fijen en las bases del contrato o subasta.

Plazos de ejecución

El plazo de ejecución será el que se estipule en las bases del concurso o subasta, o en su caso, el indicado en la memoria del presente proyecto.



Prorroga

Si se solicitara una demora de plazo esta se le otorgará al contratista cuando la demora en la terminación del trabajo sea debida a:

- Actos u omisiones del promotor.
- Actos u omisiones de otros contratistas de otras instalaciones u obras que afecten a las instalaciones objeto de este proyecto.

Para tener opción a la prórroga del plazo el contratista debe comunicar por escrita al ingeniero director cualquier circunstancia que pueda afectar al plazo indicado, indicando a que parte de la instalación afecta y en que sentido.

Esta comunicación le será entregada a la dirección de obra dentro de los diez días siguientes de haber ocurrido dicha circunstancia.

Modificaciones del proyecto

El promotor, de acuerdo con la dirección de la obra, podrá introducir en el proyecto, antes de empezar las obras o durante su ejecución, las modificaciones que sean precisas para la normal construcción de las instalaciones, aunque no se hayan previsto en el proyecto, y siempre que lo sean sin separarse de su espíritu y recta interpretación generándose, en su caso, los correspondientes precios contradictorios a que hubiera lugar.

También podrá introducir el promotor, de acuerdo con la dirección de la obra, aquellas modificaciones que produzcan aumento o disminución. Y aún supresión, de las cantidades de obra medidas en el presente presupuesto.

Todas las modificaciones serán obligatorias para el contratista siempre que, a los precios de contrato, sin ulteriores revisiones, no alteren el presupuesto de adjudicación en más o menos de un veinticinco por ciento.

En este caso, el contratista no tendrá derecho a ninguna variación de precios, ni a indemnización de ningún género por supuestos perjuicios que pueda ocasionar la modificación en el número de unidades de obra o en el plazo de ejecución.

Daños por fuerza mayor

Se interpretará los casos de fuerza mayor con arreglo a los preceptos vigentes para la contratación de obras públicas.

Estos casos de fuerza mayor podrán dar lugar a una ampliación del plazo de ejecución que se fijará por el ingeniero director después de oír al contratista, y siempre y cuando no hubieran podido ser evitados de haberse tomado las oportunas medidas o no haber existido retrasos previos.



Plazo de garantía

Es aquel al final del cual se llevará a cabo la recepción definitiva de las obras, siendo de cuenta del contratista la conservación y reparación de las obras, así como todos los desperfectos que pudiesen ocurrir desde la terminación de estas hasta que se efectúe la recepción definitiva.

El plazo de garantía será de un año (1) a partir de la fecha de recepción provisional. Durante este periodo el contratista garantizará al promotor de las instalaciones, contra toda reclamación de terceros, fundada por causa y/o por ocasión de la ejecución de las obras y/o instalaciones.

Precios unitarios

A. Precios de proyecto.

- Los precios unitarios comprenderán las partidas que se especifiquen en la descomposición del cuadro de precios número dos, y además todas aquellas que, aún no especificándose se incluyen en la denominación del precio según las prescripciones de este pliego y la práctica habitual de la construcción.

B. Precios contradictorios.

- En el caso de que haya que ejecutar instalaciones u obras no previstas en el proyecto se establecerán de acuerdo entre el promotor, la dirección de obra y el contratista los precios contradictorios que han de regir para dichas unidades de obra, levantándose relaciones en las que figuren los precios unitarios descompuestos en sus elementos en la misma forma en que se hizo para los precios que sirvieron de base al proyecto e indicando en dichas relaciones las partes de obra en que son de aplicación dichos precios; levantándose la correspondiente acta de precios contradictorios.

A los precios contradictorios se serán de aplicación los mismos porcentajes de gastos generales, beneficio industrial y coeficiente k que a los restantes precios del proyecto.

Gastos de carácter general a cargo del contratista

Serán de cuenta del contratista los gastos de cualquier clase ocasionados con motivo de la práctica del replanteo general o su comprobación y de los replanteos parciales, de los ensayos de materiales y ensayos en obra de los elementos e instalaciones terminados en el número y tipo especificados en los capítulos correspondientes de este pliego; los de construcción, desmonte y retirada de las instalaciones o construcciones auxiliares, los de protección de materiales y la propia obra contra todo deterioro; los de limpieza de los espacios interiores y exteriores y evacuación de desperdicios y basura, y los de limpieza general para la recepción de la obra.

Serán de cuenta del contratista los gastos de jornales y materiales necesarios para las mediciones periódicas, para la redacción de las certificaciones, y los ocasionados por la medición final y los de pruebas, ensayos, reconocimiento y tomas de muestras para las recepciones totales o parciales, provisionales o definitivas, de las obras, según el



número y tipo de ensayos expuestos en los apartados correspondiente.

En los casos de rescisión de contrato. Cualquiera que sea la causa que lo motive, será de cuenta del contratista los gastos de jornales y materiales ocasionados por la liquidación de las obras y de las actas notariales que sea preciso levantar.

Indemnizaciones a cargo del contratista

Será de cuenta del contratista indemnizar a los propietarios de los derechos que los correspondan y todos los daños que causen con la perturbación del tráfico de las vías públicas, el establecimiento de almacenes, talleres y/o depósitos, los que se originen con la habilitación de caminos y vías provisionales para el transporte de aquellos o para apertura y desviación de cauces y finalmente, los que exijan las demás operaciones que requieran la ejecución de las obras, así como las indemnizaciones por extracción de materiales u ocupar terrenos con vertederos.

Indemnizaciones y costos por cuenta del promotor

Los costos e indemnizaciones que se deriven de la necesidad de reubicar o modificar instalaciones existentes, tales como líneas eléctricas, tuberías, etc..., de propiedad privada o pública, no integrantes del proyecto, correrán a cargo del promotor, estando el contratista obligado a realizar los trabajos necesarios para ello, previo acuerdo del precio contradictorio.

Pago de las obras

El pago de obras realizadas se hará sobre certificaciones parciales que se practicarán mensualmente, contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en plazo a que se refieren.

Serán por cuenta del contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas y/o enterradas.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El director de la obra expedirá las certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales de buena cuenta. Ratificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas certificaciones.

Acopios

El ingeniero director podrá abonar a cuenta, en casos justificados, acopios de materiales. Salvo circunstancias excepcionales solo se abonarán los siguientes materiales y los siguientes porcentajes máximos del importe del material puesto en obra:

Abono máximo = 25 %



Agotamientos

Los agotamientos no se abonarán independientemente siempre que estén contemplados en la correspondiente justificación de precios de la unidad en cuestión, del presente proyecto.

Entibaciones

Las entibaciones que sea preciso ejecutar no se abonarán independientemente, pues su precio está incluido en los precios unitarios del cuadro de precios número uno del presente proyecto donde se pueden presentar.

Ensayos

Los ensayos de control y recepción serán por cuenta del contratista hasta los límites marcados en los capítulos anteriores. Pasado aquel límite los que den resultado positivo serán de cuenta del promotor y los negativos de cuenta del contratista.

El presupuesto total de ensayos a cargo del contratista no podrá exceder del uno por ciento (1%) del presupuesto de adjudicación de la obra, salvo manifiestas irregularidades en la instalación por parte del contratista.

Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar las obras

Una vez finalizadas las obras, se comprobará el correcto funcionamiento de las mismas, emitiendo por parte del instalador el certificado de instalación correspondiente.

Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

Al contratista ejecutor de las obras, se le considera en conocimiento del reglamento nacional del trabajo en las industrias de la construcción (orden del ministerio de trabajo de 11 de abril de 1.946), del reglamento de seguridad en la industria de la construcción (ordenes de 20 de mayo de 1.952 y 23 de septiembre de 1.966), de la ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo (orden de 9 de marzo de 1.971) y de la responsabilidad general por negligencias en la industria de la construcción (circular 5/65 de la fiscalía del tribunal supremo) y de que viene obligado a cumplimentar y a tomar cuantas medidas de seguridad sean necesarias para salvaguardar la integridad física de las personas, tanto integrantes de la obra, como ajenas a ella.

Las instalaciones de acometida eléctrica provisional de obra dado el deterioro que sufren, averías en la aparamenta por sobrecargas y cortocircuitos, deterioros graves en los conductores, conexiones eléctricas sin seguridad alguna, puenteo de automáticos, requieren para mantener la seguridad una verificación y mantenimiento periódico por personal competente (instalador eléctrico autorizado) y en particular una comprobación de resistencia de puesta a tierra. El instalador eléctrico será responsable de mantener la instalación en condiciones de seguridad.



Revisiones, inspecciones y pruebas periódicas reglamentarias a efectuar por parte de instaladores, de mantenedores y/o de organismos de control.

Todos los receptores deberán disponer del marcado ce, y certificados correspondientes de seguridad en máquinas.

A los efectos de lo dispuesto en la instrucción técnica complementaria mie-aem-2 del reglamento de aparatos de elevación y manutención referente a grúas torres desmontables para obras, apdo. 7, y la norma une 58-101-80, parte ii, “aparatos pesados de elevación. Condiciones de resistencia y seguridad en las grúas torre desmontables para obra. Condiciones de instalación y utilización, se debe redactar proyecto técnico específico de instalación de la misma, donde se definirán las condiciones técnicas, de instalación y mantenimiento de dicho receptor, quedando las mismas fuera del objeto del presente proyecto.

Certificados, documentación y listado de elementos sujetos a homologación.

Se aportará para la tramitación de este proyecto, ante el organismo público competente, la documentación que se detalla:

- Solicitud.
- Proyecto.
- Homologaciones de elementos, que a petición de la dirección o el organismo competente, sean solicitados.
- Boletín de instalación, por empresa autorizada.
- Certificado fin de obra.
- Contrato de mantenimiento (si se requiere).

Libro de órdenes.

El director técnico de la instalación, deberá tener en la obra un libro de órdenes, en el cual anotará todas las anomalías observadas y las órdenes dadas para su subsanación.