



**EPS**

Escola Politècnica

**UdG** Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

**Estudi:** Enginyeria Industrial Pla 1994

**Títol:** Projecte d'una xarxa de distribució elèctrica de mitja tensió, centres de transformació i instal·lacions d'enllaç d'un polígon industrial.

**Document:** MEMÒRIA I ANNEXOS

**Alumne:** Joan Manel Borromeo Macareno

**Director/Tutor:** Josep Antoni Ramon Guasch

**Departament:** Electrònica, Informàtica i Automàtica

**Àrea:** E.S.A

**Convocatòria** (mes/any): juny/2009

**ÍNDEX**

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓ</b>	<b>5</b>
1.1	ANTECEDENTS	5
1.2	OBJECTE DEL PROJECTE	5
<b>2</b>	<b>REGLAMENTACIÓ</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>SITUACIÓ</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>TITULAR</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>DESCRIPCIÓ GENERAL DE LES INSTAL·LACIONS</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>DESCRIPCIÓ DE LA LÍNIA DE MT</b>	<b>12</b>
6.1	CARACTERÍSTIQUES DEL CONDUCTOR	20
6.2	INSTAL·LACIÓ LÍNIA SUBTERRÀNIA	21
6.2.1	<i>Encreuaments Línia Subterrània</i>	22
6.2.2	<i>Paral·lelismes línia subterrània</i>	25
<b>7</b>	<b>CENTRES DE TRANSFORMACIÓ</b>	<b>28</b>
7.1	DESCRIPCIÓ GENERAL DE L'EDIFICI DELS NOUS C.T.	32
7.1.1	<i>Embolcall</i>	33
7.1.2	<i>Dimensions</i>	34
7.1.3	<i>Placa pis</i>	35
7.1.4	<i>Accessos</i>	35
7.1.5	<i>Ventilació</i>	36
7.1.6	<i>Enllumenat interior</i>	36
7.1.7	<i>Fonamentació</i>	36
7.1.8	<i>Dipòsit de recollida d'oli</i>	36
7.1.9	<i>Acabats i qualitat</i>	37
7.2	SEGURETAT DE L'EDIFICI	37
7.2.1	<i>Senyalització</i>	37
7.2.2	<i>Proteccions personals</i>	38
7.2.3	<i>Proteccions contra contactes accidentals</i>	38
7.2.4	<i>Proteccions mecàniques</i>	38
7.2.5	<i>Sistema contra incendis</i>	38
7.3	APARELLATGE INTERIOR	38
7.3.1	<i>CEL·LES</i>	38
7.3.2	<i>Cel·la d'interruptor de línia (CML)</i>	41
7.3.3	<i>Cel·la de protecció del transformador (CGM/CMP-F)</i>	42
7.3.4	<i>Cel·la d'interruptor automàtic de buit CGM-CMP-V</i>	42
7.3.5	<i>Cel·la de mesura: CGM-CMM</i>	43
7.3.6	<i>Interconnexions entre l'aparellatge</i>	45
7.4	QUADRES DE BAIXA TENSIO	45
7.5	XARXES DE TERRA	46
7.5.1	<i>Terra de Protecció.</i>	47
7.5.2	<i>Terra de Servei.</i>	49
7.6	TRANSFORMADORS DE POTÈNCIA	50
7.6.1	<i>Proteccions del Transformador.</i>	51
<b>8</b>	<b>REFORMA DEL CENTRE DE TRANSFORMACIÓ EXISTENT</b>	<b>53</b>
8.1	INSTAL·LACIONS ELÈCTRIQUES	53
8.1.1	<i>Aparellatge M.T.</i>	53
<b>9</b>	<b>DESCRIPCIÓ GENERAL DE LES XARXES DE BT</b>	<b>54</b>
<b>10</b>	<b>DESCRIPCIÓ DE LA LÍNIA DE BT</b>	<b>55</b>
10.1	CARACTERÍSTIQUES DEL CONDUCTOR	55
10.2	INSTAL·LACIÓ LÍNIA SUBTERRÀNIA	55
10.2.1	<i>Encreuaments línia subterrània de BT</i>	59
10.2.2	<i>Paral·lelismes línia subterrània de BT</i>	60



<b>11 CONTROL</b>	<b>62</b>
11.1 CONTROLADOR DE LES CEL·LES EKORRCI	62
11.2 CONTROLADOR DE CEL·LES PROGRAMABLES EKORCCP	62
11.3 ARMARI DE CONTROL	63
11.4 PROGRAMACIÓ	63
11.5 OPERACIÓ	64
11.6 CENTRE DE CONTROL	64
<b>12 RESUM DEL PRESSUPOST</b>	<b>65</b>
<b>13 CONCLUSIONS</b>	<b>66</b>
<b>14 RELACIÓ DE DOCUMENTS</b>	<b>67</b>
<b>15 BIBLIOGRAFIA</b>	<b>68</b>
<b>A. ANNEXOS CÀLCULS JUSTIFICATIUS</b>	<b>70</b>
<b>A.1. PREVISIÓ DE CÀRREGA DEL POLIGON INDUSTRIAL</b>	<b>70</b>
<b>A.2. CÀLCUL ELÈCTRIC DE LA LÍNIA SUBTERRÀNIA DE M.T.</b>	<b>72</b>
A.2.1. INTENSITAT MÀXIMA ADMISSIBLE PELS CONDUCTORS	72
A.2.2. CAIGUDA DE TENSIÓ	73
A.2.3. INTENSITAT DE CURTCIRCUIT MÀXIM ADMISSIBLE	74
<b>A.3. CÀLCUL DELS CENTRES DE TRANSFORMACIÓ PFU4</b>	<b>76</b>
A.3.1. INTENSITAT DE MT	76
A.3.2. INTENSITAT DE BAIXA TENSIÓ	76
A.3.3. INTENSITATS DE CURTCIRCUITS	77
<i>Curtcircuit en el costat de MT</i>	78
<i>Curtcircuit en el costat de BT</i>	78
A.3.4. DIMENSIONAT DE L'EMBARRAT	79
<i>Comprovació per densitat de corrent</i>	79
<i>Comprovació per sol·licitació electrodinàmica</i>	79
<i>Comprovació per sol·licitació tèrmica</i>	80
A.3.5. PROTECCIÓ CONTRA SOBRECARRREGUES I CURTCIRCUITS	80
A.3.6. DIMENSIONAT DELS PONTS DE MT	81
A.3.7. DIMENSIONAT DE LA VENTILACIÓ DEL CENTRE DE TRANSFORMACIÓ	83
A.3.8. DIMENSIONAT DEL POU APAGAFOSCS	84
A.3.9. CÀLCUL DE LES INSTAL·LACIONS DE POSTA A TERRA	84
<i>Investigació de les característiques del sòl</i>	84
<i>Càlcul de la posta a terra (Mètode HOWE)</i>	84
<i>Investigació de les tensions transferibles a l'exterior</i>	89
<b>A.4. CÀLCUL DELS CENTRES DE TRANSFORMACIÓ PFU5</b>	<b>92</b>
A.4.1. INTENSITAT DE MT	92
A.4.2. INTENSITAT DE BAIXA TENSIÓ	92
A.4.3. INTENSITATS DE CURTCIRCUITS	93
<i>Curtcircuit en el costat de MT</i>	93
<i>Curtcircuit en el costat de BT</i>	93
A.4.4. DIMENSIONAT DE L'EMBARRAT	94
<i>Comprovació per densitat de corrent</i>	94
<i>Comprovació per sol·licitació electrodinàmica</i>	94
<i>Comprovació per sol·licitació tèrmica</i>	95



A.4.5.	PROTECCIÓ CONTRA SOBRECARRIGUES I CURTCIRCUITS	95
A.4.6.	DIMENSIONAT DELS PONTS DE MT	96
A.4.7.	DIMENSIONAT DE LA VENTILACIÓ DEL CENTRE DE TRANSFORMACIÓ	98
A.4.8.	DIMENSIONAT DEL POU APAGAFOSCS	99
A.4.9.	CÀLCUL DE LES INSTAL·LACIONS DE POSTA A TERRA	99
	<i>Investigació de les característiques del sòl</i>	99
	<i>Càlcul de la posta a terra (Mètode HOWE)</i>	99
	<i>Investigació de les tensions transferibles a l'exterior</i>	103
A.5.	CÀLCUL DE LES LÍNIES DE BT	106
A.5.1.	CÀLCUL DE LA INTENSITAT	107
A.5.2.	CÀLCUL DE LA SECCIÓ DE LA LÍNIA.	108
B.	ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT	114
B.1.	OBJECTE	114
B.2.	OBLIGACIONS DEL CONTRACTISTA	115
B.3.	ACTIVITATS BÀSIQUES	116
B.4.	IDENTIFICACIÓ DE RISCOS	117
	RISCOS LABORALS	117
	RISCOS I DANYS A TERCERS	119
B.5.	MESURES PREVENTIVES	120
B.6.	PREVENCIÓ DE RISCOS LABORALS A NIVELL INDIVIDUAL	123
B.7.	NORMATIVA APLICABLE	125

# 1 INTRODUCCIÓ

## 1.1 ANTECEDENTS

Es tracta d'una nova instal·lació a efectuar dins del Terme Municipal de Torroella de Montgrí (Girona).

Actualment el polígon industrial té cinc centres de transformació, dels quals s'ha de reformar un, (CT. 3). La necessitat de crear més activitat industrial al municipi va propiciar a la reparcel·lació dels terrenys adjacents i la posada en marxa de 9 centres de transformació més, per poder donar subministra elèctric al nou polígon industrial.

El projecte descriu les característiques que reuniran els 9 nous centres de transformació i distribució i la reforma d'un centre de transformació existent, amb la corresponent nova línia d'alta tensió de tercera categoria de 25kV, (a partir d'ara Mitja Tensió), que alimentarà els centres de transformació projectats. Totes les indústries tindran un subministrament de baixa tensió, excepte una que serà de mitja tensió.

## 1.2 OBJECTE DEL PROJECTE

L'objecte d'aquest projecte és el disseny d'una xarxa de distribució d'alta tensió de tercera categoria de 25 kV subterrània, a partir d'ara mitja tensió (MT), amb deu centres de transformació i distribució de 1000 kVA cadascun. La reforma d'un centre de transformació i distribució de 630 kVA i el disseny de la xarxa de baixa tensió. Amb la finalitat de donar subministrament d'energia elèctrica a les indústries d'un polígon del terme municipal de Torroella de Montgrí (GIRONA) i obtenir l'autorització administrativa per la posterior posada en servei d'aquesta instal·lació.

## 2 REGLAMENTACIÓ

Per la redacció d'aquest projecte s'han tingut en compte les següents reglamentacions:

- Reglament sobre les condicions tècniques i garanties de seguretat en Centrals elèctriques, subestacions i centres de transformació. Aprovat pel RD 3275/1984 de novembre, BOE 1-12-82.
- Decret 351/87 per legalitzacions d'instal·lacions d'energia elèctrica.
- Reglament de verificacions elèctriques i regularitat en el subministra d'energia elèctrica. Decret de 12 de març de 1954 i RD 1754/84 del 18 de juliol de 1984.
- Reglament electrotècnic de baixa tensió i instruccions tècniques complementàries aprovades pel RD 842/2002.
- REAL DECRET 223/2008, de 15 de febrer, per el que se aproven el Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en línies elèctriques d' alta tensió i les seves instruccions tècniques complementaries ITC-LAT 01 a 09.
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IER – Red Exterior (B.O.E.19.6.84).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Deseembre, mitjançant el qual es regulen les “Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica”.
- Normes particulars i de normalització de la Cia. Subministradora d'Energia Elèctrica.
- Condiciones imposades pels Organismes Públics afectats i les Ordenances Municipals.

- Instruccions Tècniques Complementaries del Reglament sobre Condiciones Tècniques i Garanties de Seguretat en Centrals Elèctriques, Subestacions i Centres de Transformació. BOE. 25-10-84.
- Autorització d'Instal·lacions Elèctriques. aprovat per la Llei 40/1994, de 30 de desembre, BOE. de 31-12-1994.
- Ordenació del Sistema Elèctric Nacional i desenvolupaments posteriors. Aprovat per la Llei 40/1994, BOE. 31-12-94.
- RD 614/2001, de 8 de Juny, sobre disposicions mínimes per a la protecció de la salut y seguretat dels treballadors vers el risc elèctric.
- RD 2949/1982 de 15 d'Octubre sobre Escomeses Elèctriques.
- NTE-IEP. Norma tecnològica del 24-03-73, per a Instal·lacions Elèctriques de Posta a Terra.
- Normes UNE y recomanacions UNESA.
- Condicionants que puguin ser emesos per organismes afectats per les instal·lacions.
- Qualsevol altra normativa i reglamentació d'obligat compliment para a aquest tipus d'instal·lacions.
- Llei 31/1995, del 8 de novembre, de Prevenció de Riscos Laborals.
- RD 1627/1997 del 24 d'octubre de 1997, sobre Disposicions mínimes de seguretat i salut a les obres.
- RD 485/1997 del 14 de abril de 1997, sobre Disposicions mínimes en matèria de senyalització de seguretat i salut en el treball.



- Real Decreto 1215/1997 del 18 de juliol de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 del 30 de maig de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.





### **3 SITUACIÓ**

Les instal·lacions objecte d'aquest projecte estaran situades dins el municipi de Torroella de Montgrí, en el Terme Municipal de Torroella de Montgrí. La seva situació figura en el plànol núm. 1.



## 4 TITULAR

El titular propietari de les instal·lacions aquí descrites, és l'empresa SUBMINISTRES, S.L., amb domicili a la Rambla Catalunya, 4 de Torroella de Montgrí (GIRONA).

## 5 DESCRIPCIÓ GENERAL DE LES INSTAL·LACIONS

Actualment al polígon industrial consta de 8 abonats alimentats amb quatre centres de transformació:

CT1: que alimenta a quatre petites indústries.

CT2: que alimenta a l'empresa SUBEROLITA.

CT3: que subministra energia elèctrica a dos petites empreses.

CT4: que alimenta al supermercat CAPRABO.

Aquesta situació actual es vol augmentar en incorporar al nucli industrial 9 centres de transformació més i reformar el CT3.

Així la instal·lació que s'ha de fer consta de deu centres de transformació prefabricats de la marca ORMAZABAL.

Els conductor que ja unien el CT ja instal·lats són de  $150\text{mm}^2$ . S'hauran d'empalmar amb el nous conductors de  $240\text{mm}^2$  en els trams que siguin necessaris.

Els centres de transformació nous s'han repartit en el polígon per poder donar una energia equilibrada i amb el mínim cost possible. Un dels centres de transformació és d'abonat (CT 13).

Els traçats de les línies antigues s'han respectat per abaratir costos. Això a condicionat la distribució dels nous centres de transformació.

## 6 DESCRIPCIÓ DE LA LÍNIA DE MT

A continuació es descriuen en forma de taula les línies segons s'especifica al plànol 3.

Tram de la línia 1	
Tipus	Línia subterrània
Finalitat	Ampliar i millorar la capacitat del servei de la xarxa de distribució
Origen	Cel·la 37 del CT 90
Final	Cel·la 27 del CT 5
Longitud línia subterrània nova	55 m
Longitud línia subterrània existent	179 m
Longitud total	234 m
Tensió	25 kV
Nombre de cables	3 per circuit
Material conductor	Alumini
Secció nominal	240 mm <sup>2</sup>
Tensió nominal del cable	18/30 kV
Tensió nominal d'aïllament	70/170 kV

Taula 6.1: Característiques principals de la línia de MT 1

Tram de la línia 2	
Tipus	Línia subterrània
Finalitat	Ampliar i millorar la capacitat del servei de la xarxa de distribució
Origen	Cel·la 17 del CT 5
Final	Cel·la 37 del CT 4
Termes municipals afectats	Torroella de Montgrí
Longitud línia subterrània nova	34 m
Longitud línia subterrània existent	55 m
Longitud total	89 m
Tensió	25 kV
Nombre de cables	3 per circuit
Material conductor	Alumini
Secció nominal	240 mm <sup>2</sup>
Tensió nominal del cable	18/30 kV
Tensió nominal d'aïllament	70/170 kV

Taula 6.2: Característiques principals de la línia de MT 2

Tram de la línia 3	
Tipus	Línia subterrània
Finalitat	Ampliar i millorar la capacitat del servei de la xarxa de distribució
Origen	Cel·la 27 del CT 4
Final	Cel·la 37 del CT 6
Termes municipals afectats	Torroella de Montgrí
Longitud línia subterrània nova	94 m
Longitud línia subterrània existent	153 m
Longitud total	247 m
Tensió	25 kV
Nombre de cables	3 per circuit
Material conductor	Alumini
Secció nominal	240 mm <sup>2</sup>
Tensió nominal del cable	18/30 kV
Tensió nominal d'aïllament	70/170 kV

**Taula 6.3: Característiques principals de la línia de MT 3**

Tram de la línia 4	
Tipus	Línia subterrània
Finalitat	Ampliar i millorar la capacitat del servei de la xarxa de distribució
Origen	Cel·la 27 del CT 6
Final	Cel·la 17 del CT 7
Termes municipals afectats	Torroella de Montgrí
Longitud línia subterrània nova	128 m
Longitud línia subterrània existent	81,2 m
Longitud total	209,2 m
Tensió	25 kV
Nombre de cables	3 per circuit
Material conductor	Alumini
Secció nominal	240 mm <sup>2</sup>
Tensió nominal del cable	18/30 kV
Tensió nominal d'aïllament	70/170 kV

**Taula 6.4: Característiques principals de la línia de MT 4**

Tram de la línia 5	
Tipus	Línia subterrània
Finalitat	Ampliar i millorar la capacitat del servei de la xarxa de distribució
Origen	Cel·la 27 del CT 7
Final	Cel·la 37 del CT 3
Termes municipals afectats	Torroella de Montgrí
Longitud línia subterrània nova	30 m
Longitud línia subterrània existent	115,4 m
Longitud total	145,4 m
Tensió	25 kV
Nombre de cables	3 per circuit
Material conductor	Alumini
Secció nominal	240 mm <sup>2</sup>
Tensió nominal del cable	18/30 kV
Tensió nominal d'aïllament	70/170 kV

**Taula 6.5: Característiques principals de la línia de MT 5**

Tram de la línia 6	
Tipus	Línia subterrània
Finalitat	Ampliar i millorar la capacitat del servei de la xarxa de distribució
Origen	Cel·la 27 del CT 3
Final	Cel·la 37 del CT 8
Termes municipals afectats	Torroella de Montgrí
Longitud línia subterrània nova	70 m
Longitud línia subterrània existent	-----
Longitud total	70 m
Tensió	25 kV
Nombre de cables	3 per circuit
Material conductor	Alumini
Secció nominal	240 mm <sup>2</sup>
Tensió nominal del cable	18/30 kV
Tensió nominal d'aïllament	70/170 kV

**Taula 6.6: Característiques principals de la línia de MT 6**

Tram de la línia 7	
Tipus	Línia subterrània
Finalitat	Ampliar i millorar la capacitat del servei de la xarxa de distribució
Origen	Cel·la 27 del CT 8
Final	Línia de 25kV existent
Termes municipals afectats	Torroella de Montgrí
Longitud línia subterrània nova	32 m
Longitud línia subterrània existent	-----
Longitud total	32 m
Tensió	25 kV
Nombre de cables	3 per circuit
Material conductor	Alumini
Secció nominal	240 mm <sup>2</sup>
Tensió nominal del cable	18/30 kV
Tensió nominal d'aïllament	70/170 kV

**Taula 6.7: Característiques principals de la línia de MT 7**

Tram de la línia 8	
Tipus	Línia subterrània
Finalitat	Ampliar i millorar la capacitat del servei de la xarxa de distribució
Origen	Cel·la 17 del CT 3
Final	Cel·la línia del CT 2
Termes municipals afectats	Torroella de Montgrí
Longitud línia subterrània nova	-----
Longitud línia subterrània existent	300 m
Longitud total	300 m
Tensió	25 kV
Nombre de cables	3 per circuit
Material conductor	Alumini
Secció nominal	150 mm <sup>2</sup>
Tensió nominal del cable	18/30 kV
Tensió nominal d'aïllament	70/170 kV

**Taula 6.8: Característiques principals de la línia de MT 8**

Tram de la línia 9	
Tipus	Línia subterrània
Finalitat	Ampliar i millorar la capacitat del servei de la xarxa de distribució
Origen	Cel·la 17 del CT 3
Final	Cel·la línia del CT 2
Termes municipals afectats	Torroella de Montgrí
Longitud línia subterrània nova	72 m
Longitud línia subterrània existent	123 m
Longitud total	195 m
Tensió	25 kV
Nombre de cables	3 per circuit
Material conductor	Alumini
Secció nominal	240 mm <sup>2</sup>
Tensió nominal del cable	18/30 kV
Tensió nominal d'aïllament	70/170 kV

**Taula 6.9: Característiques principals de la línia de MT 9**

Tram de la línia 10	
Tipus	Línia subterrània
Finalitat	Ampliar i millorar la capacitat del servei de la xarxa de distribució
Origen	Cel·la 27 del CT 10
Final	Cel·la 17 del CT 9
Termes municipals afectats	Torroella de Montgrí
Longitud línia subterrània nova	150 m
Longitud línia subterrània existent	125 m
Longitud total	275 m
Tensió	25 kV
Nombre de cables	3 per circuit
Material conductor	Alumini
Secció nominal	240 mm <sup>2</sup>
Tensió nominal del cable	18/30 kV
Tensió nominal d'aïllament	70/170 kV

**Taula 6.10: Característiques principals de la línia de MT 10**



Tram de la línia 11	
Tipus	Línia subterrània
Finalitat	Ampliar i millorar la capacitat del servei de la xarxa de distribució
Origen	Cel·la 37 del CT 9
Final	Cel·la 17 del CT 11
Termes municipals afectats	Torroella de Montgrí
Longitud línia subterrània nova	172 m
Longitud línia subterrània existent	-----
Longitud total	172 m
Tensió	25 kV
Nombre de cables	3 per circuit
Material conductor	Alumini
Secció nominal	240 mm <sup>2</sup>
Tensió nominal del cable	18/30 kV
Tensió nominal d'aïllament	70/170 kV

**Taula 6.11: Característiques principals de la línia de MT 11**

Tram de la línia 12	
Tipus	Línia subterrània
Finalitat	Ampliar i millorar la capacitat del servei de la xarxa de distribució
Origen	Cel·la 27 del CT 11
Final	Cel·la 17 del CT 14
Termes municipals afectats	Torroella de Montgrí
Longitud línia subterrània nova	126 m
Longitud línia subterrània existent	-----
Longitud total	126 m
Tensió	25 kV
Nombre de cables	3 per circuit
Material conductor	Alumini
Secció nominal	240 mm <sup>2</sup>
Tensió nominal del cable	18/30 kV
Tensió nominal d'aïllament	70/170 kV

**Taula 6.12: Característiques principals de la línia de MT 12**

Tram de la línia 13	
Tipus	Línia subterrània
Finalitat	Ampliar i millorar la capacitat del servei de la xarxa de distribució
Origen	Cel·la 27 del CT 14
Final	Cel·la 17 del CT 12
Termes municipals afectats	Torroella de Montgrí
Longitud línia subterrània nova	120 m
Longitud línia subterrània existent	-----
Longitud total	120 m
Tensió	25 kV
Nombre de cables	3 per circuit
Material conductor	Alumini
Secció nominal	240 mm <sup>2</sup>
Tensió nominal del cable	18/30 kV
Tensió nominal d'aïllament	70/170 kV

**Taula 6.13: Característiques principals de la línia de MT 13**

Tram de la línia 14	
Tipus	Línia subterrània
Finalitat	Ampliar i millorar la capacitat del servei de la xarxa de distribució
Origen	Cel·la 27 del CT 12
Final	Cel·la 17 del CT 13
Termes municipals afectats	Torroella de Montgrí
Longitud línia subterrània nova	152 m
Longitud línia subterrània existent	-----
Longitud total	152 m
Tensió	25 kV
Nombre de cables	3 per circuit
Material conductor	Alumini
Secció nominal	240 mm <sup>2</sup>
Tensió nominal del cable	18/30 kV
Tensió nominal d'aïllament	70/170 kV

**Taula 6.14: Característiques principals de la línia de MT 14**

Tram de la línia 15	
Tipus	Línia subterrània
Finalitat	Ampliar i millorar la capacitat del servei de la xarxa de distribució
Origen	Cel·la 27 del CT 13
Final	Cel·la 27 del CT 1
Termes municipals afectats	Torroella de Montgrí
Longitud línia subterrània nova	374 m
Longitud línia subterrània existent	-----
Longitud total	374 m
Tensió	25 kV
Nombre de cables	3 per circuit
Material conductor	Alumini
Secció nominal	240 mm <sup>2</sup>
Tensió nominal del cable	18/30 kV
Tensió nominal d'aïllament	70/170 kV

**Taula 6.15: Característiques principals de la línia de MT 15**

Tram de la línia 16	
Tipus	Línia subterrània
Finalitat	Ampliar i millorar la capacitat del servei de la xarxa de distribució
Origen	Cel·la 27 del CT 9
Final	Cel·la 37 del CT 5
Termes municipals afectats	Torroella de Montgrí
Longitud línia subterrània nova	384 m
Longitud línia subterrània existent	-----
Longitud total	384 m
Tensió	25 kV
Nombre de cables	3 per circuit
Material conductor	Alumini
Secció nominal	240 mm <sup>2</sup>
Tensió nominal del cable	18/30 kV
Tensió nominal d'aïllament	70/170 kV

**Taula 6.16: Característiques principals de la línia de MT 16**

La tensió nominal de la Xarxa de Mitja Tensió serà en tot cas la mateixa que correspon a un sistema que s'ha de connectar a una tensió trifàsica de 25kV amb una freqüència de 50Hz. La caiguda de tensió en cap cas podrà superar el 7%, en condicions de plena carrega de la línia.

La línia subterrània s'estendrà a una fondària no inferior a 0,90 m. El tern de cables estarà immers en una capa de sorra d'un gruix mínim de 30 cm., per sobre del qual es posaran plaques de polietilè com a protecció. A uns 40 cm. de fondària i en tot el recorregut de la línia, es col·locarà una cinta plàstica amb l'anagrama "PERILL CABLES D'ALTA TENSÍÓ".

Als encreuaments de carrers, així com als guals i altres, s'instal·larà la línia a l'interior de tubulars de secció adequada, protegits mitjançant una capa de formigó.

El traçat de la línia es pot veure en el plànol número 3.

## 6.1 CARACTERÍSTIQUES DEL CONDUCTOR

Un cop estudiades totes les especificacions i estudiant el mercat, el cable que s'ha decidit emprar per l'obra es del tipus HERSATENE RHZ1-OL 18/30 kV de General Cable, amb referència 1284120RJP i 1284121RJP, amb les següents característiques:

Els conductors seran circulars compactes d'Al (alumini), de classe 2 segons la norma UNE 21 022, i estaran formats per diversos fils d'alumini cablejats. La tensió assignada del cable serà de 18/30 kV, el conductor serà d'alumini de 240 mm<sup>2</sup>. Sobre el conductor hi haurà una capa termoestable extruïda semiconductora, adherida a l'aïllament en tota la seva superfície, amb un gruix mig mínim de 0,5 mm i sense acció nociva sobre el conductor. L'aïllament serà de polietilè reticulat (XLPE), de 8 mm de gruix mig mínim. Sobre l'aïllament hi haurà una part semiconductora no metàl·lica, associada a una part metàl·lica. La part no metàl·lica estarà constituïda per una capa de mescla semiconductora termoestable extruïda, de 0,5 mm de gruix mig mínim, que es pugui separar de l'aïllament sense deixar sobre ell traces de mescla semiconductora apreciables a simple vista. La part metàl·lica estarà constituïda per una corona de fils continus de coure recuit, disposats en hèlix oberta, sobre la qual es col·locarà un fleix de coure recuit en hèlix oberta disposada en sentit contrari a l'anterior. La secció real del conjunt de la pantalla metàl·lica serà com a mínim d'16 mm<sup>2</sup>. La col·locació de la pantalla

semiconductora interna, del aïllament i de la pantalla semiconductora externa, al procés de fabricació dels cables, es realitzarà per triple extrusió simultània. La coberta exterior estarà constituïda per una capa d'un compost termoplàstic a base de poliolefina resistent a l'erosió i als contaminants que puguin trobar-se en el subsòl. Serà de color vermell o negre i el seu gruix mig mínim de 2 mm.

## 6.2 INSTAL·LACIÓ LÍNIA SUBTERRÀNIA

La instal·lació d'aquests conductors serà:

- Directament enterrats sota rasa oberta i omplerta amb sorra preparada. S'instal·larà una línia continua de material plàstic sobre el conductor per que aquesta serveixi de protecció mecànica. Quan el conductor transcorri per zones de lliure accés, a demés, disposarà d'una cinta de senyalització amb la identificació d'Alta Tensió.
- En tubs de formigó, ciment o fibrociment, plàstics o metàl·lics, degudament enterrats.

L'obertura de les rases serà realitzada mitjançant maquinaria pesada (retroexcavadora) o a mà quan sigui necessari. Serà estreta fins a una profunditat d'un metre i una amplada de 40cm per a un i dos circuits, de 70cm per a tres circuits i d'un metre per a quatre.

Un cop fetes les rases es prepara un llit de sorra compactada o una capa de 6cm de formigó segons sigui necessari per a rasa a la vorera o en un encreuament de carrers.

L'estesa del conductor es farà mitjançant corró quan la longitud de la línia sigui superior a 150m per que aquests no es deteriorin ni provoquin futures avaries.

Les rases es realitzaran seguint els criteris establerts per la companyia distribuïdora. Els conductors passaran per les voreres i en els casos que sigui necessari creuar el carrer, es realitzaran de forma perpendicular a la calçada i sota tub formigonat. Les corbes que hi hagi en el traçat estaran sempre en consonància amb el radi mínim de curvatura del conductor.

Quan l'estesa de cable s'hagi d'efectuar sota tubular, serà necessari la construcció d'arquetes cada 100m i als canvis de sentit, per tal de facilitar l'accessibilitat als cables tant a l'hora de realitzar la seva estesa, com al solucionar avaries.

Les arquetes seran prefabricades amb unes dimensions de 115x115cm i una alçada de 82cm. Un cop col·locades seran omplertes amb 40cm de sorra, per tal d'esmoreir les vibracions que es poguessin transmetre des de l'exterior. A damunt de la capa de sorra es col·locarà una altra capa de terra crivellada compactada fins a l'alçada que sigui precisa, d'acord amb l'acabat de les rases.

Per a la confecció d'entroncaments s'hauran de seguir els procediments establerts pels fabricants i hauran de ser homologats per la empresa distribuïdora.

### **6.2.1 Encreuaments Línia Subterrània**

Relació de distàncies i disposicions a adoptar en els diferents encreuaments que es puguin produir.

#### *6.2.1.1 Cables de telecomunicacions:*

La separació mínima entre els cables d'energia elèctrica i els de telecomunicacions serà de 0,20 metres. La distància del punt de creuament als empalmaments, tant del cable de energia com del cable de telecomunicacions, serà superior a 1 metre. Quan no puguin respectar-se aquestes distàncies, el cable instal·lat més recentment es disposarà separat mitjançant tubs, conductes o divisòries constituïts per materials d'adequada resistència mecànica, amb una resistència a la compressió de 450 N i que suporten un impacte d'energia de 20 J si el diàmetre exterior del tub no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm i menor o igual 140 mm i de 40 J quan es superior a 140 mm.

#### *6.2.1.2 Conduccions d'aigua:*

La distància mínima entre els cables d'energia elèctrica i canalitzacions d'aigua serà de 0,2 metres. S'evitarà l'encreuament per la vertical de les juntes de les canalitzacions d'aigua, o dels empalmaments de la canalització elèctrica, situat unes i altres a una distància superior a 1 metre de l'encreuament. Quan no puguin mantenir-se aquestes distàncies, la canalització més recent es disposarà separada mitjançant tubs, conductes o divisòries

constituïts per materials d'adequada resistència mecànica, amb una resistència a la compressió de 450 N i que suporten un impacte d'energia de 20 J si el diàmetre exterior del tub no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm i menor o igual 140 mm i de 40 J quan es superior a 140 mm.

### 6.2.1.3 Conduccions de gas:

En els creuaments de línies soterrades d'A.T amb canalitzacions de gas hauran de mantenir-se les distàncies mínimes que s'estableixen a la taula 6.17. Quan per causes justificades no puguin mantenir-se aquestes distàncies, es podrà reduir mitjançant col·locació d'una protecció suplementària, fins els mínims establerts a l'anomenada taula 6.17. Aquesta protecció suplementària, a col·locar entre serveis, estarà constituïda per materials preferentment ceràmics (rajoles, maó, totxanes, etc.).

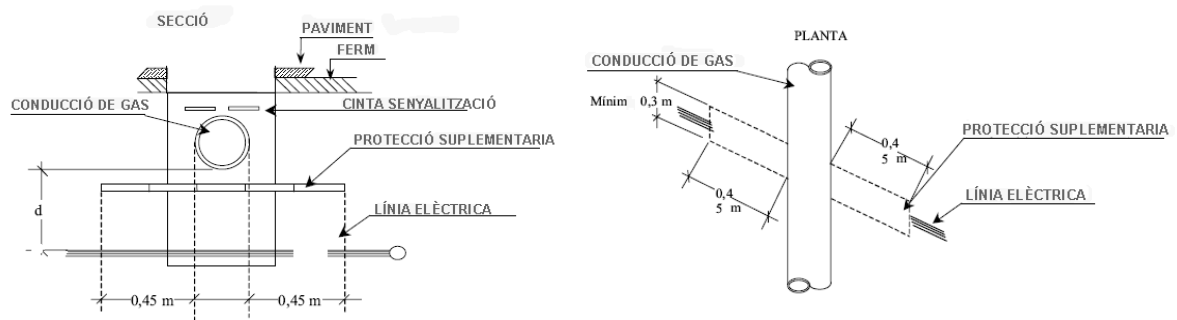
En els casos en que no es pugui complir amb la distància mínima establerta amb protecció suplementària i es considerés necessari reduir aquesta distància, es posarà en coneixement de l'empresa propietària de la conducció de gas, per que indiqui les mesures a aplicar en cada cas.

	Pressió de la instal·lació de gas	Distància mínima (d) sense protecció suplementària	Distància mínima (d) amb protecció suplementària
Canalitzacions i escomeses	A alta pressió >4 bar	0,40 m	0,25 m
	A mitja i baixa pressió ≤ 4 bar	0,40 m	0,25 m
Escomesa interior*	A alta pressió >4 bar	0,40 m	0,25 m
	A mitja i baixa pressió ≤ 4 bar	0,40 m	0,25 m

\* Escomesa interior: Es el conjunt de conduccions y accessoris compresos entre la clau general d'escomesa de la companyia subministradora (sense incloure aquesta) i la vàlvula de seccionament existent a l'estació de regulació i mesura. És la part de l'escomesa propietat del client.

Taula 6.17: Distàncies en creuaments amb canalitzacions de gas

La protecció suplementària garantirà una mínima cobertura longitudinal de 0,45 metres a ambdós costats del creuament i 0,30 metres de amplada centrada amb la instal·lació que es pretén protegir, d'acord amb la figura adjunta.



**Figura 6.1:** Secció i planta del creuament d'una línia d'alta tensió soterrada amb una canalització de gas.

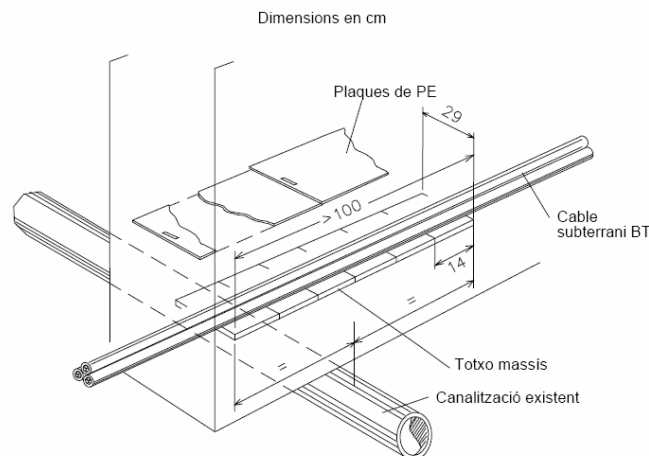
**Font:** Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en línies elèctriques d'alta tensió.

En el cas de línia soterrada d'alta tensió amb canalització intubada, es considerarà com a protecció suplementària el propi tub, no sent d'aplicació les cobertures mínimes indicades anteriorment. Els tubs estaran constituïts per materials amb adequada resistència mecànica, una resistència a la compressió de 450 N i que suportin un impacte d'energia de 20 J si el diàmetre exterior del tub no es superior a 90 mm, 28 J si és superior a 90 mm i menor o igual 140 mm i de 40 J quan és superior a 140 mm.

#### 6.2.1.4 Conduccions de clavegueram:

Es procurarà passar els cables per sobre de les conduccions de clavegueram. No s'admetrà incidir en el seu interior. S'admetrà incidir en la seva paret (per exemple, instal·lant tubs), sempre que s'asseguri que aquesta no ha quedat debilitada. Si no es possible, es passarà per sota, i els cables es disposaran separats mitjançant tubs, conductes o divisòries constituïts per materials d'adequada resistència mecànica, amb una resistència a la compressió de 450 N i que suporten un impacte d'energia de 20 J si el diàmetre exterior del tub no és superior a 90 mm, 28 J si és superior a 90 mm i menor o igual 140 mm i de 40 J quan és superior a 140 mm.





**Figura 6.2:** Representació gràfica en perspectiva i distàncies mínimes del creuament d'una línia d'A.T. amb una canalització.

**Font:** Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en línies elèctriques d'alta tensió.

## 6.2.2 Paral·lelisme línia subterrània

Relació de distàncies i disposicions a adoptar en els diferents paral·lelisme que es puguin produir.

### 6.2.2.1 Cables de telecomunicacions:

La separació mínima entre els cables d'energia elèctrica i els de telecomunicacions serà de 0,20 metres. Quan no puguin respectar-se aquestes distàncies, el cable instal·lat més recentment es disposarà separat mitjançant tubs, conductes o divisòries constituïts per materials d'adequada resistència mecànica, amb una resistència a la compressió de 450 N i que suporten un impacte d'energia de 20 J si el diàmetre exterior del tub no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm i menor o igual 140 mm i de 40 J quan es superior a 140 mm.

### 6.2.2.2 Conduccions d'aigua:

La distància mínima entre els cables d'energia elèctrica i canalitzacions d'aigua serà de 0,2 metres. La distància mínima entre els empalmaments dels cables d'energia elèctrica i les juntes de les canalitzacions d'aigua serà d'1 metro. Quan no puguin mantenir-se aquestes distàncies, la canalització més recent es disposarà separada mitjançant tubs, conductes o divisòries constituïts per materials d'adequada resistència mecànica, amb una resistència a la compressió de 450 N i que suporten un impacte d'energia de 20 J si el diàmetre exterior

del tub no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm i menor o igual 140 mm i de 40 J quan es superior a 140 mm.

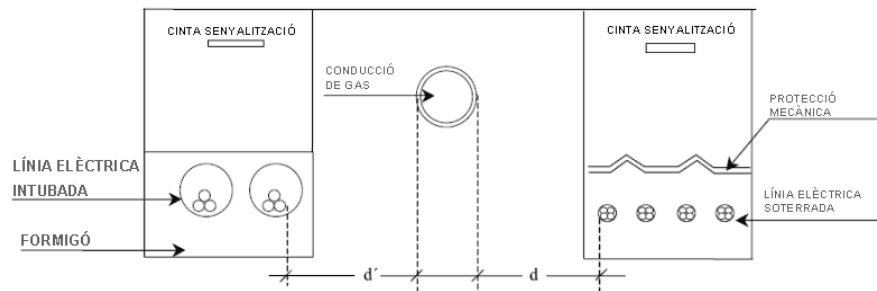
### 6.2.2.3 Conduccions de gas:

En els paral·lelismes de línies soterrades d'A.T amb canalitzacions de gas hauran de mantenir-se les distàncies mínimes que s'estableixen a la taula 6.18. Quan per causes justificades no puguin mantenir-se aquestes distàncies, podrà reduir-se mitjançant col·locació d'una protecció suplementària, fins els mínims establerts a l'anomenada taula 6.18. Aquesta protecció suplementària, a col·locar entre serveis, estarà constituïda per materials preferentment ceràmics (rajoles, maó, totxanes, etc.) o per tubs d'adequada resistència mecànica, una resistència a la compressió de 450 N i que suportin un impacte d'energia de 20 J si el diàmetre exterior del tub no es superior a 90 mm, 28 J si és superior a 90 mm i menor o igual 140 mm i de 40 J quan és superior a 140 mm.

	Pressió de la instal·lació de gas	Distància mínima (d) sense protecció suplementària	Distància mínima (d) amb protecció suplementària
Canalitzacions i escomeses	A alta pressió >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En mitja i baixa pressió $\leq$ 4 bar	0,25 m	0,15 m
Escomesa interior*	En alta pressió >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En mitja i baixa pressió $\leq$ 4 bar	0,20 m	0,10 m

\* Escomesa interior: Es el conjunt de conduccions y accessoris compresos entre la clau general d'escomesa de la companyia subministradora (sense incloure aquesta) i la vàlvula de seccionament existent a l'estació de regulació i mesura. És la part de l'escomesa propietat del client.

**Taula 6.18: Distàncies en paral·lelismes amb canalitzacions de gas**



**Figura 6.3:** Secció (Zona de Ocupació de Canalitzacions).

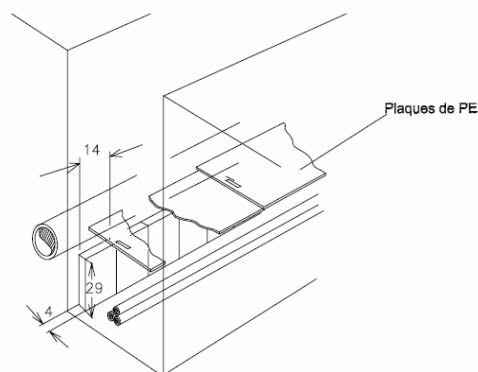
**Font:** Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en línies elèctriques d'alta tensió.

La distància mínima entre els empalmaments dels cables d'energia elèctrica i les juntes de les canalitzacions de gas serà d'1 metre. (mireu figura 6.3).

#### 6.2.2.4 Connexions de servei

En el cas de que alguns dels serveis que creuen o recorren paral·lels a una connexió de servei a un edifici, haurà de mantenir-se entre tots dos una distància mínima de 0,30 metres. Quan no es pugui respectar aquesta distància, la conducció més recent es disposarà separada mitjançant tubs, conductes o divisòries constituïdes per materials d'adequada resistència mecànica, amb una resistència a la compressió de 450 N i suporten un impacte d'energia de 20 J si el diàmetre exterior del tub no es superior a 90 mm, 28 J si és superior a 90 mm i menor o igual 140 mm i de 40 J quan és superior a 140 mm. (mireu figura 6.4)

L'entrada de les connexions de servei als edificis, tant per cables de B.T. com d'A.T. en el cas d'escomeses elèctriques, haurà de tapar-se fins aconseguir la seva estanquitat.



**Figura 6.4:** Representació gràfica en perspectiva i distàncies mínimes del paral·lelisme entre una línia d'alta tensió i una canalització.

**Font:** Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en línies elèctriques d'alta tensió.

## 7 CENTRES DE TRANSFORMACIÓ

Els centres de transformació escollits per aquest projecte són de la marca ORMAZABAL. Els criteris per escollir aquesta marca i no la de SCHNEIDER són:

- Millor rapidesa en el servei
- Millor preu

Per tant, l'edifici serà de marca ORMAZABAL i totes les cel·les instal·lades en els centres de transformació nous.

CT 5		
<b>Tipus</b>	Prefabricat superfície PFU-4/30 (Companyia)	
<b>Cel·les SF<sub>6</sub></b>	17 CML	
	27 CML	
	37 CML	
	49 CMP-F 63A	
<b>Transformador 1</b>	Potència	1000 kVA
	Relació de transformació	25/0,420
	Tipus	1000/36/25 B2-O-PA
<b>Quadre de BT 1</b>	Tipus	CBT-AC-4
	Nombre de sortides	4
	Intensitat nom. De cada sortida	400 A
<b>Posada a terra</b>	Configuració terra de servei	5/32
	Configuració terra de protecció	60-35/5/42
	Terres separats	Sí

Taula 7.1: Característiques principals de l'aparellatge i instal·lacions del CT 5

CT 6		
<b>Tipus</b>	Prefabricat superfície PFU-5/30 (Companyia)	
<b>Cel·les SF<sub>6</sub></b>	27 CML	
	37 CML	
	19 CMP-F 63A	
	49 CMP-F 63A	
<b>Transformador 1</b>	Potència	1000 kVA
	Relació de transformació	25/0,420
	Tipus	1000/36/25 B2-O-PA
<b>Transformador 2</b>	Potència	1000 kVA
	Relació de transformació	25/0,420
	Tipus	1000/36/25 B2-O-PA
<b>Quadre de BT 1</b>	Tipus	CBT-AC-4
	Nombre de sortides	4
	Intensitat nom. De cada sortida	400 A
<b>Quadre de BT 2</b>	Tipus	CBT-AC-4
	Nombre de sortides	4
	Intensitat nom. De cada sortida	400 A
<b>Posada a terra</b>	Configuració terra de servei	5/32
	Configuració terra de protecció	70-25/5/42
	Terres separats	Sí

Taula 7.2: Característiques principals de l'aparellatge i instal·lacions del CT 6

CT 7		
<b>Tipus</b>	Prefabricat superfície PFU-4/30 (Companyia)	
<b>Cel·les SF<sub>6</sub></b>	17 CML	
	27 CML	
	39 CMP-F 63A	
<b>Transformador 1</b>	Potència	1000 kVA
	Relació de transformació	25/0,420
	Tipus	1000/36/25 B2-O-PA
<b>Quadre de BT 1</b>	Tipus	CBT-AC-4
	Nombre de sortides	4
	Intensitat nom. De cada sortida	400 A
<b>Posada a terra</b>	Configuració terra de servei	5/32
	Configuració terra de protecció	60-35/5/42
	Terres separats	Sí

Taula 7.3: Característiques principals de l'aparellatge i instal·lacions del CT 7

CT 8		
<b>Tipus</b>	Prefabricat superfície PFU-5/30 (Companyia)	
<b>Cel·les SF<sub>6</sub></b>	27 CML	
	37 CML	
	19 CMP-F 63A	
	49 CMP-F 63A	
<b>Transformador 1</b>	Potència	1000 kVA
	Relació de transformació	25/0,420
	Tipus	1000/36/25 B2-O-PA
<b>Transformador 2</b>	Potència	1000 kVA
	Relació de transformació	25/0,420
	Tipus	1000/36/25 B2-O-PA
<b>Quadre de BT 1</b>	Tipus	CBT-AC-4
	Nombre de sortides	4
	Intensitat nom. De cada sortida	400 A
<b>Quadre de BT 2</b>	Tipus	CBT-AC-4
	Nombre de sortides	4
	Intensitat nom. De cada sortida	400 A
<b>Posada a terra</b>	Configuració terra de servei	5/32
	Configuració terra de protecció	70-25/5/42
	Terres separats	Sí

Taula 7.4: Característiques principals de l'aparellatge i instal·lacions del CT 8

CT 9		
<b>Tipus</b>	Prefabricat superfície PFU-4/30 (Companyia)	
<b>Cel·les SF<sub>6</sub></b>	17 CML	
	27 CML	
	37 CML	
	49 CMP-F 63A	
<b>Transformador 1</b>	Potència	1000 kVA
	Relació de transformació	25/0,420
	Tipus	1000/36/25 B2-O-PA
<b>Quadre de BT 1</b>	Tipus	CBT-AC-4
	Nombre de sortides	4
	Intensitat nom. De cada sortida	400 A
<b>Posada a terra</b>	Configuració terra de servei	5/32
	Configuració terra de protecció	60-35/5/42
	Terres separats	Sí

Taula 7.5: Característiques principals de l'aparellatge i instal·lacions del CT 9

CT 10		
<b>Tipus</b>	Prefabricat superfície PFU-4/30 (Companyia)	
<b>Cel·les SF<sub>6</sub></b>	17 CML	
	27 CML	
	39 CMP-F 63A	
<b>Transformador 1</b>	Potència	1000 kVA
	Relació de transformació	25/0,420
	Tipus	1000/36/25 B2-O-PA
<b>Quadre de BT 1</b>	Tipus	CBT-AC-4
	Nombre de sortides	4
	Intensitat nom. De cada sortida	400 A
<b>Posada a terra</b>	Configuració terra de servei	5/32
	Configuració terra de protecció	60-35/5/42
	Terres separats	Sí

Taula 7.6: Característiques principals de l'aparellatge i instal·lacions del CT 10

CT 11		
<b>Tipus</b>	Prefabricat superfície PFU-4/30 (Companyia)	
<b>Cel·les SF<sub>6</sub></b>	17 CML	
	27 CML	
	39 CMP-F 63A	
<b>Transformador 1</b>	Potència	1000 kVA
	Relació de transformació	25/0,420
	Tipus	1000/36/25 B2-O-PA
<b>Quadre de BT 1</b>	Tipus	CBT-AC-4
	Nombre de sortides	4
	Intensitat nom. De cada sortida	400 A
<b>Posada a terra</b>	Configuració terra de servei	5/32
	Configuració terra de protecció	60-35/5/42
	Terres separats	Sí

Taula 7.7: Característiques principals de l'aparellatge i instal·lacions del CT 11

CT 12		
<b>Tipus</b>	Prefabricat superfície PFU-4/30 (Companyia)	
<b>Cel·les SF<sub>6</sub></b>	17 CML	
	27 CML	
	39 CMP-F 63A	
<b>Transformador 1</b>	Potència	1000 kVA
	Relació de transformació	25/0,420
	Tipus	1000/36/25 B2-O-PA
<b>Quadre de BT 1</b>	Tipus	CBT-AC-4
	Nombre de sortides	4
	Intensitat nom. De cada sortida	400 A
<b>Posada a terra</b>	Configuració terra de servei	5/32
	Configuració terra de protecció	60-35/5/42
	Terres separats	Sí

Taula 7.8: Característiques principals de l'aparellatge i instal·lacions del CT 12

CT 13		
<b>Tipus</b>	Prefabricat superfície PFU-5/30 (Usuari)	
<b>Cel·les SF<sub>6</sub></b>	17 CML (Motoritzada)	
	27 CML (Motoritzada)	
	31 CMIP-PT (Motoritzada)	
	49 CMP-V (Motoritzada)	
<b>Cel·les SF<sub>6</sub></b>	53 CMM	
	67 CML	
<b>Transformador 1</b>	Potència	1000 kVA
	Relació de transformació	25/0,420
	Tipus	1000/36/25 B2-O-PA
<b>Quadre de BT 1</b>	Tipus	CBT-AC-4
	Nombre de sortides	4
	Intensitat nom. De cada sortida	400 A
<b>Posada a terra</b>	Configuració terra de servei	5/32
	Configuració terra de protecció	60-35/5/42
	Terres separats	Sí

Taula 7.9: Característiques principals de l'aparellatge i instal·lacions del CT 13

CT 14		
<b>Tipus</b>	Prefabricat superfície PFU-4/30 (Companyia)	
<b>Cel·les SF<sub>6</sub></b>	17 CML	
	27 CML	
	39 CMP-F 63A	
<b>Transformador 1</b>	Potència	1000 kVA
	Relació de transformació	25/0,420
	Tipus	1000/36/25 B2-O-PA
<b>Quadre de BT 1</b>	Tipus	CBT-AC-4
	Nombre de sortides	4
	Intensitat nom. De cada sortida	400 A
<b>Posada a terra</b>	Configuració terra de servei	5/32
	Configuració terra de protecció	60-35/5/42
	Terres separats	Sí

Taula 7.10: Característiques principals de l'aparellatge i instal·lacions del CT 14

## 7.1 DESCRIPCIÓ GENERAL DE L'EDIFICI DELS NOUS C.T.

Els centres de transformació nous prefabricats amb números 5,7,9,10,11,12 i 14 seran del tipus PFU-4/30 marca ORMAZABAL.

Els centres de transformació nous prefabricats amb números 6,8 i 13 seran del tipus PFU-5/30 marca ORMAZABAL.



Els Centres de Transformació objecte d'aquest projecte consta d'un únic envoltant, en el qual es troba tota l'aparellatge elèctric, màquines i altres equips.

Per al disseny d'aquests Centres de Transformació s'han tingut en compte totes les normatives anteriorment indicades.

Els Centres de Transformació PFU, de superfície i maniobra interior (tipus caseta), consten d'un envoltant de formigó, d'estructura monobloc, en l'interior del qual s'incorporen tots els components elèctrics, des de l'aparellatge de MT, fins als quadres de BT, incloent els transformadors, dispositius de control i interconnexions entre els diversos elements.

El principal avantatge que presenten aquests Centres de Transformació és que tant la construcció com el muntatge i equipament interior poden ser realitzats íntegrament en fàbrica, garantint amb això una qualitat uniforme i reduint considerablement els treballs d'obra civil i muntatge en el punt d'instal·lació. A més, el seu disseny cuidat permet la seva instal·lació tant en zones de caràcter industrial com en entorns urbans.

#### **7.1.1 Embolcall**

L'embolcall d'aquests centres és de formigó armat vibrat. Es compon de dues parts: una que aglutina el fons i les parets, que incorpora les portes i reixetes de ventilació natural, i una altra que constitueix el sostre.

Les peces construïdes en formigó ofereixen una resistència característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. A més, disposen d'una armadura metàl·lica, que permet la interconnexió entre si i al col·lector de terres. Aquesta unió es realitza mitjançant cingladors de coure, donant lloc a una superfície equipotencial que embolica completament al centre. Les portes i reixetes estan aïllades elèctricament, presentant una resistència de 10 kOhm respecte de la terra de l'embolcall.

Les cobertes estan formades per peces de formigó amb insercions en la part superior per a la seva manipulació.

A la part inferior de les parets frontal i posterior se situen els orificis de pas per als cables de MT i BT. Aquests orificis estan semiperforats, realitzant-se en obra l'obertura dels que siguin



necessaris per a cada aplicació. De la mateixa manera, disposa d'uns orificis semiperforats practicables per a les sortides a les terres exteriors.

L'espai per al transformador, dissenyat per allotjar el volum de líquid refrigerant d'un eventual vessament, disposa de dos perfils en forma d'"U", que poden lliscar en funció de la distància entre les rodes del transformador.

### 7.1.2 *Dimensions*

#### **Edifici PFU-4/30:**

Dimensiones exteriors:

Longitud:	4480 mm
Amplada:	2380 mm
Altura:	3240 mm
Altura vista:	2780 mm
Pes:	12500 kg

Dimensiones interiors:

Longitud:	4280 mm
Amplada:	2200 mm
Altura:	2550 mm

Les dimensions del passadís del C.T. estaran d'acord amb la MIE-RAT 014.

Dimensiones de l'excavació:

Longitud:	5260 mm
Amplada:	3180 mm
Profunditat:	560 mm

Aquestes dimensions són aproximades en funció de la solució adoptada per l'anell de terres.

#### **Edifici PFU-5/30:**

## Dimensions exteriors:

Longitud:	6080 mm
Amplada:	2380 mm
Altura:	3240 mm
Altura vista:	2780 mm
Pes:	18500 kg

## Dimensions interiors:

Longitud:	5900 mm
Amplada:	2200 mm
Altura:	2550 mm

Les dimensions del passadís del C.T. estaran d'acord amb la MIE-RAT 014.

## Dimensions de l'excavació:

Longitud:	6880 mm
Amplada:	3180 mm
Profunditat:	560 mm

Aquestes dimensions són aproximades en funció de la solució adoptada per l'anell de terres.

### 7.1.3 *Placa pis*

Sobre la placa base i a una alçària d'uns 400 mm se situa la placa pis, que se sustenta en una sèrie de suports sobre la placa base i en l'interior de les parets, permetent el pas de cables de MT i BT a què s'accedeix a través d'unes troneras cobertes amb llosetes.

### 7.1.4 *Accessos*

L'accés del personal a l'interior del centre de distribució s'efectuarà a través d'una porta metàl·lica de 1300 x 2100 mm. d'una fulla amb obertura cap a l'exterior i abatible 180° sobre la paret (segons MIE RAT 14, apartat 2.1.2).

L'accés a la cel·la del transformador de potència s'efectuarà a través d'una porta metàl·lica de 1300 x 2100 mm. d'una fulla amb obertura cap a l'exterior i abatible 180° sobre la paret de manera que només es poden obrir des de l'interior (segons MIE RAT 14, apartat 2.1.2).

Les portes d'accés disposen d'un sistema de tancament per tal de garantir la seguretat de funcionament per evitar obertures intempestives de les mateixes del Centre de Transformació. Per a això s'utilitza un pany de disseny ORMAZABAL que ancoren les portes en dos punts, un en la part superior i un altre en la part inferior.

#### **7.1.5 Ventilació**

El compartiment destinat al transformador estarà dissenyat i col·locat convenientment per permetre la ventilació natural del transformador mitjançant reixes. Aquestes estaran dissenyades per allotjar, en el centre de distribució, un transformador de 1000 kVA de potència.

Les reixetes de ventilació natural estan formades per lames en forma de "V" invertida, dissenyades per formar un laberint que evita l'entrada d'aigua de pluja en el Centre de Transformació i es complementa cada reixeta interiorment amb una malla mosquitera (segons MIE RAT 14, apartat 3.3.2).

#### **7.1.6 Enllumenat interior**

L'equip va proveït d'enllumenat connectat i governat des del quadre de BT, el qual disposa d'un interruptor per realitzar l'esmentada comesa.

#### **7.1.7 Fonamentació**

Per a la ubicació dels Centres de Transformació PFU és necessària una excavació, les dimensions de la qual variaran en funció de la solució adoptada per a la xarxa de terres, sobre el fons de la qual s'estén una capa de sorra compactada i anivellada de 100 mm d'espessor.

#### **7.1.8 Dipòsit de recollida d'oli**

Es disposarà d'una fossa de recollida d'oli per al transformador amb revestiment resistent i estanc, amb un volum suficient per poder recollir, en cas de fuga, la totalitat de l'oli del transformador.

Com el volum de líquid dielèctric del transformador superarà els 50 litres es disposarà d'un dipòsit de recollida d'oli de 600 litres de capacitat (segons MIE-RAT 14, apartat 4.1.a), amb revestiment resistent i estanc i amb sistema tallafocs.

### 7.1.9 *Acabats i qualitat*

L'acabat de les superfícies exteriors s'efectua amb pintura acrílica rugosa de color blanc a les parets i marró en el perímetre de la coberta o sostre, portes i reixetes de ventilació.

Les peces metàl·liques exposades a l'exterior estan tractades adequadament contra la corrosió.

Aquests edificis prefabricats han estat acreditats amb el Certificat de Qualitat UNESA d'acord a la RU 1303 A.

## 7.2 **SEGURETAT DE L'EDIFICI**

### 7.2.1 *Senyalització*

En cadascuna de les portes del centre (en l'exterior) així com en les reixes de separació entre el recinte de les cel·les i el transformador de potència hi haurà una placa, en lloc visible, d'advertència sobre el risc elèctric.

També hi haurà 2 plaques, una amb instruccions pels primers auxilis en cas d'accident i l'altre amb les cinc regles d'or a l'interior de l'edifici (mireu figura 7.1).



**Figura 7.1:** Fotografia 2 plaques, una amb instruccions pels primers auxilis en cas d'accident i l'altre amb les cinc regles d'or a l'interior de l'edifici.

**Font:** Pròpia

### **7.2.2 Proteccions personals**

Per la realització de maniobres en l'interior del local es disposarà de material adequat de protecció personal: banqueta aïllant, i sistema de posada a terra dels elements en tensió.

### **7.2.3 Proteccions contra contactes accidentals**

Les estructures metàl·liques del centre, estaran unides a la instal·lació de terra de protecció, per aconseguir una superfície equipotencial.

Amb aquest sistema, qualssevol que pugui accedir a un element, que pot quedar en tensió, de manera accidental, estarà sobre una superfície equipotencial i el contacte entre dos punts propers no presentarà diferències de potencial perjudicials per la salut humana.

### **7.2.4 Proteccions mecàniques**

Per separar el recinte del transformador del recinte de maniobra, es disposarà d'una reixa protectora que garanteixi la impossibilitat d'accedir a les parts en tensió del transformador. Aquesta reixa serà metàl·lica i connectada al terra de protecció.

### **7.2.5 Sistema contra incendis**

Com que el transformador a instal·lar en el centre tindrà un volum de dielèctric inferior a 600 litres i la instal·lació no s'ubicarà en un edifici de pública concurrència no caldrà una instal·lació fixa automàtica contra incendis.

No és necessari l'existència d'extintors en els recintes que estiguin sota la seva vigilància i control segons MIE RAT 14, apartat 4.1 b.1. L'empresa disposa de personal itinerant de manteniment amb disponibilitat de dos extintors d'eficàcia 89B.

## **7.3 APARELLATGE INTERIOR**

### **7.3.1 CEL·LES**

Les cel·les a instal·lar seran de la casa ORMAZABAL del tipus CGM SF6 de 36 kV d'aïllament.

S'instal·larà un aparellatge modular en SF6 (cabina metàl·lica per tal d'aconseguir una instal·lació segura).

Les cel·les CGM formen un sistema d'equips modulars de reduïdes dimensions per a MT, amb aïllament i tall en gas, que els seus embarrats es connecten utilitzant uns elements d'unió patentats per ORMAZABAL i denominats ORMALINK, ( mireu figura 7.2), aconseguint una connexió totalment apantallada, i insensible a les condicions externes (pol·lució, salinitat, inundació, etc.). Les parts que componen aquestes cel·les són:



**Figura 7.2:** Fotografia sistema ormalink d'ORMAZABAL.

**Font:** Catàleg d'ORMAZABAL

**Base i front:** La base suporta tots els elements que integren la cel·la. La rigidesa mecànica de la xapa i la seva galvanització garanteixen la indeformabilitat i resistència a la corrosió d'aquesta base. L'altura i disseny d'aquesta base permet el pas de cables entre cel·les sense necessitat de fossa (per a l'alçada de 1800 mm), i facilita la connexió dels cables frontals d'escomesa. La part frontal inclou en la seva part superior la placa de característiques elèctriques, l'espai per al manòmetre, l'esquema elèctric de la cel·la i els accessos als accionaments del comandament. En la part inferior es troba el dispositiu de senyalització de presència de tensió i el panell d'accés als cables i fusibles. En el seu interior hi ha una platina de coure al llarg de tota la cel·la, permetent la connexió a la mateixa del sistema de terres i de les pantalles dels cables.

**Cuba:** La cuba, fabricada en acer inoxidable de 2 mm d'espessor, conté l'interruptor, l'embarrat i els portafusibles, i el gas es troba en el seu interior a una pressió absoluta de 1,3 bar (excepte per a cel·les especials). El segellat de la cuba permet el manteniment dels requisits d'operació segura durant més de 30 anys, sense necessitat de reposició de gas. Aquesta cuba compta amb un dispositiu d'evacuació de gasos que, en cas d'arc intern, permet la seva sortida cap a la part del darrere de la cel·la, evitant així, amb ajuda de l'altura

de les cel·les, la seva incidència sobre les persones, cables o la aparellatge del Centre de Transformació. En el seu interior es troben totes les parts actives de la cel·la (embarrats, interruptor- seccionador, posada a terra, tubs portafusible).

**Interruptor/Seccionador/Seccionador de posada a terra:** L'interruptor disponible en el sistema CGM té tres posicions: connectat, seccionat i lloc a terra (excepte per a l'interruptor de la cel·la CMIP). L'actuació d'aquest interruptor es realitza mitjançant palanca d'accionament sobre dos eixos diferents: un per a l'interruptor (commutació entre les posicions d'interruptor connectat i interruptor seccionat); i altre per al seccionador de posada a terra dels cables d'escomesa (que commuta entre les posicions de seccionat i lloc a terra).

**Comandament:** Els comandaments d'actuació són accessibles des de la part frontal, podent ser accionats de forma manual o motoritzada.

**Fusibles (Cel·la CMP-F):** En les cel·les CMP-F, els fusibles es munten sobre uns carros que s'introdueixen en els tubs portafusibles de resina aïllant, que són perfectament estancs respecte del gas i de l'exterior. El tir es produirà per fusió d'un dels fusibles o quan la pressió interior dels tubs portafusibles s'elevi a causa de una fallada en els fusibles o a l'escalfament excessiu d'aquests. Presenta també captadors capacitius per a la detecció de tensió en els cables d'escomesa.

**Connexió de cables:** La connexió de cables es realitza des de la part frontal mitjançant uns passatapes estàndard.

**Enclavaments:** La funció dels enclavaments inclosos en totes les cel·les CGM és que:

- No es pugui connectar el seccionador de posada a terra amb l'aparell principal tancat, i recíprocament, no es pugui tancar l'aparell principal si el seccionador de posada a terra està connectat.
- No es pugui llevar la tapa frontal si el seccionador de posada a terra està obert, i al revés, no es pugui obrir el seccionador de posada a terra quan la tapa frontal ha estat extreta.



**Característiques elèctriques:** Les característiques generals de les cel·les CGM són les següents:

Tensió nominal	36 KV
Nivell d'aïllament Freqüència industrial (1 min) a terra i entre fases	70 KV
Impuls tipus llamp a terra i entre fases	170 KV
Intensitat nominal	400 A.
Intensitat tèrmica (1 seg.)	16 kA (efic.)
Intensitat dinàmica	40 kA (cresta)
Grau de protecció (UNE 20324)	IP-337

### 7.3.2 Cel·la d'interruptor de línia (CML)

Cel·les de línia per a l'entrada i sortida de la línia propietat de SUBMINISTRE S.L.

Les característiques principals d'aquesta són:

- Interruptor- seccionador i seccionador de posada a terra en l'interior d'un compartiment ple de gas SF<sub>6</sub>. Aquest interruptor pot estar en tres posicions: tancat, obert i a terra. La rotació d'aquest equip es realitza amb l'ajut d'un mecanisme d'acció brusca independent de l'operador.
- Joc de barres: permeten una extensió a voluntat dels centres i una connexió amb cel·les existents.
- Comandaments que permeten maniobrar l'interruptor i el seccionador de posada a terra amb indicadors de posició mecànica i bloc de làmpades de presència de tensió.

Dimensions:

Alt:	1.800 mm
Ample:	420 mm
Fondària:	850 mm
Pes:	140 Kg

### **7.3.3 Cel·la de protecció del transformador (CGM/CMP-F)**

Cel·la d'interruptor amb envoltant metàl·lica que conté un interruptor-seccionador tripolar amb tall SF6 que inclou fusibles A.P.R. per a la protecció del transformador.

El conjunt conté:

- Joc de sòcols porta-fusibles d'alt poder de ruptura i 36 kV de tensió màxima.
- Seccionador de posta a terra.
- Tres aïlladors capacitius per alimentació de làmpades de senyalització de presència de tensió.
- Enclavaments mecànics entre el seccionador i la posta a terra.

Dimensions:

Alt:	1.800 mm
Ample:	480 mm
Fondària:	850 mm
Pes:	255 Kg
Pes:	500 Kg

### **7.3.4 Cel·la d'interruptor automàtic de buit CGM-CMP-V**

Cel·la amb envoltant metàl·lic, fabricat per ORMAZABAL, format per un mòdul amb les següents característiques:

La cel·la CMP-V d'interruptor automàtic de buit està constituïda per un mòdul metàl·lic amb aïllament en gas, que incorpora en el seu interior un superior de coure enfangat, i una derivació amb un seccionador rotatiu de tres posicions, i en sèrie amb ell, un interruptor automàtic de tall en buit, enclavat amb el seccionador. La posada a terra dels cables d'escomesa es realitza a través de l'interruptor automàtic.

La connexió de cables és inferior-frontal mitjançant bornes endollables.

Presenta també captadors capacitius per a la detecció de tensió als cables d'escomesa.

Característiques físiques:

Ample: 600 mm

Fons: 850mm

Alt: 1800 mm

Pes: 240 kg

**Altres característiques constructives:**

- Comandament interruptor manual automàtic: RAV
- Relè de protecció: ekorRPG-202A

### **7.3.5 Cel·la de mesura: CGM-CMM**

Cel·la amb envoltant metàl·lic, fabricat per ORMAZABAL, format per un mòdul amb les següents característiques:

La cel·la CMM de mesura és un mòdul metàl·lic, construït en xapa galvanitzada, que permet la incorporació en el seu interior dels transformadors de tensió i intensitat que s'utilitzen per donar els valors corresponents als aparells de mesura, control i comptadors de mesura d'energia.

Per la seva constitució, aquesta cel·la pot incorporar els transformadors de cada tipus (tensió i intensitat), normalitzats en les diferents companyies subministradores d'electricitat.

La tapa de la cel·la compta amb els dispositius que eviten la possibilitat de contactes indirectes i permeten el segellament de la mateixa, per garantir la no manipulació de les connexions.

- Característiques físiques:



- . Ample: 900 mm
- . Fons: 1180 mm
- . Alt: 1950 mm
- . Pes: 290 kg

#### **Altres característiques constructives:**

Transformadors de mesura: 3 TT i 3TU

D'aïllament sec i construïts atenent les corresponents normes UNEIX i CEI, amb les següents característiques:

#### **Transformadors de tensió**

Relació de transformació: 27500/V 3-110/V 3 V

Sobretensió admissible en permanència:

1,2 Un en permanència i 1,9 Un durant 8 hores

Mesura

Potència: 50 VA

Classe de precisió: 0,5

#### **Transformadors d'intensitat**

Relació de transformació: 10 - 20/5 A

Intensitat tèrmica: 80 IN (com a mínim. 5kA)

Sobreint. admissible en permanència:  $F_s < =5$

Mesura

Potència: 15 VA

Classe de precisió: 0,5 s

### 7.3.6 *Interconnexions entre l'aparellatge*

La interconnexió entre les cel·les de protecció respectives i els transformadors es realitzaran amb 3x150mm<sup>2</sup> Al, amb conductor DHV 18/30 kV. Per a la seva connexió, s'utilitzaran terminacions interiors adequades tipus M400LR, marca EUROMOLD.

La connexió entre diferents cel·les es farà amb el sistema ORMALINK d'ORMAZABAL:

## 7.4 QUADRES DE BAIXA TENSIÓ

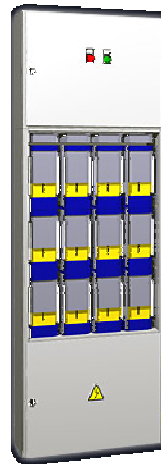
El quadre de Baixa Tensió es el lloc on es connecten les diferents sortides encarregades de distribuir l'energia.

El quadre de Baixa Tensió serà del tipus CBT-AC-4, de ORMAZABAL. A aquests

tipus de quadres es distingeixen les següents zones:

**a) Zona de l'escomesa, mesura i equips auxiliars:** A la part superior del mòdul AC-4 existeix un compartiment per a l'escomesa, que es realitza a través d'un passamurs tetrapolar, evitant així la penetració de l'aigua al seu interior. Dintre d'aquest compartiment, hi ha quatre platines lliscants que fan la funció del seccionador. L'accés a aquest compartiment es realitza mitjançant una porta amb frontisses a dos punts. Sobre ella es col·loquen els elements normalitzats per la companyia subministradora.

**b) Zona de sortides:** Esta formada per un compartiment que allotja exclusivament l'embarrat i els elements de protecció de cadascun dels quatre circuits de sortida que pot albergar una cel·la. Aquesta protecció es realitza mitjançant fusibles disposats sobre bases trifàsiques però maniobrades fase a fase.



**Figura 7.3:** Fotografia quadre de BT marca ORMAZABAL.

**Font:** Pàgina web d'ORMAZABAL

## 7.5 XARXES DE TERRA

La funció de la posada a terra ( p.a.t. ) d'una instal·lació elèctrica és la de forçar la derivació al terreny de les intensitats de corrent de qualsevol naturalesa que es puguin originar, ja que es tracta de corrents de defecte, a freqüència industrial, o degudes a descàrregues atmosfèriques.

Amb això, s'aconsegueix:

- Limitar la diferència de potencial que, en un moment donat, pot presentar-se entre estructures metàl·liques i terra.
- Possibilitar la detecció de defectes a terra i assegurar l'actuació i coordinació de les proteccions, eliminant i disminuint així el risc que suposa una avaria per el material utilitzat i les persones.
- Limitar les sobretensions internes ( de maniobra, transitòries i temporals ) que poden aparèixer a la xarxa elèctrica, en determinades condicions d'exploració.

- Evitar que les tensions de front escarpat que originen les descàrregues dels raigs provoquen “encebats inversos”, en el cas de les instal·lacions d'exterior i, particularment, en línies aèries.

La circulació de les intensitats mencionades per la instal·lació de posada a terra pot originar l'aparició de diferències de potencial entre certs punts, per exemple, entre la instal·lació de p.a.t. i el terreny que envolta o entre dos punts del mateix, raó per la qual ha de concebre la instal·lació de posada a terra per que, inclòs amb l'aparició de les diferències de potencial eludides es cobreixin els següents objectius:

- Seguretat de les persones.
- Protecció de les instal·lacions.
- Millora de la qualitat del servei.
- Establiment i permanència d'un potencial de referència.

Constarà de la posada a terra de protecció i la de servei.

#### **7.5.1 Terra de Protecció.**

La terra de protecció s'utilitza per limitar la tensió amb respecte a terra que pugui presentar en un moment donat les masses metàl·liques de l'interior del Centre de Transformació.

A la terra de protecció es connectarà:

- Envoltants o pantalles metàl·liques dels cables.
- Pantalles o enreixats de protecció.
- Armats metàl·lics interiors de l'edifici prefabricat.
- Suports de cables de MT i de BT.

- Cuba metàl·lica dels transformadors.
- Parallamps d'alta tensió.
- Borns de terra dels detectors de tensió.
- Borns per a la posada a terra dels dispositius portàtils de posada a terra.
- Tapes i marcs metàl·lics dels canals de cables.

No s'uniran, per contrari a la terra de protecció les reixes i portes metàl·liques del centre, si són accessibles a l'exterior.

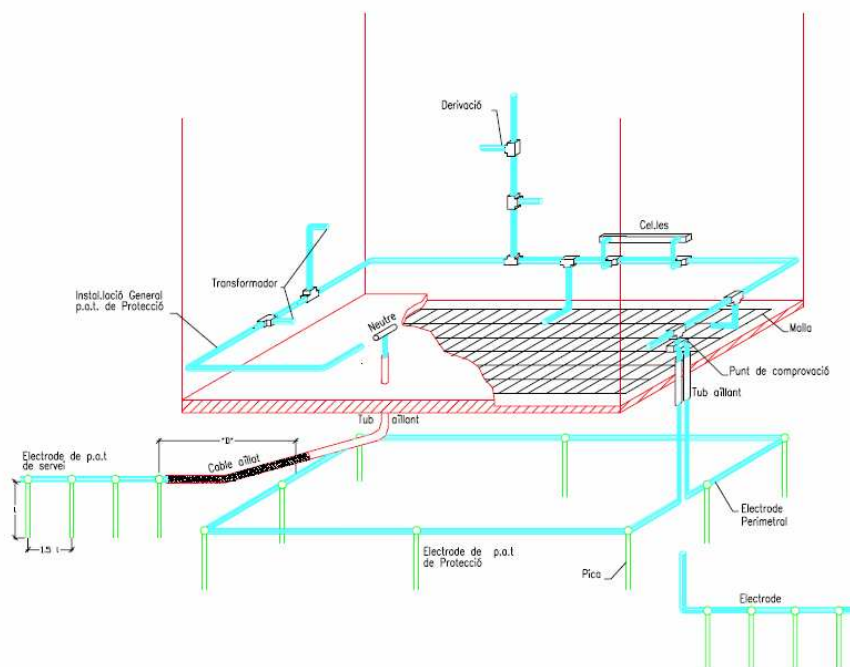
El sistema de terra de protecció estarà format per un conductor de coure nu de 50mm<sup>2</sup> de secció i per els elèctrodes de posada a terra, les quals seran piques de acer- coure de 2 m de longitud i 14 mm de diàmetre. El conductor de coure formarà un anell rectangular de 6 x 3,5 m per els C.T. PFU4 i 7 x 2,5 m per els C.T. PFU5 . En els seus vèrtex es clavaràn quatre piques de 2m enterrades a 0,5m. Aquesta configuració correspon a UNESA 60-35/5/42 per els CT PFU4 i UNESA 70-25/5/42 per els CT PFU5.

El pis del centre de transformació disposarà d'una malla electrosoldada amb rodons de 6 mm de diàmetre, formant una retícula de 30 x 30 cm. Aquesta malla es connectarà en dos punts oposats a la posada a terra de protecció del centre. Amb aquesta disposició s'aconsegueix que la persona que ha d'accedir a una part, pugui quedar amb tensió eventualment, al trobar-se sobre una superfície equipotencial, evitant els possibles riscos produïts per les tensions de contacte i de pas a l'interior del centre. Aquesta malla es cobrirà amb una capa de formigó de 10 cm d'espessor.

Tots els elements metàl·lics del Centre de Transformació quedaran units entre si, mitjançant un cable de coure nu d'una secció d'uns 50 mm<sup>2</sup>, grapat a la paret. Aquest a la seva vegada, es connectarà als elèctrodes de la posada a terra, previstos com seria el cas de la malla electrosoldada i les piques de posada a terra.



Tots els conductors que conformen la xarxa de terra de protecció convergiran en un punt comú de la posada a terra. Aquest punt de confluència serà una platina de coure amb unes dimensions apropiades i amb un nombre suficient de trepants roscats d'acord amb els conductors de terra de protecció.



**Figura 7.4:** Esquema de connexió dels terres d'un centre de transformació en 3D.

**Font:** NTP Fecsa-Endesa

### 7.5.2 Terra de Servei.

Es connectarà al terra de servei: l'embarrat del neutre del quadre de Baixa Tensió, la terra dels secundaris dels transformadors de tensió i intensitat de la cel·la de mesura i els neutres de les instal·lacions de serveis propis de la caseta ( enllumenat, etc. ) L'elèctrode que compona el terra de servei es trobarà allunyat de l'elèctrode de terra i de protecció. La distància mínima de separació serà de 10 m pels CT PFU 4 i 9 m pels CT PFU 5.

L'elèctrode del terra de servei estarà constituït per 3 piques en filera unides per un conductor horitzontal de coure nu de 50 mm<sup>2</sup> de secció.

Les piques tindran un diàmetre de 14 mm i una longitud de 2 m. S'enterraran verticalment a una profunditat de 0,5 metres. La separació entre una pica i la següent serà de 3 metres. Amb aquesta configuració, la longitud de conductor des de la primera pica a la última serà de 6 metres, dimensió que haurà d'haver disponible en el terreny.

El valor de la resistència de posada a terra d'aquest elèctrode haurà de ser inferior a 37 Ohms.

El neutre del sistema de Baixa Tensió es connecta a una pressa de terra independent del sistema d'Alta Tensió per evitar tensions perilloses a Baixa Tensió degut a faltes a la xarxa d'Alta Tensió.

La connexió des de la caixa seccionadora, al Centre de Transformació fins la primera pica es realitzarà amb cable de coure aïllat de 0,6 / 1 kV protegit contra danys mecànics.

## 7.6 TRANSFORMADORS DE POTÈNCIA

Tots els C.T. disposaran d'un transformador trifàsic reductor de tensió de 1000 kVA de potència, que serà la potència màxima admissible de la instal·lació; essent tots els elements de la instal·lació calculats per aquesta potència.

Les característiques tècniques seran les següents:

Grup de connexió	Dyn 11
Regulació ( $\pm 2\%$ $\pm 5\%$ )	
Tensió nominal secundari en buit	420 V
Relació de transformació	25/0,42
Nivell d'aïllament	36 kV
Intensitat de buit a $V_n$	1,5A
C.d.t. a plena càrrega amb $\cos \varphi=0,8$	4,4V
Nivell acústic ( UNE 21.315 )	68 dB
Pèrdues en buit	2.000 W
Pèrdues en càrrega a 75 °C	10.500 W
Pintura ( UNE 48.103 )	color blau verdós fosc (8010-B10G)

Pes total 2455 kg

### **7.6.1 Proteccions del Transformador.**

Les proteccions que s'han establert per els transformadors de el centre de transformació són les següents:

#### **Proteccions contra sobreintensitats:**

A la part de Mitja Tensió es protegeix el transformador a través de la instal·lació dels fusibles de Mitja Tensió a l'interruptor de Protecció del transformador, controlant d'aquesta manera una possible sobreintensitat a la xarxa de mitja Tensió que pogués fer malbé el transformador.

#### **Protecció contra incidents interiors del transformador ( sobreescalfaments de l'oli ):**

Al transformador de potència s'instal·larà un termòmetre de beina que controlarà el escalfament de l'oli refrigerant. En el cas d'un sobreescalfament d'aquest, s'activarà el relé situat en el quadre de Baixa Tensió, el qual actuarà sobre la bobina de tret situada a l'Interruptor de Protecció del Transformador.

#### **Termòmetre:**

Al transformador s'instal·larà un termòmetre d'esfera amb beina calibrat a una temperatura de tret de 95°C, si per alguna causa la temperatura de l'oli del transformador arribés i sobrepassar-hi els 95°C, el termòmetre activaria la bobina de tret situada a l'Interruptor de Protecció del Transformador, la qual obriria l'interruptor desconnectat així el transformador de la xarxa.

#### **Fusibles Mitja Tensió:**

Les cel·les de protecció estan preparades per rebre cartutxos fusibles A.P.R., amb percussor de tret segons UNE 21120 – 1 / RU 6405 / CEI – 282 – 1.

Aquests fusibles s'instal·laran a l'interior de la cel·la de protecció del transformador que combinats amb el comandament BRF garanteixen una eficaç obertura de l'interruptor de protecció del transformador.

Aquesta disposició resulta avantatjosa, ja que produeix l'obertura automàtica del circuit i, per això, una segura extinció de l'arc, encara en el cas de que es presentin intensitats crítiques per el fusible, en les quals aquest fon, però no existeix seguretat de que l'arc sigui efectivament extingit.

S'ha de tenir present que aquest ha de protegir únicament enfront a curt circuits i no enfront a sobrecàrregues limitades, davant les quals el fusible reacciona amb dificultats i de manera molt dispersa, però aquest tipus de sobrecàrregues, en el cas del transformador resulta adequada la protecció a base d'un termòmetre de contactes associat a una bobina de tret a l'interruptor.

## 8 REFORMA DEL CENTRE DE TRANSFORMACIÓ EXISTENT

La reforma d'aquest centre consistirà en la substitució de l'aparellatge convencional per una cel·la compacta SF<sub>6</sub>. S'ha escollit la marca ORMAZABAL, ja que la cel·la tipus CAS-36 3i+Q de la casa SCHNEIDER no passa per la porta del centre de transformació existent.

La resta de la instal·lació (dipòsit d'oli, ventilacions, dispositius de seguretat i protecció, ... ) no seran objecte d'aquest projecte ja que són existents i no es modifiquen.

### 8.1 INSTAL·LACIONS ELÈCTRIQUES

#### 8.1.1 *Aparellatge M.T.*

La cel·la a instal·lar serà de la marca ORMAZABAL de 36 kV d'aïllament, i les característiques elèctriques principals d'aquesta són:

CT 3		
<b>Tipus</b>	Prefabricat superfície PFU-4/30 (Companyia)	
<b>Cel·les SF<sub>6</sub></b>	17 CML	
	27 CML	
	37 CML	
	49 CMP-F 63A	
<b>Transformador 1</b>	Potència	630 kVA
	Relació de transformació	25/0,420
	Tipus	630/36/25 B2-O-PA
<b>Quadre de BT 1</b>	Tipus	CBT-AC-4
	Nombre de sortides	4
	Intensitat nom. De cada sortida	400 A
<b>Posada a terra</b>	Configuració terra de servei	5/32
	Configuració terra de protecció	60-35/5/42
	Terres separats	Sí

Taula 8.1: Aparellatge a l'interior del CT3 reformat.

## 9 DESCRIPCIÓ GENERAL DE LES XARXES DE BT

A continuació s'especifiquen en aquesta taula els diferents trams de sortides de BT dels centres de transformació respectius:

Núm CT	Tram	Longitud	Potència	CDT		Saturació
5	Q1.1	13 m	67,18 kW	1 V	0,2%	35%
	Q1.2	20 m	64,93 kW	1 V	0,3%	34%
	Q1.3	65 m	98,00 kW	6 V	1,5%	51%
	Q1.4	70 m	114,18 kW	8 V	1,9%	60%
6	Q1.1	55 m	114,60 kW	6 V	1,5%	60%
	Q1.2	60 m	96,25 kW	6 V	1,4%	50%
	Q1.3	110 m	64,50 kW	7 V	1,7%	34%
	Q1.4	115 m	61,75 kW	7 V	1,7%	32%
	Q2.1	60 m	69,95 kW	4 V	1,0%	37%
	Q2.2	55 m	80,65 kW	4 V	1,1%	42%
	Q2.3	35 m	85,38 kW	3 V	0,7%	45%
	Q2.4	30 m	86,94 kW	2 V	0,6%	46%
7	Q1.1	70 m	70,00 kW	5 V	1,2%	37%
	Q1.2	45 m	70,55 kW	3 V	0,8%	37%
	Q1.3	35 m	66,40 kW	2 V	0,6%	35%
	Q1.4	30 m	68,63 kW	2 V	0,5%	36%
8	Q1.1	105 m	64,25 kW	6 V	1,6%	34%
	Q1.2	100 m	64,78 kW	6 V	1,5%	34%
	Q1.3	60 m	66,80 kW	4 V	1,0%	35%
	Q1.4	55 m	63,35 kW	3 V	0,8%	33%
	Q2.1	35 m	110,00 kW	4 V	0,9%	58%
	Q2.2	40 m	104,33 kW	4 V	1,0%	55%
	Q2.3	50 m	101,53 kW	5 V	1,2%	53%
9	Q1.1	77 m	69,65 kW	5 V	1,3%	37%
	Q1.2	72 m	72,23 kW	5 V	1,2%	38%
	Q1.3	34 m	59,45 kW	2 V	0,5%	31%
	Q1.4	39 m	68,98 kW	3 V	0,6%	36%
10	Q1.1	49 m	131,93 kW	6 V	1,5%	69%
	Q1.2	44 m	151,68 kW	6 V	1,6%	79%
	Q1.3	35 m	155,25 kW	5 V	1,3%	81%
11	Q1.1	63 m	128,40 kW	8 V	1,9%	67%
	Q1.2	68 m	128,40 kW	8 V	2,1%	67%
12	Q1.1	10 m	154,00 kW	1 V	0,4%	81%
	Q1.2	10 m	124,85 kW	1 V	0,3%	65%
	Q1.3	10 m	93,08 kW	1 V	0,2%	49%
	Q1.4	11 m	93,08 kW	1 V	0,2%	49%

<b>14</b>	Q1.1	10 m	149,68 kW	1 V	0,4%	78%
	Q1.2	10 m	148,50 kW	1 V	0,4%	78%
	Q1.3	10 m	110,63 kW	1 V	0,3%	58%
	Q1.4	11 m	110,63 kW	1 V	0,3%	58%

Taula 9.1: Característiques principals de la xarxa de BT

## 10 DESCRIPCIÓ DE LA LÍNIA DE BT

### 10.1 CARACTERÍSTIQUES DEL CONDUCTOR

A la hora d'escollir un tipus de conductor hem tingut cura de possibles ampliacions futures de potencia i possibles moviments de carregues. Els conductors que emprarem per a cadascuna de les sortides seran conductors d'alumini unipolars segons la norma ENDESA CNL00100 tipus RV, amb tensió assignada de 0,6/1kV, aïllament de polietilè reticular XLPE i coberta de PVC, amb una intensitat màxima admissible de servei permanent segons el REBT. Un cop estudiades totes les especificacions i rastrejat el mercat, el cable que s'ha decidit emprar per l'obra es del tipus HARMONY XZ1 (S) AL 0,6/1 kV de General Cable, amb referències 1690120NGP i 1690121NGP, amb les següents característiques:

Denominació tècnica	XZ1 (S) - 0,6/1 Kv-Al
Conductor	Al, Classe 2
Aïllament	XLPE
Coberta Poliolefina	T <sup>a</sup> max. Ús. 90°C
Aplicació	Distribució B.T. Per l'aire, enterrades i/o entubades (ITC BT 7)
Seccions (mm <sup>2</sup> )	240/150

Taula 10.1. Característiques cable B.T. HARMONY XZ1 (S) AL 0,6/1 kV

### 10.2 INSTAL·LACIÓ LÍNIA SUBTERRÀNIA

El traçat de les línies serà el mes rectilini possible, sempre paral·lel a façanes d'edificis i voreres en tota la seva longitud, sempre mirant de no afectar a les cementacions del edificis.

Abans de començar l'obertura de rases es realitzaran cates de prova cada 6 o 8 metres amb la finalitat de comprovar els serveis existents i determinar la millor ubicació a l'hora d'estendre el cable. Al marcar el traçat de rases s'haurà de tenir en compte el radi de curvatura mínim que haurem de respectar als canvis de direcció del cable.

El radi de curvatura d'un cable o feix de cables de Baixa Tensió ha de ser superior a 20 vegades el seu diàmetre durant la seva estesa i a 10 vegades un cop instal·lat.

Per a les seccions normalitzades dels cables, els radis mínims de curvatura són:

Secció (mm <sup>2</sup> )	Diàmetre exterior aprox. (mm)	Radi mín. de curvatura estesa (mm)	Radio mín. de curvatura instal·lat (mm)
50	14	280	140
95	18	360	180
150	21	420	210
240	27	540	270

Taula 10.2: Radis mínims de curvatura dels cables soterrats

L'obertura de rases es realitzarà preferentment amb ajut de màquines, exceptuant quan no sigui possible, que s'optarà per una obertura manual.

Al fons de les rases deurà estar a terreny ferm per tal d'evitar esllavissades de terra degut als esforços d'estirament dels cables.

Es procurarà deixar, si es possible, un pas de 0,50m entre la rasa i les terres extretes, amb la fi de facilitar la circulació del personal de l'obra i evitar la caiguda d'aquest dins les rases.

Si amb motiu de les obres d'obertura de rases apareixen instal·lacions d'altres serveis, es prendran les mesures necessàries per tal de no fer-les malbé, deixant-les al terminar els treballs, en les mateixes condicions que es trobaven inicialment i respectant les distàncies de encreuaments i paral·lelismes.

Els tubulars formigonats s'instal·laran als encreuaments de carrers i a la calçada.



Sempre es deixarà un tubular lliure de reserva per a possibles ampliacions.

Els tubulars seran de polietilè (PE) de doble paret, la interior llisa amb un diàmetre de 116 mm i la exterior corrugada amb un diàmetre de 140mm. Tindrà una resistència a la pressió superior a 450N.

La rasa on es col·locaran els tubulars haurà d'estar oberta en la seva totalitat per tal de poder donar una lleugera pendent i evitar, d'aquesta forma, l'acumulació d'aigua a l'interior dels tubs.

Quan la longitud dels tubulars sigui superior a 50m i als canvis de direcció amb angles superiors a 60°, s'instal·laran arquetes de registre amb la finalitat de no sotmetre als cable a un esforç de tracció excessiu i facilitar la feina a l'hora de l'estesa dels conductors.

Els tubs disposaran d'encaixos que evitin la possibilitat de fregaments interns contra els cantons durant l'estesa dels cables. A més s'encaixaran tenint en compte el sentit en que es realitzarà aquesta.

El bloqueig dels tubs es realitzarà amb formigó de resistència H-100 quan provingui de planta o amb una dosificació de ciment de 200Kg/m<sup>3</sup> quan es realitzi a peu d'obra, evitant la que la lletada s'introdueixi a l'interior dels tubs per els encaixos.

Un cop finalitzat el tubular, es procedirà a la seva neteja interior fent passar una esfera metàl·lica de diàmetre lleugerament inferior al del tubular, amb un moviment d'anada i tornada, pe tal d'eliminar les possibles filtracions de ciment, i posteriorment, de forma similar, una escobreta o bossa de draps, per escombrar els residus que poguessin quedar.

Els tubs quedaran segellats amb escumes expansibles impermeables i ignifugues.

Abans d'iniciar l'estesa en si s'estudiarà quin es el lloc mes convenient per a col·locar la bobina, que estarà suspesa a uns 0,15m mitjançant una barra o eix que passarà pel forat central.

L'extracció del cable es realitzarà fent rotar la bobina i tirant del cable per la seva part superior.

Al llarg de la rasa es col·locaran rodets giratoris que pugin girar lliurement a distàncies de 3 a 6m. L'entrada del cable a la rasa serà mitjançant una lleugera pendent. A l'interior de les rases es disposarà d'un llit de sorra de riu de 3cm de gruix.

Un cop s'hagi estès el cable a l'interior de la rasa, aquest només podrà ser desplaçat lateralment a mà, sense emprar palanques o altres útils. Els cables de Baixa Tensió es disposaran de dos en dos i en paral·lel, per evitar possibles desequilibris entre les fases.

Quan la temperatura ambient sigui inferior a 0°C no serà possible realitzar cap estesa de cables degut a que la rigidesa que pren l'aïllament del cable.

Abans d'iniciar la instal·lacions dels cables s'hauran de netejar els tubs per assegurar que no hi hagi elements que puguin fer malbé els cables (tal i com s'ha explicat amb anterioritat) i que els tubs estiguin alineats correctament.

Durant l'estesa del cable s'ha de protegir el cable de les boques del tub per tal d'evitar danys a les cobertes, col·locant un rodet a l'entrada i un monticle de sorra a la sortida, de forma que obligui al cable a sortir per la part mitja del tub sense recolzar-se en aquest.

Un cop instal·lat el cable s'hauran de tancar les boques del tub per tal d'evitar l'entrada de gasos i rosegadors.

Un cop realitzada l'estesa i la protecció del cable es procedirà a tancar i compactar les rases seguint el següent procediment: Les rases s'ompliran mitjançant successives capes de 0,15m d'espessor, les quals seran compactades, amb la finalitat de que el terreny quedi suficientment consolidat. En la compactació, el recobriment ha d'arribar a una densitat mínima del 95%.

La protecció dels cables es realitzarà mitjançant plaques de polietilè (PE). Per sobre de les plaques de PE i a 0,20m, com a mínim, es col·locarà una cinta de color groc que advertirà de la presència de cables elèctrics d'acord amb la normativa RU 0205.

Si a l'efectuar l'excavació s'observa que el terra conté molta abundància de pedres o runes, no serà utilitzada per a tapar les rases al final de l'operació, si no que s'aportaran unes noves terres.

## **10.2.1 Encreuaments línia subterrània de BT**

### *10.2.1.1 Conductors d'energia elèctrica*

La distància a mantenir entre els conductors d'Alta tensió i de Baixa Tensió serà de 0,25m.

Als casos el quals no es puguin respectar les distàncies, el darrer cable que sigui estès, haurà d'instal·lar-se separat o mitjançant divisions amb una resistència mecànica adequada per a la situació. Segons indica el RBT ITC BT 07.

La distància horitzontal mínima del punt d'encreuament fins a un empalmament serà d'un metre com a mínim.

### *10.2.1.2 Cables de telecomunicacions*

El cable elèctric haurà d'estar situat, normalment, per sota del cable de telecomunicació.

L'encreuament no es pot realitzar en un lloc que coincideixi amb un empalmament del cable de telecomunicacions.

La separació entre els diferents conductors serà de 20 cm. com a mínim. En els casos en què no es puguin complir aquestes distàncies, el cable es protegirà amb rajols massissos de 290 x 140 x 40 mm i amb una capa de sorra a cada costat de 20 mm mínim segons resolució D.O.G. nº 1649 del 25.09.92.

La distància horitzontal mínima del punt d'encreuament fins a un empalmament serà d'un metre com a mínim.

### *10.2.1.3 Canalitzacions de gas i aigua*

La separació en el punt d'encreuament serà de 20 cm. com a mínim.

S'evitarà l'encreuament sobre la projecció vertical de les juntes de les conduccions d'aigua o gas, o de les unions de la canalització elèctrica.

En el cas d'encreuaments amb conductes de gas d'alta pressió (més de 4 bars) la distància mínima serà de 40 cm.

En els casos en què no es puguin complir aquestes distàncies, el cable es protegirà amb rajols massissos de 290 x 140 x 40 mm i amb una capa de sorra a cada costat de 20 mm mínim segons resolució D.O.G. nº 1649 del 25.09.92.

La distància horitzontal mínima del punt d'encreuament fins a un empalament serà d'un metre com a mínim.

### **10.2.2 *Paral·lelismes línia subterrània de BT***

Tot seguit, s'exposarà la relació de distàncies i disposicions a adoptar en els diferents encreuaments que es puguin produir al llarg de tot el recorregut pel polígon. Es procurarà que els cables soterranis de BT quedin al mateix pla vertical que les altres conduccions.

#### *10.2.2.1 Conductors d'energia elèctrica*

La distància mínima a mantenir entre canalitzacions de B.T. i una existent de M.T. (o una altra de baixa tensió d'una altra empresa) serà de 25 cm.

En els casos en què no es puguin complir aquestes distàncies, el cable es protegirà amb rajols massissos de 290 x 140 x 40 mm i amb una capa de sorra a cada costat de 20 mm mínim segons resolució D.O.G. nº 1649 del 25.09.92.

#### *10.2.2.2 Cables de telecomunicacions*

La separació mínima serà de 20 cm. Si aquesta distància fos menor caldrà intercalar una capa de rajol massís de 300 x 150 x 40 mm i una capa de sorra per cada costat de 20 mm de gruix.

#### *10.2.2.3 Canalitzacions de gas i aigua*



No es poden situar els cables elèctrics sobre la projecció vertical del tub. La separació mínima a conservar serà de 20 cm, excepte en canalitzacions de gas d'alta pressió (més de 4 bars) en que la distància serà de 40 cm.

En els casos de conduccions d'aigua es procurarà que aquestes quedin per sota del cable elèctric., i en els casos de connexions de servei la distància mínima serà de 30 cm.

En els casos en què no es puguin complir aquestes distàncies, el cable es protegirà amb rajols massissos de 290 x 140 x 40 mm i amb una capa de sorra a cada costat de 20 mm mínim segons resolució D.O.G. nº 1649 del 25.09.92.

## 11 CONTROL

El centre de transformació 13 és d'abonat. La companyia va exigir al client que el seu centre de transformació hauria de ser automatitzat, per poder fer ells les maniobres sobre el mateix.

Per assolir un control sobre les cel·les s'ha instal·lat un mòdul de control EkorCCP.

Aquest equip de control integrat consta de l'autòmat principal, el controlador de cel·les programable EkorCCP, els relés de cadascuna de les cel·les EkorRCI i de l'enllaç entre aquestes i l'autòmat principal mitjançant el bus que es connecta gràcies al port de comunicacions RS485.

En els controladors de cel·la s'hi entren els senyals d'entrada (estat de l'interruptor-seccionador, sensors) i sortida (obert/tancat, mesures, indicadors de falta pas i presència de tensió), i amb el bus de comunicació gràcies al protocol anomenat MODBUS, ho envia a l'autòmat central que gestiona cadascuna de les cel·les. Tota aquesta informació es enviada al centre de control per mitjà de radiofreqüència

### 11.1 Controlador de les cel·les ekorRCI

Els dispositius controladors EkorRCI estaran integrats en les cel·les de línia i interruptor passant, i cadascuna esta composta per un relé electrònic comunicable i sensors d'intensitat. Disposa de indicadors de pas de falta, detecció de presència o absència de tensió (cable tallat o fusible fos), mesura d'intensitat ( $I_r, I_s, I_t, I_o$ ) i tensió trifàsica, registres històrics, display per tarat/consulta local, alimentació auxiliar (24 Vdc a 125 Vdc) sincronització horària, funció de seccionalitzador automàtic, estat maniobra d'interruptor i seccionador i comunicacions per el telecontrol gràcies a les entrades i sortides de que disposa, i es comunica amb el mòdul controlador eKorCCP pel port RS485

### 11.2 Controlador de cel·les programables EkorCCP

Aquest controlador disposa d'estructura modular, amb dos mòduls fixes (CPU i alimentació) i quatre mòduls d'ampliació si es necessari, que el fa ideal per a qualsevol tipus de configuració en funció de l'aplicació destinada.

El mòdul de la CPU té una arquitectura tipus PC (microprocessador de la família 486), amb 16Mb de memòria RAM, 512Kb de memòria RAM no volàtil per els paràmetres i històrics de dades, 128kb de Memòria Flash per a la BIOS i rellotge a temps real.

El mòdul d'alimentació, és una font per alimentar la resta de l'equip. La seva tensió nominal serà de 48 Vcc (tot i que es pot adaptar a tensions de 36 a 72 Vcc). Incorpora una protecció contra curtcircuits, sobretensions i inversions de polaritat, i el seu consum serà de 21 W.

Disposa de 12 entrades i 6 sortides digitals per mòdul fins a un màxim de 4 mòduls d'ampliació, i cinc canals de comunicacions: un RS-232 (per imprimir històrics de resultats o entrar-hi software extern), 2 RS-232 optoacoblat per comunicació entre altres equips externs o Ekor, un port d'infrarojos IRDA, i un port RS-485 optoacoblat per al bus de comunicació local entre altres dispositius Ekor.

### 11.3 Armari de control

Dins l'armari de control, que estarà situat dins de cada un dels centres de transformació hi hauran muntats i degudament connexionats els següents aparells i materials:

- El controlador de cel·les programable EkorCCP
- Una clau Local / Telecomandament no extraïble en posició telecomandament.
- Un pilot lluminós, d'indicador de presència de tensió en la entrada de 230 Vca.
- Interconnexions entre l'armari de control i les cel·les MT via RS-485. i petit material.

### 11.4 Programació

En sistemes de control basats en CCP, la programació és el punt més important, per això s'elaborarà el diagrama d'estats en que figuren la situació de les sortides en cada estat, i els motius de canvi d'un estat a un altre (canvis en les entrades, temporitzacions), després d'això, es codificarà el diagrama per traslladar-lo a un programa fet amb el llenguatge d'alt nivell LCCP. Per últim, es farà la simulació del programa codificat, observant el funcionament del CCP i depurar possibles errors. D'aquesta forma només caldrà comprovar el cablejat en la posta en marxa, amb la seguretat de que l'automatisme es comportarà be.

## 11.5 Operació

El funcionament del controlador de cel·les programable pot respondre a varis tipus d'ordres com son:

Telecomandament: quan un controlador està comunicant amb un sistema remot, la seva actuació pot deure's a una acció d'aquest.

Instruccions directes: mitjançant les tecles d'actuació directa es podran obrir o tancar els interruptors.

Actuació automàtica del controlador: el CCP pot detectar la falta de tensió a la línia, o l'obertura per part d'un operari del relé de protecció, responent a aquest fets segons el programa de funcionament preestablert.

Instruccions mitjançant el menú de diàleg: seguint aquests menús es podrà maniobrar les cel·les, canviar paràmetres i extreure events per impressora o display.

## 11.6 Centre de control

Totes les dades s'envien via ràdio en el centre de control, on hi ha els operaris que s'encarreguen de supervisar i controlar remotament tota la xarxa. Aquest lloc de control està format per un conjunt de programes basats en l'entorn Windows dissenyats específicament per el telecontrol i funcions SCADA. Els 2 principals components d'aquest sistema son el visor i l'editor. El primer s'utilitzarà per visualitzar en temps real els indicadors, alarmes i mesures definitives en els C.T.'s, i maniobrar els elements de comandament de cada instal·lació. El segon element, l'editor, permet definir el numero i centres transformadors, definir-los geogràficament, i especificar les característiques de l'armari de control de cada centre i les mesures i alarmes de les cel·les.





## 12 RESUM DEL PRESSUPOST

01	Xarxa de mitja tensió	203376,75
02	Centres de transformació prefabricats PFU	539052,01
03	Instal·lació de les línies de BT	179368,27
04	Reforma del CT3	43816,46
05	Proves d'aïllament de les línies de MT	5649,92
06	Realització de l'estudi i projecte	10050,00
07	Gestió de permisos oficials	871,96
<b>TOTAL</b>		<b>982185,37</b>



## 13 CONCLUSIONS

Els aparells emprats en aquest projecte són homologats i compleixen amb les normatives vigents.

S'han tingut en compte possibles actuacions futures de ampliació del servei. Tot això comporta una qualitat i millora del servei a l'usuari, que n'és el màxim beneficiat final.

Les instal·lacions projectades compliran en tot moment la reglamentació vigent que els hi és aplicable.

Girona, 17 de juny de 2009

Joan Manel Borrromeo Macareno  
Enginyer Industrial



## 14 RELACIÓ DE DOCUMENTS

Document 1: Memòria Tècnica Descriptiva i annexos

Document 2: Plànols

Document 3: Estat d'amidaments

Document 4: Pressupost

Document 5: Plec de condicions

## 15 BIBLIOGRAFIA

Luis Jesús Arizmendi Barnes. Instalaciones Urbana. Infraestructura y planeamiento. Tomo III. Infraestructura energética y de comunicaciones. Librería Editorial Bellisco. Madrid. 1993.

ENDESA. Normas técnicas particulares (NTP). Barcelona. Novembre de 2008

GENERAL CABLE S.A. Catàlegs de cables unipolars de Mitja i baixa tensió. (<http://www.generalcable.es>, Octubre 2008)

MESA. Catàlegs de interruptors-seccionadors en SF6 (<http://www.me-sa.es>, Desembre 2008)

NOTICIAS JURIDICAS. 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. (<http://noticias.juridicas.com/RD1955/200.htm>, Novembre 2008)

ORMAZABAL. Catàlegs de Centres de transformació i aparellatge de mitja tensió. (<http://www.ormazabal.es>, Novembre 2008)

SCHNEIDER ELECTRIC ESPAÑA. Catàlegs de centres de transformació aparellatge MT, transformadors (<http://www.schneiderelectric.es>)

SIEMENS. Catàlegs d'aparellatge MT i transformadors. (<http://www.siemens.es>, Novembre 2008)

UNESA. Método de Cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría. Madrid. 1989



# ANNEXOS

## A. ANNEXOS CÀLCULS JUSTIFICATIUS

### A.1. PREVISIÓ DE CÀRREGA DEL POLIGON INDUSTRIAL

La previsió de càrrega de la xarxa de baixa tensió es farà segons el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió, Instrucció tècnica complementària número 10.

Al ser una concentració d'indústries es preveurà una potència de 125 W/m<sup>2</sup> i per planta.

La previsió de potència per a enllumenat exterior serà de 1,5 W/m<sup>2</sup> de vial, si no s'especifica la instal·lació d'enllumenat públic, segons indica les Normes Tecnològiques de la Edificació NTE-IE.

La zona a electrificar té les següents necessitats de potència:

Us	Superfície	Potència prevista	Potència Total
Industrial	59906,6 m <sup>2</sup>	125 W/m <sup>2</sup>	7488,33 kW
Enllumenat públic	11780,35 m <sup>2</sup>	1,5 W/m <sup>2</sup>	17,67 kW
			<b>7506 kW</b>

S'aplica un coeficient de simultaneïtat de 0,78 segons el que estableix les instruccions operatives de FECSA-ENDESA, ja que el nombre de parcel·les és superior a 10:

$$P_{CT} = P_t \times C_s = 7506 \text{ kW} \times 0,78 = 5854,68 \text{ kW} \quad (\text{Eq. a.1.1})$$

Per calcular la potència aparent hem de dividir la potència activa per el cosinus de fi de 0,95, segons les instruccions operatives de fecsa endesa:

$$S_{CT} = P_{CT} / \text{Cos } \varphi = 5854,68 \text{ kW} / 0,95 = 6162,82 \text{ kVA} \quad (\text{Eq. a.1.2})$$

Per escollir el nombre de centres de transformació dividirem la potència total requerida dels centres de transformació entre la potència de 1000 kVA:

$$N_{CT} = \frac{S_{CT}}{S_{TR}} \quad (\text{Eq. a.1.3})$$

On:

$S_{CT}$ : Potència aparent en kVA del total previst.

$S_{TR}$ : Potència aparent en kVA del transformador a instal·lar a cada CT.

En el nostre cas, escollirem transformadors de 1000 kVA per a tots el CT.

Aplicant l'expressió a.1.3 tenim la necessitat d'instal·lar 7 CT.

Per poder assegurar l'ampliació del polígon apliquem un factor d'ampliació del 1,5, donant un resultat de 9 CT, més el d'abonat amb subministra de MT, tenim un total de **10 CT**.

## A.2. CÀLCUL ELÈCTRIC DE LA LÍNIA SUBTERRÀNIA DE M.T.

Càlcul de la secció tenint en compte:

1. Intensitat màxima admissible pels conductors
2. Caiguda de tensió màxima admissible
3. Corrent de curtcircuit

### A.2.1. Intensitat màxima admissible pels conductors

La intensitat que circularà per la línia ve donada per l'expressió:

$$I = \frac{S (KVA)}{\sqrt{3} \cdot U (kV)} \quad (\text{Eq. a.2.1})$$

On:

S: Potència aparent, en kVA

U: Tensió nominal de la xarxa, en kV

Si substituïm a l'equació a.2.1. els valors anteriorment calculats obtenim:

$$I = \frac{6162,82kVA}{\sqrt{3} \times 25kV} = 142,32A$$

La densitat de corrent es calcula amb la equació següent:



$$D = \frac{I (A)}{s (mm^2)} \quad (\text{Eq. a.2.2})$$

On:

I: Intensitat del corrent elèctric que circularà per la línia en A

s: Secció nominal del conductor a instal·lar en  $mm^2$

Si apliquem l'equació a.2.2 amb el corrent anteriorment calculat i la secció del conductor de  $240 mm^2$ , obtenim que:

$$D = \frac{142,32 A}{240 mm^2} = 0,59 \frac{A}{mm^2}$$

Els conductors a instal·lar en aquesta línia seran d'alumini de secció  $240 mm^2$ . Aquest tipus de conductors poden admetre una intensitat màxima de 415 A i una densitat de corrent de  $1,73 A/mm^2$ .

## A.2.2. CAIGUDA DE TENSIÓ

La caiguda de tensió que tindrem en el nou tram de línia subterrània en el cas de portar una potència aparent de 6162,82 kVA serà:

$$\Delta U_{LSBT} = \frac{P_{CT} \times L}{U} \times (R_{50} + X \times tg\varphi) \quad (\text{Eq. a.2.3})$$

on :

P : potència activa, en kW

L : longitud total de la línia , en km

U : tensió nominal de la xarxa, en kV

$R_{50}$  : resistència lineal del conductor, en  $\Omega/\text{km}$  (0,140  $\Omega/\text{km}$ )

X : reactància lineal del conductor, en  $\Omega/\text{km}$  (0,101  $\Omega/\text{km}$ )

$P_{CT}$  : potència activa requerida en el total dels centres de transformació.

$$\Delta U_{LSBT} = \frac{5854,68 \times 2,014}{25} \times (0,140 + 0,101 \times 0,33) = 81,69V \quad (\text{Eq. a.2.4})$$

$$\Delta U_{LSBT} (\%) = \frac{\Delta U_{LSBT}}{25000} \times 100 = 0,33\%$$

Valor molt inferior al 7% que marca la companyia com a màxim.

### A.2.3. INTENSITAT DE CURTCIRCUIT MÀXIM ADMISSIBLE

Per la intensitat de curtcircuit màxim admissible, farem servir el mètode de càlcul aproximat de les densitats de corrent, proposat per el RAT del 2008.

Primer calcularem la intensitat de curtcircuit en funció de la potència de curtcircuit facilitada per la companyia subministradora, que és de 500MVA, llavors aplicant la següent equació:

$$I_{CC} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} \times U} \quad (\text{Eq. a.2.5})$$

On:

$P_{CC}$ : potència de curtcircuit en kVA.

U: tensió nominal de la xarxa, en kVA.



Aplicant els valors a l'expressió s'obté un corrent de curtcircuit de 11547 A.

Segon calcularem la secció mínima que pot suportar aquest corrent de curtcircuit, amb l'expressió següent:

$$S = \frac{I_{cc} \times \sqrt{t_{cc}}}{K} \text{ (mm}^2\text{)} \quad \text{(Eq. a.2.6)}$$

On:

$t_{cc}$ : duració del curtcircuit en segons ( $t_{cc}=0,6$ ).

$K$ : coeficient que depèn de la naturalesa del conductor i de les temperatures a l'inici i al final del curtcircuit. ( $K=94$ )

Substituint els valors de l'equació b.6 obtenim una secció mínima de **95,15 mm<sup>2</sup>**. Valor inferior al conductor escollit per a la instal·lació.

### A.3. CÀLCUL DELS CENTRES DE TRANSFORMACIÓ PFU4

#### A.3.1. Intensitat de MT

La intensitat primària en un transformador trifàsic ve donada per la expressió:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (\text{Eq. a.3.1})$$

On:

P : potència del transformador [kVA]

$U_p$ : tensió primària [kV]

$I_p$ : intensitat primària [A]

Per l'únic transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 1000 kVA.

$$I_p = 23,1 \text{ A}$$

#### A.3.2. Intensitat de Baixa Tensió

Per l'únic transformador d'aquest Centre de Transformació, la potència és de 1000 kVA, i la tensió secundària és de 420 V en buit.

La intensitat secundària en un transformador trifàsic ve donada per l'expressió:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (\text{Eq. a.3.2})$$

On:

P potència del transformador [kVA]

$U_s$  tensió en el secundari [kV]

$I_s$  intensitat en el secundari [A]

La intensitat en les sortides de 420 V en buit poden arribar al valor

$$I_s = 1.374,6 \text{ A.}$$

### A.3.3. Intensitats de curtcircuits

Per a el càlcul de les intensitats que origina un curtcircuit, es tindrà en compte la potència de curtcircuit de la xarxa de MT, valor especificat per la companyia elèctrica.

Per a el càlcul de la corrent de curtcircuit a la instal·lació, s'utilitza l'expressió:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (\text{Eq. a.3.3})$$

On:

$S_{cc}$  potència de curtcircuit de la xarxa [MVA]

$U_p$  tensió de servei [kV]

$I_{ccp}$  corrent de curtcircuit de primari [kA]



Per els curtcircuits secundaris, es considera que la potència de curtcircuit disponible és la teòrica dels transformadors de MT-BT, sent més conservadors que en les consideracions reals.

La corrent de curtcircuit del secundari de un transformador trifàsic, ve donada per l'expressió:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot S}{\sqrt{3} \cdot \varepsilon_{cc} \cdot U_s} \quad (\text{Eq. a.3.4})$$

On:

S            potència de transformador [kVA]

$\varepsilon_{cc}$         tensió de curtcircuit del transformador [%]

$U_s$         tensió en el secundari [V]

$I_{ccs}$         corrent de curtcircuit al secundari [kA]

### **Curtcircuit en el costat de MT**

Utilitzant l'expressió a.3.4, en el que la potència de curtcircuit és de 500 MVA i la tensió de servei 25 kV, la intensitat de curtcircuit és :

$$I_{ccp} = 11,5 \text{ kA}$$

### **Curtcircuit en el costat de BT**

Per l'únic transformador de aquest Centro de Transformació, la potencia es de 1000 kva, la tensió percentual del curtcircuit és del 6%, i la tensió secundaria és de 420 V en buit.

La intensitat de curtcircuit en el costat de BT amb 420 V en buit serà, segons la fórmula a.3.4:

$$I_{ccs} = 22,9 \text{ kA}$$

### **A.3.4. Dimensionat de l'embarat**

Las cel·les fabricades per ORMAZABAL han estat sotmeses a assajos per a certificar els valors indicats en les plaques de característiques, per la qual cosa no es necessari realitzar càlculs teòrics ni hipòtesis de comportament de cel·les.

#### **Comprovació per densitat de corrent**

La comprovació per densitat de corrent té per objecte verificar que el conductor indicat és capaç de conduir el corrent nominal màxim sense superar la densitat màxima possible per al material conductor. Això, a més de mitjançant càlculs teòrics, pot comprovar-se realitzant un assaig d'intensitat nominal, que per tal de disposar de suficient marge de seguretat, es considerarà que és la intensitat del bucle, que en aquest cas és de 400 A.

Per a les cel·les del sistema CGM la certificació corresponent que cobreix el valor necessitat s'ha obtingut amb el protocol 9901 B 026-AKLE-02 realitzat pels laboratoris LABEIN a Biscaia (Espanya).

#### **Comprovació per sol·licitació electrodinàmica**

La intensitat dinàmica de curtcircuit es valora en aproximadament 2,5 vegades la intensitat eficaç de curtcircuit calculada a l'apartat a.3.3, així doncs tenim que:

$$I_{cc}(\text{din}) = 28,7 \text{ kA}$$

Per a les cel·les del sistema CGM la certificació corresponent que cobreix el valor necessitat s'ha obtingut amb el protocol GPS-98/01432 al laboratori de CESI a Itàlia.

### Comprovació per sol·licitació tèrmica

La comprovació tèrmica té per objecte comprovar que no es produirà un escalfament excessiu de l'aparellatge per defecte d'un curtcircuit. Aquesta comprovació es pot realitzar mitjançant càlculs teòrics, però preferentment s'ha de realitzar un assaig segons la normativa en vigor. En aquest cas, la intensitat considerada és l'eficaç de curtcircuit, el valor del qual és:

$$I_{cc}(ter) = 11,5 \text{ kA.}$$

Per a les cel·les del sistema CGM la certificació corresponent que cobreix el valor necessitat s'ha obtingut amb el protocol GPS-98/01432 al laboratori de CESI a Itàlia.

### A.3.5. Protecció contra sobrecarregues i curtcircuits

Els transformadors estan protegits tant en MT com en BT. En MT la protecció l'efectuen les cel·les associades a aquests transformadors, mentre que en BT la protecció s'incorpora en els quadres de les línies de sortida.

La protecció en MT d'aquest transformador es realitza utilitzant una cel·la d'interruptor amb fusibles, sent aquests els que efectuen la protecció davant d'eventuals curtcircuits.

Aquests fusibles realitzen la seva funció de protecció de forma ultraràpida (de temps inferiors als dels interruptors automàtics), ja que la seva fusió evita fins i tot el pas del màxim dels corrents de curtcircuits per tota la instal·lació.

Els fusibles se seleccionen per a:

- Permetre el funcionament continuat a la intensitat nominal, requerida per a aquesta aplicació.
- No produir trets durant l'engegada en buit dels transformadors, temps en què la intensitat és molt superior a la nominal i d'una durada intermèdia.



- No produir trets quan es produeixen corrents d'entre 10 i 20 vegades la nominal, sempre que la seva durada sigui inferior a 0,1 s, evitant així que els fenòmens transitoris provoquin interrupcions del subministrament.

Tanmateix, els fusibles no constitueixen una protecció suficient contra les sobrecàrregues, que hauran de ser evitades incloent un relè de protecció de transformador, o si no és possible, una protecció tèrmica del transformador.

La intensitat nominal d'aquests fusibles és de 40 A.

La cel·la de protecció d'aquest transformador no incorpora relè, en considerar-se suficient l'ús de les altres proteccions.

### **Termòmetre**

El termòmetre verifica que la temperatura del dielèctric del transformador no supera els valors màxims admissibles.

### **Proteccions a BT**

Les sortides de BT compten amb fusibles a totes les sortides, amb una intensitat nominal igual al valor de la intensitat nominal exigida a aquesta sortida i a un poder de tall com a mínim igual al corrent de curtcircuit corresponent, segons el calculat amb l'equació a.3.4.

### **A.3.6. Dimensionat dels ponts de MT**

Els cables que s'utilitzen en aquesta instal·lació, descrits en la memòria, hauran de ser capaços de suportar tant la intensitat nominal com la de curtcircuit.

La intensitat nominal demandada per aquest transformador és igual a 23,1 A que és inferior al valor màxim admissible pel cable.

Aquest valor és de 305 A per a un cable de secció de 150 mm<sup>2</sup>, segons el fabricant.

### Comprovació de la intensitat de curtcircuit

El càlcul de la secció de cable que permet el pas d'un corrent de curtcircuit ve donat per la següent expressió:

$$I_{cc}^2 \cdot t = C \cdot S^2 \cdot \Delta T \quad (\text{Eq. a.3.5})$$

On:

I<sub>cc</sub>: intensitat de curtcircuit eficaç [A]

t: temps màxim de desconexió de l'element de protecció [s]

(0,3 s per als fusibles i 0,65 s per a l'interruptor automàtic)

C: constant del material d'aïllament, que per el nostre cas en Al te un valor de 57 i per Cu de 135

T: increment de temperatura admissible pel pas de la intensitat de curtcircuit (160° C per aquest material d'aïllament) [°C]

La corrent de curtcircuit en aquesta instal·lació té un valor eficaç de 11,5 kA

Per a aquest transformador protegit amb fusibles, el pont de cables de MT ha de tenir una secció mínima segons la fórmula a.2.6 de:

$$s=66,22 \text{ mm}^2$$

menor que la secció del pont de MT utilitzat en aquest CT.

### A.3.7. Dimensionat de la ventilació del Centre de Transformació

Per calcular la superfície de la reixa d'entrada d'aire a l'edifici s'utilitza la següent expressió:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0.24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}} \quad (\text{Eq. a.3.6})$$

On:

$W_{cu}$  pèrdues en el coure del transformador [kW]

$W_{fe}$  pèrdues en el ferro del transformador [kW]

$K$  coeficient en funció de la forma de les reixes d'entrada [aproximadament entre 0,35 i 0,40]

$h$  distància vertical entre les reixes d'entrada i sortida [m] (1,45 m)

$\Delta T$  augment de temperatura de l'aire [°C] (15°C)

$S_r$  superfície mínima de les reixes d'entrada [m<sup>2</sup>]

$$S_r = \frac{10,50kW}{0,24 \times 0,35 \times \sqrt{1,45m \times 15^3 C}} = 1,78 m^2$$

A la caseta prefabricada hi ha tres reixes d'entrada d'aire fred i tres de sortida d'aire calent amb una superfície total de 2,05 m<sup>2</sup> per a les tres reixes d'entrada d'aire fred.

Aquesta superfície és superior a la superfície mínima projectada.

No obstant això, i encara que és aplicable aquesta expressió a tots els Edificis Prefabricats d'ORMAZABAL, es considera de major interès la realització d'assaigs d'homologació dels Centres de Transformació fins a les potències indicades, deixant l'expressió per a valors superiors als homologats.

L'edifici emprat en aquesta aplicació ha estat homologat segons els protocols obtinguts en laboratori Labein (Biscaia - Espanya):

- 97624-1-I, per a ventilació de transformador de potència fins 1000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, per a ventilació de transformador de potència fins a 1600 kVA

### **A.3.8. Dimensionat del pou apagafocs**

Es disposa d'una fossa de recollida d'oli de 600 l de capacitat per cada transformador cobert de grava per a l'absorció del fluid i per prevenir l'abocament del mateix cap a l'exterior i minimitzar el dany en cas de foc.

### **A.3.9. Càlcul de les instal·lacions de posta a terra**

#### **Investigació de les característiques del sòl**

El Reglament d'Alta Tensió indica que per a instal·lacions de tercera categoria, i d'intensitat de curtcircuit a terra inferior o igual a 16 kA no serà imprescindible realitzar l'esmentada investigació prèvia de la resistivitat del terra, havent-se-n'hi prou amb l'examen visual del terreny i podent fer una estimació la seva resistivitat, sent necessari mesurar-la per a corrents superiors.

Segons la investigació prèvia del terreny on s'instal·larà aquest Centre de Transformació, es determina la resistivitat mitjana en 100  $\Omega \cdot m$ .

#### **Càlcul de la posta a terra (Mètode HOWE)**

El càlcul de la posta a terra es realitza d'acord amb el document elaborat per UNESA: Mètode de Càlcul i projecte d'instal·lacions de presa de terra per centres transformadors de tercera categoria. Mètode de HOWE.



Com a dades de partida per a determinar els càlculs de faltes a terra i la resistència de terra emprarem les següents:

• Tensió de servei :  $U = 25000 \text{ V}$

• Posada a terra neutre A.T.:  $R_n = 0 \Omega$

$X_n = 25 \Omega$

• Duració de la falta

Desconnexió inicial:

Relé T. Indep. (S/N) N

Relé T. Depen. (S/N) S  $t' = 0,13 \text{ seg.}$

Constants del relé  $K' = 1,35$

$n' = 1$

• Reenganxament en menys de 0,5 s. (S/N) S

Desconnexió final:

Relé T. Indep. (S/N) S  $t'' = 0,50 \text{ s.}$

Relé T. Depen. (S/N) N

Duració total de la falta ( $t=t'+t''$ )  $t'' = 0,63 \text{ seg.}$

Intensitat d'arrencada:  $I'_a = 50 \text{ A}$

• Nivell d'aïllament de les instal·lacions de b.t.  $V_{bt} = 8000 \text{ V}$

• Resistivitat mesurada del terreny:  $\rho = 100 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$

• Resistivitat interior centre de distribució  $\rho' = 3000 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$

### **Càlcul de la resistència màxima de la posta a terra de les masses del CT i intensitat de defecte.**

La configuració a escollir ha de complir que:

$$Kr \leq \frac{Rt}{\rho} \quad (\text{Eq. a.3.7})$$

mitjançant les següents equacions:

$$Id \times Rt \leq V_{bt} = 8000 \text{ V} \quad (\text{Eq. a.3.8})$$

$$Id = \frac{U}{\sqrt{3} \times \sqrt{(Rn + Rt)^2 + Xn^2}} \quad (\text{Eq. a.3.9})$$

obtenim:

Intensitat mínima de defecte:  $I_d = 480,6 \text{ A}$


Resistència màxima de posada a terra ( $R_t$ ):  $R_t = 16,65 \text{ } \Omega$

i, per tant:

$$K_r \leq 0,165 \Omega/\Omega \cdot m$$

CODI DE LA CONFIGURACIÓ A INSTAL·LAR: **60-35/5/42**

S'utilitzarà una configuració amb rectangle de 6,0 m per 3,5 m a una profunditat de 0,5 m i 4 piques de 2 m de longitud i un diàmetre de 14 mm cadascuna. Les piques s'uniran mitjançant un conductor de 50 mm<sup>2</sup> de secció.

Configuració	Lp	Resistència Kr	Tensió de pas Kp	Tensió de contacte ext.	Codi de la configuració
4 piques 	2	0,083	0,0185	0,0405	60-35/5/42
	4	0,069	0,0148	0,0297	60-35/5/44
	6	0,059	0,0122	0,0232	60-35/5/46
	8	0,052	0,0104	0,0189	60-35/5/48

Paràmetres de la configuració:

De resistència  $K_r = 0,083 \leq 0,1665$

De la tensió de pas  $K_p = 0,0185$

De la tensió de contacte  $K_c = 0,0405$

Calculem la resistència del terra, intensitat de defecte, la tensió de pas en l'exterior, tensió de pas en l'accés i tensió de defecte.

Resistència del terra:

$$R't = Kr \times \rho \quad (\text{Eq. a.3.10})$$

$$R't = 8,3 \Omega$$

Intensitat de defecte:

$$I'd = \frac{U}{\sqrt{3} \times \sqrt{(Rn + R't)^2 + Xn^2}} \quad (\text{Eq. a.3.11})$$

$$I'd = 573,2 \text{ A}$$

Tensió de pas en l'exterior

$$V'_p = K_p \cdot \rho \cdot I'd \quad (\text{Eq. a.3.12})$$

$$V'_p = 1.060 \text{ V}$$

Tensió de pas en l'accés

$$V'_{p(\text{acc})} = V'_c = K_c \cdot \rho \cdot I'd \quad (\text{Eq. a.3.13})$$

$$V'_{p(\text{acc})} = 2.322 \text{ V}$$

Tensió de defecte

$$V'_d = R'_t \cdot I'd \quad (\text{Eq. a.3.14})$$

$$V'_d = 1.720 \text{ V}$$

Calculem els valors admissibles de la tensió de pas a l'exterior i tensió de pas en l'accés:



Tensió de pas exterior

$$V_p = \frac{10 \times K}{t^n} \times \left( 1 + \frac{6 \times \rho}{1000} \right) \quad (\text{Eq. a.3.15})$$

$$V_p = 1.831 \text{ V}$$

Tensió de pas en l'accés

$$V_{p \text{ acc.}} = \frac{10 \times K}{t^n} \times \left( 1 + \frac{3 \times \rho + 3 \times \rho'}{1000} \right) \quad (\text{Eq. a.3.16})$$

$$V_{p(\text{acc})} = 11.790 \text{ V}$$

Fem les comprovacions per justificar la configuració de terres escollits a la taula següent:

Concepte	Calculat	Cond.	Admissible
Tensió de pas a l'exterior	1.060 V	≤	1.831 V
Tensió de pas en l'accés	2.322 V	≤	11.790 V
Tensió de defecte	1.720 V	≤	8000 V
Intensitat de defecte	573,2 A	>	50 A

Les tensions de pas i contacte interiors son 0 (zero), donat que s'instal·larà una xarxa equipotencial.

#### Investigació de les tensions transferibles a l'exterior

Per garantir que el sistema de terres de protecció no transfereixi tensions al sistema de terra de servei, evitant així que afectin als usuaris, s'ha d'establir una separació entre els elèctrodes més pròxims d'ambdós sistemes, sempre que la tensió de defecte superi els 1000V.

En aquest cas es imprescindible mantenir aquesta separació, ja que la tensió de defecte és superior als 1000 V indicats.



La distància mínima de separació entre els sistemes de terres ve donada per l'expressió:

$$D = \frac{\rho \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (\text{Eq. a.3.17})$$

On:

$\rho$  resistivitat del terreny en [ $\Omega \cdot m$ ]

$I'_d$  intensitat de defecto [A]

D distància mínima de separació [m]

Per aquest Centre de Transformació:

$$D = 9,12 \text{ m}$$

Per tant estaran separats per una distància de 10 metres.

Es connectarà a aquest sistema de terres de servei al neutre del transformador, així com també el terra dels secundaris dels transformadors de tensió i intensitat de la cel·la de mesura.

Les característiques del sistema de terres de servei són les següents:

Identificació: 5/32 (segons mètode UNESA)

Geòmetra: Piques alineades

Número de piques: 3

Longitud entre piques: 2 metres

Profunditat de les piques: 0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

$$K_r = 0,201$$

$$K_c = 0,0392$$

El criteri de selecció del terra de servei és no ocasionar a l'electrode una tensió superior a 24 V quan existeixi un defecte a terra en una instal·lació de BT protegida contra contactes indirectes per un diferencial de 650 mA. Per això la resistència de posta a terra de servei ha de ser inferior a 37  $\Omega$ .

$$R_{t_{serv}} = K_r \cdot R_o = 0,201 \Omega / (\Omega \cdot m) \cdot 100 \Omega \cdot m = 20,1 \Omega < 37 \Omega (\text{Eq. a.3.18})$$

Per a mantenir els sistemes de posta a terra de protecció i de servei independents, la posta a terra del neutre es realitzarà amb cable aïllat de 0,6/1 kV, protegit amb tub de PVC de grau de protecció contra danys mecànics IK 7 como mínim.

## A.4. CÀLCUL DELS CENTRES DE TRANSFORMACIÓ PFU5

### A.4.1. Intensitat de MT

La intensitat primària en un transformador trifàsic ve donada per la expressió Eq. a.3.1.)

Per el Transformador 1 d'aquest Centre de Transformació, amb potència de 1000 kVA:

$$I_p = 23,1 \text{ A}$$

Per el Transformador 2 d'aquest Centre de Transformació, amb potència de 1000 kVA:

$$I_p = 23,1 \text{ A}$$

La potència total de la part de MT és de:

$$I_{\text{tot}} = 46,2 \text{ A}$$

### A.4.2. Intensitat de Baixa Tensió

Per els dos transformadors d'aquest Centre de Transformació, la potència dels quals és de 1000 kVA cadascún i la tensió secundària és de 420 V en buit.

La intensitat secundària en un transformador trifàsic ve donada per l'expressió (Eq. 3.2).

La intensitat en les sortides de 420 V en buit, per el transformador 1 poden arribar al valor de:

$$I_s = 1.374,6 \text{ A.}$$

La intensitat en les sortides de 420 V en buit, per el transformador 2 poden arribar al valor de:

$$I_s = 1.374,6 \text{ A.}$$

### A.4.3. Intensitats de curtcircuits

Per a el càlcul de les intensitats que origina un curtcircuit, es tindrà en compte la potència de curtcircuit de la xarxa de MT, valor especificat per la companyia elèctrica.

Per a el càlcul de la corrent de curtcircuit a la instal·lació, s'utilitza l'expressió (Eq. a.3.3)

Per els curtcircuits secundaris, es considera que la potència de curtcircuit disponible és la teòrica dels transformadors de MT-BT, sent més conservadors que en les consideracions reals.

La corrent de curtcircuit del secundari de un transformador trifàsic, ve donada per l'expressió (Eq. a.3.4).

#### **Curtcircuit en el costat de MT**

Utilitzant l'expressió a.3.4, en el que la potència de curtcircuit és de 500 MVA i la tensió de servei 25 kV, la intensitat de curtcircuit és :

$$I_{ccp} = 11,5 \text{ kA}$$

#### **Curtcircuit en el costat de BT**

Per el transformador 1 de aquest Centro de Transformació, la potencia es de 1000 kVA, la tensió percentual del curtcircuit és del 6%, i la tensió secundaria és de 420 V en buit.

La intensitat de curtcircuit en el costat de BT amb 420 V en buit serà, segons la fórmula a.3.4:

$$I_{ccs} = 22,9 \text{ kA}$$

Per el transformador 2 de aquest Centro de Transformació, la potencia es de 1000 kVA, la tensió percentual del curtcircuit és del 6%, i la tensió secundaria és de 420 V en buit.

La intensitat de curtcircuit en el costat de BT amb 420 V en buit serà, segons la fórmula a.3.4:

$$I_{ccs} = 22,9 \text{ kA}$$

#### **A.4.4. Dimensionat de l'embarat**

Las cel·les fabricades per ORMAZABAL han estat sotmeses a assajos per a certificar els valors indicats en les plaques de característiques, per la qual cosa no es necessari realitzar càlculs teòrics ni hipòtesis de comportament de cel·les.

##### **Comprovació per densitat de corrent**

La comprovació per densitat de corrent té per objecte verificar que el conductor indicat és capaç de conduir el corrent nominal màxim sense superar la densitat màxima possible per al material conductor. Això, a més de mitjançant càlculs teòrics, pot comprovar-se realitzant un assaig d'intensitat nominal, que per tal de disposar de suficient marge de seguretat, es considerarà que és la intensitat del bucle, que en aquest cas és de 400 A.

Per a les cel·les del sistema CGM la certificació corresponent que cobreix el valor necessitat s'ha obtingut amb el protocol 9901 B 026-AKLE-02 realitzat pels laboratoris LABEIN a Biscaia (Espanya).

##### **Comprovació per sol·licitació electrodinàmica**

La intensitat dinàmica de curtcircuit es valora en aproximadament 2,5 vegades la intensitat eficaç de curtcircuit calculada amb l'equació a.3.3, així doncs tenim que:

$$I_{cc}(\text{din}) = 28,7 \text{ kA}$$

Per a les cel·les del sistema CGM la certificació corresponent que cobreix el valor necessitat s'ha obtingut amb el protocol GPS-98/01432 al laboratori de CESI a Itàlia.

### **Comprovació per sol·licitació tèrmica**

La comprovació tèrmica té per objecte comprovar que no es produirà un escalfament excessiu de l'aparellatge per defecte d'un curtcircuit. Aquesta comprovació es pot realitzar mitjançant càlculs teòrics, però preferentment s'ha de realitzar un assaig segons la normativa en vigor. En aquest cas, la intensitat considerada és l'eficaç de curtcircuit, el valor del qual és:

$$I_{cc(ter)} = 11,5 \text{ kA.}$$

er a les cel·les del sistema CGM la certificació corresponent que cobreix el valor necessitat s'ha obtingut amb el protocol GPS-98/01432 al laboratori de CESI a Itàlia.

### **A.4.5. Protecció contra sobrecarregues i curtcircuits**

Els transformadors estan protegits tant en MT com en BT. En MT la protecció l'efectuen les cel·les associades a aquests transformadors, mentre que en BT la protecció s'incorpora en els quadres de les línies de sortida.

Al ser dos transformadors iguals les següents consideracions és vàlida per a tots dos:

La protecció en MT d'aquests transformadors es realitza utilitzant una cel·la d'interruptor amb fusibles, sent aquests els que efectuen la protecció davant d'eventuals curtcircuits.

Aquests fusibles realitzen la seva funció de protecció de forma ultraràpida (de temps inferiors als dels interruptors automàtics), ja que la seva fusió evita fins i tot el pas del màxim dels corrents de curtcircuits per tota la instal·lació.

Els fusibles se seleccionen per a:

- Permetre el funcionament continuat a la intensitat nominal, requerida per a aquesta aplicació.
- No produir trets durant l'engegada en buit dels transformadors, temps en què la intensitat és molt superior a la nominal i d'una durada intermèdia.
- No produir trets quan es produeixen corrents d'entre 10 i 20 vegades la nominal, sempre que la seva durada sigui inferior a 0,1 s, evitant així que els fenòmens transitoris provoquin interrupcions del subministrament.

Tanmateix, els fusibles no constitueixen una protecció suficient contra les sobrecàrregues, que hauran de ser evitades incloent un relè de protecció de transformador, o si no és possible, una protecció tèrmica dels transformadors.

La intensitat nominal d'aquests fusibles és de 40 A.

La cel·la de protecció d'aquests transformadors no incorpora relè, en considerar-se suficient l'ús de les altres proteccions.

### **Termòmetre**

El termòmetre verifica que la temperatura del dielèctric del transformador no supera els valors màxims admissibles.

### **Proteccions a BT**

Les sortides de BT compten amb fusibles a totes les sortides, amb una intensitat nominal igual al valor de la intensitat nominal exigida a aquesta sortida i a un poder de tall com a mínim igual al corrent de curtcircuit corresponent, segons el calculat amb l'equació a.3.4.

#### **A.4.6. Dimensionat dels ponts de MT**

Els cables que s'utilitzen en aquesta instal·lació, descrits en la memòria, hauran de ser capaços de suportar tant la intensitat nominal com la de curtcircuit.



## Transformador 1

La intensitat nominal demandada per aquest transformador és igual a 23,1 A que és inferior al valor màxim admissible pel cable.

Aquest valor és de 305 A per a un cable de secció de 150 mm<sup>2</sup>, segons el fabricant.

### Comprovació de la intensitat de curtcircuit

El càlcul de la secció de cable que permet el pas d'un corrent de curtcircuit ve donat per la expressió a.3.5.

La corrent de curtcircuit en aquesta instal·lació té un valor eficaç de 11,5 kA

Per a aquest transformador protegit amb fusibles, el pont de cables de MT ha de tenir una secció mínima segons la fórmula a.2.6 de:

$$s=66,22 \text{ mm}^2$$

menor que la secció del pont de MT utilitzat en aquest CT.

## Transformador 2

La intensitat nominal demandada per aquest transformador és igual a 23,1 A que és inferior al valor màxim admissible pel cable.

Aquest valor és de 305 A per a un cable de secció de 150 mm<sup>2</sup>, segons el fabricant.

### Comprovació de la intensitat de curtcircuit

El càlcul de la secció de cable que permet el pas d'un corrent de curtcircuit ve donat per la expressió a.3.5.

La corrent de curtcircuit en aquesta instal·lació té un valor eficaç de 11,5 kA

Per a aquest transformador protegit amb fusibles, el pont de cables de MT ha de tenir una secció mínima segons la fórmula a.2.6 de:

$$s=66,22 \text{ mm}^2$$

menor que la secció del pont de MT utilitzat en aquest CT.

#### A.4.7. Dimensionat de la ventilació del Centre de Transformació

Per calcular la superfície de la reixa d'entrada d'aire a l'edifici s'utilitza l'expressió a.3.6.

$$S_r = \frac{2 \times 10,50 \text{ kW}}{0,24 \times 0,35 \times \sqrt{1,45 \text{ m} \times 15^3 \text{ } ^\circ \text{C}}} = 3,57 \text{ m}^2$$

A la caseta prefabricada hi ha sis reixes d'entrada d'aire fred i sis de sortida d'aire calent amb una superfície total de 4,1 m<sup>2</sup> per a les sis reixes d'entrada d'aire fred.

Aquesta superfície és superior a la superfície mínima projectada.

No obstant això, i encara que és aplicable aquesta expressió a tots els Edificis Prefabricats d'ORMAZABAL, es considera de major interès la realització d'assaigs d'homologació dels Centres de Transformació fins a les potències indicades, deixant l'expressió per a valors superiors als homologats.

L'edifici emprat en aquesta aplicació ha estat homologat segons els protocols obtinguts en laboratori Labein (Biscaia - Espanya):

- 97624-1-I, per a ventilació de transformador de potència fins 1000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, per a ventilació de transformador de potència fins a 1600 kVA

#### A.4.8. Dimensionat del pou apagafocs

Es disposa d'una fossa de recollida d'oli de 600 l de capacitat per cada transformador cobert de grava per a l'absorció del fluid i per prevenir l'abocament del mateix cap a l'exterior i minimitzar el dany en cas de foc.

#### A.4.9. Càlcul de les instal·lacions de posta a terra

##### Investigació de les característiques del sòl

El Reglament d'Alta Tensió indica que per a instal·lacions de tercera categoria, i d'intensitat de curtcircuit a terra inferior o igual a 16 kA no serà imprescindible realitzar l'esmentada investigació prèvia de la resistivitat del terra, havent-se-n'hi prou amb l'examen visual del terreny i podent estimar-se la seva resistivitat, sent necessari mesurar-la per a corrents superiors.

Segons la investigació prèvia del terreny on s'instal·larà aquest Centre de Transformació, es determina la resistivitat mitjana en  $100 \Omega \cdot m$ .

##### Càlcul de la posta a terra (Mètode HOWE)

El càlcul de la posta a terra es realitza d'acord amb el document elaborat per UNESA: Mètode de Càlcul i projecte d'instal·lacions de presa de terra per centres transformadors de tercera categoria. Mètode de HOWE.

Com a dades de partida per a determinar els càlculs de faltes a terra i la resistència de terra emprarem les següents:

• Tensió de servei :  $U = 25000 \text{ V}$

• Posada a terra neutre A.T.:  $R_n = 0 \Omega$

$X_n = 25 \Omega$



- Duració de la falta

Desconnexió inicial:

Relé T. Indep. (S/N) N

Relé T. Depen. (S/N) S  $t' = 0,13 \text{ seg.}$

Constants del relé  $K' = 1,35$

$n' = 1$

- Reenganxament en menys de 0,5 s. (S/N) S

Desconnexió final:

Relé T. Indep. (S/N) S  $t'' = 0,50 \text{ s.}$

Relé T. Depen. (S/N) N

Duració total de la falta ( $t=t'+t''$ )  $t = 0,63 \text{ seg.}$

Intensitat d'arrencada:  $I'_a = 50 \text{ A}$

- Nivell d'aïllament de les instal·lacions de b.t.  $V_{bt} = 8000 \text{ V}$

- Resistivitat mesurada del terreny:  $\rho = 100 \Omega.m$

- Resistivitat interior centre de distribució  $\rho' = 3000 \Omega.m$

### Càlcul de la resistència màxima de la posta a terra de les masses del CT i intensitat de defecte.

La configuració a escollir ha de complir l'equació a.3.7.

mitjançant les següents equacions a.3.8 i a.3.9, obtenim:

Intensitat mínima de defecte:  $I_d = 536 \text{ A}$


Resistència màxima de posada a terra ( $R_t$ ):  $R_t = 10 \Omega$

i, per tant:

$$K_r \leq 0,1 \Omega/\Omega\cdot\text{m}$$

CODI DE LA CONFIGURACIÓ A INSTAL·LAR: **70-25/5/42**

S'utilitzarà una configuració amb rectangle de 7,0 m per 2,5 m a una profunditat de 0,5 m i 4 piques de 2 m de longitud i un diàmetre de 14 mm cadascuna. Les piques s'uniran mitjançant un conductor de 50 mm<sup>2</sup> de secció.

Configuració	Lp	Resistència Kr	Tensió de pas Kp	Tensió de contacte ext.	Codi de la configuració
4 piques 	2	0,084	0,0186	0,0409	70-25/5/42
	4	0,070	0,0148	0,0299	70-25/5/44
	6	0,060	0,0123	0,0233	70-25/5/46
	8	0,053	0,0104	0,0190	70-25/5/48

Paràmetres de la configuració:

De resistència  $K_r = 0,084 \leq 0,1$

De la tensió de pas  $K_p = 0,0186$

De la tensió de contacte  $K_c = 0,0409$

Calculem la resistència del terra, intensitat de defecte, la tensió de pas en l'exterior, tensió de pas en l'accés i tensió de defecte.

Resistència del terra: Apliquem l'equació a.3.10.

$$R'_t = 8,4 \Omega$$

Intensitat de defecte: Apliquem l'equació a.3.11.

$$I'_d = 547,28 \text{ A}$$

Tensió de pas en l'exterior: Apliquem l'equació a.3.12.

$$V'_p = 1017,94 \text{ V}$$

Tensió de pas en l'accés: Apliquem l'equació a.3.13.

$$V'_{p(\text{acc})} = 2238,37 \text{ V}$$

Tensió de defecte: Apliquem l'equació a.3.14.

$$V'_d = 4597,15 \text{ V}$$

Calculem els valors admissibles de la tensió de pas a l'exterior i tensió de pas en l'accés:

Tensió de pas exterior amb l'equació a.3.15.

$$V_p = 1828,57 \text{ V}$$

Tensió de pas en l'accés amb l'equació a.3.16.

$$V_{p(\text{acc})} = 4914,28 \text{ V}$$

Fem les comprovacions per justificar la configuració de terres escollits a la taula següent:

Concepte	Calculat	Cond.	Admissible
Tensió de pas a l'exterior	1018 V	$\leq$	1828,57 V
Tensió de pas en l'accés	2238 V	$\leq$	4914,28 V
Tensió de defecte	4597 V	$\leq$	8000 V
Intensitat de defecte	547,9 A	$>$	50 A

Les tensions de pas i contacte interiors son 0 (zero), donat que s'instal·larà una xarxa equipotencial.

### Investigació de les tensions transferibles a l'exterior

Per garantir que el sistema de terres de protecció no transfereixi tensions al sistema de terra de servei, evitant així que afectin als usuaris, s'ha d'establir una separació entre els elèctrodes més pròxims d'ambdós sistemes, sempre que la tensió de defecte superi els 1000V.

En aquest cas es imprescindible mantenir aquesta separació, ja que la tensió de defecte és superior als 1000 V indicats.

La distància mínima de separació entre els sistemes de terres ve donada per l'expressió a.3.17:



Per aquest Centre de Transformació:

$$D = 8,72 \text{ m}$$

Per tant estaran separats per una distància de 9 metres.

Es connectarà a aquest sistema de terres de servei al neutre del transformador, així com també el terra dels secundaris dels transformadors de tensió i intensitat de la cel·la de mesura.

Les característiques del sistema de terres de servei són les següents:

Identificació:	5/32 (segons mètode UNESA)
Geòmetra:	Piques alineades
Número de piques:	3
Longitud entre piques:	3 metres
Profunditat de les piques:	0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

$$K_r = 0,135$$

$$K_c = 0,0252$$

El criteri de selecció del terra de servei és no ocasionar a l'electrode una tensió superior a 24 V quan existeixi un defecte a terra en una instal·lació de BT protegida contra contactes indirectes per un diferencial de 650 mA. Per això la resistència de posta a terra de servei ha de ser inferior a 37  $\Omega$ .





$$R_{t_{serv}} = K_r \cdot R_o = 0,135 \Omega/(\Omega \cdot m) \cdot 100 \Omega \cdot m = 13,5 \Omega < 37 \Omega (\text{Eq. a.3.18})$$

Per a mantenir els sistemes de posta a terra de protecció i de servei independents, la posta a terra del neutre es realitzarà amb cable aïllat de 0,6/1 kV, protegit amb tub de PVC de grau de protecció contra danys mecànics IK 7 como mínim.

## A.5. CÀLCUL DE LES LÍNIES DE BT

El càlcul de les línies de baixa tensió es faran tenint en compte les següents consideracions:

- Màxima càrrega prevista d'acord amb la ITC- BT- 10
- Tensió de subministrament
- Les intensitats màximes admissibles per al tipus de conductor i les condicions de la seva instal·lació.
- La caiguda de tensió màxima admissible. Aquesta caiguda de tensió ha de ser la que l'empresa subministradora tingui establerta. En aquest cas és d'un 7%.

Corrents màxims admissibles. Els corrents màxims admissibles en servei permanent corresponen al que indica la ITC-BT-07 i els coeficients correctors de la Norma UNE 20435, en condicions de conductors enterrats a 70cm de profunditat, 25°C de temperatura ambient del terreny i amb resistivitat tèrmica mitjana de 1 K.m/W.

Secció dels conductors (mm <sup>2</sup> d'Al)	Corrent màxim admissible a 25° C		Corrent 40° C
	Enterrat	Baix tub	A l'aire
150	330	310	300
240	430	405	420

Taula a.5.1.: Intensitats màxims admissibles dels conductors d'alumini de 150 mm<sup>2</sup> i de 240 mm<sup>2</sup>.

Al corrent màxim admissible s'haurà de corregir tenint en compte les característiques de la instal·lació projectada que difereixen de les condicions normal i que s'indiquen a continuació:

Temperatura del terreny $\theta_t$ (° C)	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Coeficient corrector per 90°	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78

Taula a.5.2: Coeficient de temperatura. Quan la temperatura del terreny sigui diferent de 25°C

<b>Resistivitat tèrmica del terreny (K·m/W)</b>	0,80	0,85	0,90	1,00	1,10	1,20	1,40	1,65	2,00	2,50	2,80
<b>Coefficient corrector per 90°</b>	1,09	1,06	1,04	1,00	0,96	0,93	0,87	0,81	0,75	0,68	0,66

Taula a.5.3: Coeficient de resistivitat tèrmica. Quan els conductors unipolars quedin enterrats en terrenys amb una resistivitat tèrmica diferent d'1K.m/W.

Factor de correcció que s'aplica quan diversos cables multipolars o unipolars es posen en contacte mutu, enterrats a la mateixa rasa i a un mateix pla horitzontal:

Coeficients per agrupació	Nº de circuits a la rasa							
	2	3	4	5	6	8	10	12
<b>Situació dels circuits:</b>								
en contacte	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47
a 7 cm	0,85	0,75	0,68	0,64	0,6	0,56	0,53	0,50
a 10 cm	0,85	0,76	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53
a 15 cm	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
a 20 cm	0,88	0,79	0,74	0,70	0,68	0,64	0,62	0,60
a 25 cm	0,89	0,80	0,76	0,72	0,70	0,66	0,64	0,62

Taula a.5.4: Coeficient per agrupació de cables.

<b>Profunditat d'instal·lació (m)</b>	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,00	1,20
<b>Factor de correcció</b>	1,03	1,02	1,01	1	0,90	0,98	0,97	0,95

Taula a.5.5: Coeficient per a diferents profunditats.

Coeficient per a cable instal·lat en tub. Per a un cable o circuit format per cables unipolars en contacte mutu, instal·lat dins d'un tub directament enterrat, s'aplicarà un factor de correcció de 0,80. Si la part de cable en tub només correspon als encreuaments de calçades o de guals i la resta del cable està en contacte amb el terra, el factor de correcció serà de 0,85.

### A.5.1. Càlcul de la intensitat

La intensitat màxima que podrà suportar la instal·lació vindrà donada per la intensitat màxima admissible del conductor, que pel conductor d'aïllament RV 0,6/1 KV i secció

de 240 mm<sup>2</sup> d'alumini tindrem que, segons la taula a.5.1.1. d'aquest projecte, la intensitat màxima admissible serà de 405 A. Com que la línia s'ha de protegir mitjançant tub de

polietilè s'aplicarà un coeficient de correcció de 0,80, per tant la màxima intensitat que podran suportar el cable serà de:

$$I = I_{\max} \times coef. \Rightarrow I = 405 \times 0.80 = 324 A \quad (\text{Eq. a.5.1})$$

Per calcular el corrent que hi circula per a cada tram de cable es fa servir la següent expressió:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \quad (\text{Eq. a.5.2})$$

On:

I: Intensitat del corrent elèctric que hi circula pel cable (A)

P: Potència prevista per la línia (W)

U: Tensió de subministra (V)

Cos  $\varphi$ : Factor de potència (0,85)

Els valors calculats s'expressen a les taules a.5.6 fins a la taula a.5.14. de l'apartat A.5.2.

## A.5.2. Càlcul de la secció de la línia.

Degut a que cada línia es considera que podrà portar càrregues elèctriques elevades i aquestes estan situades en punts propers al CT farem el càlcul en funció de la potència màxima admissible ja que és superior a la assignada. A efectes del càlcul el valor màxim de caiguda de tensió a considerar serà del 7%.

Per tant, aplicant l'equació a.5.2. la potència màxima a transportar per la línia és de:

$$P = \sqrt{3} \times I \times U \times \cos \varphi \Rightarrow P = \sqrt{3} \times 324 \times 0,400 \times 0,85 = 190,8kW$$

On:

P: Potència màxima admissible per la línia (W)

I: Intensitat del corrent elèctric que hi circula pel cable (A)

U: Tensió de servei.

Cos  $\varphi$ : Factor de potència (0,85)

Per calcular la secció es fa servir la expressió simplificada a on la caiguda de tensió per efecte de la inductància es menyspreable enfront de l'efecte de la resistència i sense considerar l'efecte de proximitat:

$$s = \frac{P \times L}{e \times U \times \gamma} \quad (\text{Eq. a.5.3})$$

A on:

s: secció teòrica del conductor (mm<sup>2</sup>)

P: Potència màxima admissible per la línia (W) (190800 W)

L: Longitud de la línia (m)

$\gamma$ : conductivitat del conductor a 20°C (35 m/Ω\*mm<sup>2</sup>)

e: caiguda de tensió (7% en V)

U: Tensió de servei.

Els valors calculats s'expressen a les taules a.5.6 fins a la taula a.5.14.

Núm CT	Tram	Longitud	Potència	CDT		Secció teòrica	Intensitat	Saturació
5	Q1.1	13 m	67,18 kW	1 V	0,2%	6,33 mm <sup>2</sup>	114,1 A	35%
	Q1.2	20 m	64,93 kW	1 V	0,3%	9,73 mm <sup>2</sup>	110,2 A	34%
	Q1.3	65 m	98,00 kW	6 V	1,5%	31,64 mm <sup>2</sup>	166,4 A	51%
	Q1.4	70 m	114,18 kW	8 V	1,9%	34,07 mm <sup>2</sup>	193,9 A	60%

Taula a.5.6: Taula de resultats del càlcul de la potència, secció, intensitat i saturació del CT5.

Núm CT	Tram	Longitud	Potència	CDT		Secció teòrica	Intensitat	Saturació
6	Q1.1	55 m	114,60 kW	6 V	1,5%	26,77 mm <sup>2</sup>	194,6 A	60%
	Q1.2	60 m	96,25 kW	6 V	1,4%	29,20 mm <sup>2</sup>	163,4 A	50%
	Q1.3	110 m	64,50 kW	7 V	1,7%	53,54 mm <sup>2</sup>	109,5 A	34%
	Q1.4	115 m	61,75 kW	7 V	1,7%	55,98 mm <sup>2</sup>	104,9 A	32%
	Q2.1	60 m	69,95 kW	4 V	1,0%	29,20 mm <sup>2</sup>	118,8 A	37%
	Q2.2	55 m	80,65 kW	4 V	1,1%	26,77 mm <sup>2</sup>	137,0 A	42%
	Q2.3	35 m	85,38 kW	3 V	0,7%	17,04 mm <sup>2</sup>	145,0 A	45%
	Q2.4	30 m	86,94 kW	2 V	0,6%	14,60 mm <sup>2</sup>	147,6 A	46%

Taula a.5.7: Taula de resultats del càlcul de la potència, secció, intensitat i saturació del CT6

Núm CT	Tram	Longitud	Potència	CDT		Secció teòrica	Intensitat	Saturació
				V	%			
7	Q1.1	70 m	70,00 kW	5 V	1,2%	34,07 mm <sup>2</sup>	118,9 A	37%
	Q1.2	45 m	70,55 kW	3 V	0,8%	21,90 mm <sup>2</sup>	119,8 A	37%
	Q1.3	35 m	66,40 kW	2 V	0,6%	17,04 mm <sup>2</sup>	112,8 A	35%
	Q1.4	30 m	68,63 kW	2 V	0,5%	14,60 mm <sup>2</sup>	116,5 A	36%

Taula a.5.6: Taula de resultats del càlcul de la potència, secció, intensitat i saturació del CT5.

Núm CT	Tram	Longitud	Potència	CDT		Secció teòrica	Intensitat	Saturació
				V	%			
8	Q1.1	105 m	64,25 kW	6 V	1,6%	51,11 mm <sup>2</sup>	109,1 A	34%
	Q1.2	100 m	64,78 kW	6 V	1,5%	48,67 mm <sup>2</sup>	110,0 A	34%
	Q1.3	60 m	66,80 kW	4 V	1,0%	29,20 mm <sup>2</sup>	113,4 A	35%
	Q1.4	55 m	63,35 kW	3 V	0,8%	26,77 mm <sup>2</sup>	107,6 A	33%
	Q2.1	35 m	110,00 kW	4 V	0,9%	17,04 mm <sup>2</sup>	186,8 A	58%
	Q2.2	40 m	104,33 kW	4 V	1,0%	19,47 mm <sup>2</sup>	177,2 A	55%
	Q2.3	50 m	101,53 kW	5 V	1,2%	24,34 mm <sup>2</sup>	172,4 A	53%

Taula a.5.9: Taula de resultats del càlcul de la potència, secció, intensitat i saturació del CT8.

Núm CT	Tram	Longitud	Potència	CDT		Secció teòrica	Intensitat	Saturació
				V	%			
9	Q1.1	77 m	69,65 kW	5 V	1,3%	37,48 mm <sup>2</sup>	118,3 A	37%
	Q1.2	72 m	72,23 kW	5 V	1,2%	35,05 mm <sup>2</sup>	122,6 A	38%
	Q1.3	34 m	59,45 kW	2 V	0,5%	16,55 mm <sup>2</sup>	101,0 A	31%
	Q1.4	39 m	68,98 kW	3 V	0,6%	18,98 mm <sup>2</sup>	117,1 A	36%

Taula a.5.10: Taula de resultats del càlcul de la potència, secció, intensitat i saturació del CT9.

Núm CT	Tram	Longitud	Potència	CDT		Secció teòrica	Intensitat	Saturació
				V	%			
10	Q1.1	49 m	131,93 kW	6 V	1,5%	23,85 mm <sup>2</sup>	224,0 A	69%
	Q1.2	44 m	151,68 kW	6 V	1,6%	21,42 mm <sup>2</sup>	257,6 A	79%
	Q1.3	35 m	155,25 kW	5 V	1,3%	17,04 mm <sup>2</sup>	263,6 A	81%

Taula a.5.11: Taula de resultats del càlcul de la potència, secció, intensitat i saturació del CT10.

Núm CT	Tram	Longitud	Potència	CDT		Secció teòrica	Intensitat	Saturació
				V	%			
11	Q1.1	63 m	128,40 kW	8 V	1,9%	30,66 mm <sup>2</sup>	218,0 A	67%
	Q1.2	68 m	128,40 kW	8 V	2,1%	33,10 mm <sup>2</sup>	218,0 A	67%

Taula a.5.12: Taula de resultats del càlcul de la potència, secció, intensitat i saturació del CT11.



Núm CT	Tram	Longitud	Potència	CDT		Secció teòrica	Intensitat	Saturació
				V	%			
12	Q1.1	10 m	154,00 kW	1 V	0,4%	4,87 mm <sup>2</sup>	261,5 A	81%
	Q1.2	10 m	124,85 kW	1 V	0,3%	4,87 mm <sup>2</sup>	212,0 A	65%
	Q1.3	10 m	93,08 kW	1 V	0,2%	4,87 mm <sup>2</sup>	158,0 A	49%
	Q1.4	11 m	93,08 kW	1 V	0,2%	5,35 mm <sup>2</sup>	158,0 A	49%

Taula a.5.13: Taula de resultats del càlcul de la potència, secció, intensitat i saturació del CT12.

Núm CT	Tram	Longitud	Potència	CDT		Secció teòrica	Intensitat	Saturació
				V	%			
14	Q1.1	10 m	149,68 kW	1 V	0,4%	4,87 mm <sup>2</sup>	254,2 A	78%
	Q1.2	10 m	148,50 kW	1 V	0,4%	4,87 mm <sup>2</sup>	252,2 A	78%
	Q1.3	10 m	110,63 kW	1 V	0,3%	4,87 mm <sup>2</sup>	187,9 A	58%
	Q1.4	11 m	110,63 kW	1 V	0,3%	5,35 mm <sup>2</sup>	187,9 A	58%

Taula a.5.14: Taula de resultats del càlcul de la potència, secció, intensitat i saturació del CT14.

Tots els valors estan dintre dels permesos i per tant totes le línies seran de les característiques esmentades al capítol 10.



## **B. ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT**

### **B.1. OBJECTE**

L'objecte d'aquest document és definir l'ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT, per l'obra:

NOVA LÍNIA 25 kV SUBTERRÀNIA, NOUS CT 5 "POL. IND. 5", 6 "POL. IND. 6", 7 "POL. IND. 7", 8 "POL. IND. 8", 9 "POL. IND. 9", 10 "POL. IND. 10", 11 "POL. IND. 11", 12 "POL. IND. 12", 13 "POL. IND. 13", 14 "POL. IND. 14" I REFORMA DEL CT 3 "POLIGON IND."

A executar en el terme municipal de Torroella de Montgrí (Girona) i que consisteix en la construcció de:

- La línia alimentadora subterrània
- Deu nous centres de distribució
- Reforma d'un centre de distribució existent

Complint amb el real decret 1627/1997, de 24 d'octubre, "Disposicions mínimes de salut en les obres de construcció", l'Estudi Bàsic contempla la identificació dels riscos laborals, les mesures preventives i les normes de seguretat i salut aplicables durant l'execució dels treballs en obra.



## **B.2. OBLIGACIONS DEL CONTRACTISTA**

Seguint les instruccions del real decret 1627/1997, abans de l'inici dels treballs en obra, l'empresa adjudicatària de l'obra, estarà obligada a elaborar un "Pla de seguretat i salut en el treball", en el que s'analitzaran, estudiaran, desenvoluparan i complementaran les previsions que s'adjunten en l'estudi bàsic.

### B.3. ACTIVITATS BÀSIQUES

Durant l'execució dels treballs en obra es poden destacar com activitats bàsiques:

#### ESTESA DE CABLE SUBTERRANI (C.S.)

- Desplaçament de personal
- Transport de materials i eines
- Obertura i condicionament de rases per l'estesa de cables
- Estesa de cables subterranis
- Realització de connexions en cables subterranis
- Reposició de terres, tancament de rases, compactació del terreny i reposició del paviment
- Maniobres necessàries per retirar i restaurar la tensió d'un sector de la xarxa
- Desmuntatge d'instal·lacions (si és necessari)

#### CONSTRUCCIÓ CENTRE DE TRANSFORMACIÓ, INTERIOR O INTEMPÈRIE (C.T.)

- Desplaçament de personal
- Transport de materials i eines
- Obra civil per la construcció de l'edifici
- Excavacions per els fonaments de pals de línies aèries
- Formigonat de fonaments
- Aixecament i muntatge de pals de "gelosia"
- Muntatge de ferros i aïlladors en els pals
- Muntatge d'equips de maniobra, protecció i transformadors
- Maniobres necessàries per retirar i restaurar la tensió d'un sector de la xarxa
- Desmuntatge d'instal·lacions (si és necessari)

## B.4. IDENTIFICACIÓ DE RISCOS

### RISCOS LABORALS

	C.S.	C.T.
- Caigudes de personal al mateix nivell		X
· Per deficiències del terra	X	X
· Per trepitjar o entrebancar-se amb objectes	X	X
· Per males condicions atmosfèriques	X	X
· Per existència de abocaments o líquids	X	X
- Caigudes de personal o diferent nivell	X	X
· Per desnivells, rases o talussos	X	X
· Per forats	X	X
· Des d'escalas, portàtils o fixes	X	X
· Des d' bastida		X
· Des de sostres o murs		X
· Des de suports		X
· Des d'arbres		X
- Caigudes d'objectes	X	X
· Per manipulació manual	X	X
· Per manipulació amb aparells elevadors	X	X
- Despreniments, enfonsaments o ruïnes	X	X
· Suports		X
· Elements de muntatge fixes		X
· Enfonsament de rases, pous o galeries	X	X
- Xocs i cops	X	X
· Contra objectes fixes i mòbils	X	X
· Enfonsament de rases, pous o galeries	X	X
- Atrapaments	X	X
· Amb eines	X	X
· Per maquinària o mecanismes en moviment	X	X
· Per objectes	X	X
- Talls	X	X
· Amb eines	X	X



	C.S.	C.T.
· Amb màquines	X	X
· Amb objectes	X	X
- Projeccions	X	X
· Per partícules sòlides	X	X
· Per líquids	X	X
- Contactes tèrmics	X	X
· Amb fluids	X	X
· Amb focus de calor	X	X
· Amb projeccions	X	X
- Contactes químics	X	X
· Amb substàncies corrosives	X	X
· Amb substàncies irritants	X	X
· Amb substàncies químiques	X	X
- Contactes elèctrics	X	X
· Directes	X	X
· Indirectes	X	X
· Descàrregues elèctriques	X	X
- Arc elèctric	X	X
· Per contacte directe	X	X
· Per projecció	X	X
· Per explosió en corrent contínua	X	X
- Manipulació de càrregues o eines	X	X
· Per desplaçar, aixecar o aguantar càrregues	X	X
· Per utilitzar eines	X	X
· Per moviments sobtats	X	X
- Riscos derivats del tràfic	X	X
· Xoc entre vehicles i contra objectes fixes	X	X
· Atropellaments	X	X
· Fallades mecàniques i tombada de vehicles	X	X
- Explosions	X	
· Per atmosferes explosives	X	
· Per elements de pressió		
· Per voladures o material explosiu		

	C.S.	C.T.
- Agressió d'animals	X	X
· Insectes	X	X
· Rèptils	X	X
· Gossos i gats	X	X
· Altres	X	X
- Sorolls	X	X
· Per exposició	X	X
- Vibracions	X	X
· Per exposició	X	X
- Ventilació	X	X
· Per ventilació insuficient	X	
· Per atmosferes baixes en oxigen	X	X
- Il·luminació	X	X
· Per il·luminació ambiental insuficient	X	X
· Per enlluernaments i reflexes	X	X
- Condicions tèrmiques	X	X
· Per exposició a temperatures extremes	X	X
· Per canvis sobtat en la temperatura		X
· Per estrès tèrmic		X

## RISCOS I DANYS A TERCERS

	C.S.	C.T.
· Per l'existència de curiosos		X
· Per la proximitat de circulació vial	X	X
· Per la proximitat de zones habitades	X	X
· Per presència de cables elèctrics amb tensió	X	X
· Per manipulació de cables amb corrent	X	X
· Per l'existència de canonades de gas o d'aigua	X	X

## B.5. MESURES PREVENTIVES

Per evitar o reduir els riscos relacionats, s'adoptaran les següents mesures:

### PREVENCIÓ DE RISCOS LABORALS A NIVELL COL·LECTIU

- Es mantindrà l'ordre i la higiene en la zona de treball
- Es condicionaran passos per vianants
- Es procedirà al tancament, abalisament i senyalització de la zona de treball
- Es disposarà del nombre de farmacioles adequat al nombre de persones que intervinguin en l'obra
- Les rases i excavacions quedaran suficientment tacades i senyalitzades
- Es col·locaran tapes provisionals en forats i arquetes fins que no es disposi de les definitives
- Es revisarà l'estat de conservació de les escales portàtils i fixes diàriament, abans d'iniciar el treball i mai seran de fabricació provisional
- Les escales portàtils no estaran pintades i es treballarà sobre les mateixes de la següent manera:
  - Només podrà pujar un operari
  - Mentre l'operari està a dalt, un altre aguantarà l'escala per la base
  - La base de l'escala no sobresortirà més d'un metre del pla al que es vol accedir
  - Les escales de més de 12 m es lligaran pels seus dos extrems
  - Les eines es pujaran mitjançant una corda i a l'interior d'una bossa
  - Si es treballa per sobre de 2 m s'utilitzarà cinturó de seguretat, ancorat a un punt fix diferent de l'escala
- Les bastides seran d'estructura sòlida i tindran baranes, barra a mitja alçada i sòcol
- S'evitarà treballar a diferents nivells en la mateixa vertical i romandre sota de càrregues suspeses.
- La maquinària utilitzada (excavació, elevació de material, estesa de cables, etc.) només serà manipulada per personal especialitzat
- Abans d'iniciar el treball es comprovarà l'estat dels elements situats per sobre de la zona de treball
- Les màquines d'excavació disposaran d'elements de protecció contra bolcades



- Es procedirà a l'apuntalat dels paraments de les rases sempre que el terreny sigui tou o es treballi a més de 1,5 m de profunditat.
- Es comprovarà l'estat del terreny abans d'iniciar la jornada i després de pluja intensa
- S'evitarà l'emmagatzemat de terres al costat de les rases o forats de fonaments
- En totes les màquines els elements mòbils estaran degudament protegits
- Tots els productes químics a utilitzar (dissolvents, grasses, gasos o líquids aïllants, olis refrigerants, pintures, silicones, etc.) es manipularan seguint les instruccions dels fabricants.
- Els armaris d'alimentació elèctrica disposaran d'interruptors diferencials i preses de terra.
- Transformadors de seguretat per treballs amb electricitat en zones humides o molt conductores de l'electricitat.
- Tot el personal haurà d'haver rebut una formació general de seguretat i a més el personal que hagi de realitzar treballs en altura, formació específica en riscos d'altura
- Per treballs en proximitat de tensió el personal que intervingui haurà d'haver rebut formació específica de risc elèctric.
- Els vehicles utilitzats per transport de personal i mercaderies estaran en perfecte estat de manteniment i al corrent de la ITV
- Es muntarà la protecció passiva adequada a la zona de treball per evitar atropellaments
- En les zones de treball que es necessiti es muntarà ventilació forçada per evitar atmosferes nocives.
- Es col·locaran vàlvules antiretròcés en els manòmetres i en les canyes dels soldadors
- Les ampolles o contenidors de productes explosius es mantindran fora de les zones de treball
- El moviment del material explosiu i les voladures seran efectuats per personal especialitzat
- S'observaran les distàncies de seguretat amb altres serveis, pel que es requerirà tenir un coneixement previ del traçat i característiques de les mateixes.
- S'utilitzaran els equips d'il·luminació que es precisin segons el desenvolupament i característiques de l'obra (addicional o socors)

- Es retirarà la tensió en la instal·lació en que es tingui que treballar, obrint amb un tall visible totes les fonts de tensió, posant-les a terra i en curt circuit. Per realitzar aquestes operacions s'utilitzarà el material de seguretat col·lectiu que es necessiti.
- Només es restablirà el servei a la instal·lació elèctrica quan es tingui la completa seguretat de que no queda ningú treballant.
- Per la realització de treballs en tensió el contractista disposarà de:
  - Procediment de treball específic
  - Material de seguretat col·lectiu que es necessiti
  - Acceptació de l'empresa elèctrica del procediment de treball
  - Vigilància constant del cap de treball en tensió

## B.6. PREVENCIÓ DE RISCOS LABORALS A NIVELL INDIVIDUAL

El personal d'obra ha de disposar, amb caràcter general, del material de protecció individual que es relaciona i que té l'obligació d'utilitzar depenent de les activitats que realitzi:

- Casc de seguretat
- Roba de treball adequada pel tipus de treball que es faci
- Impermeable
- Calçat de seguretat
- Botes d'aigua
- Trepadors i elements de subjecció personal per evitar caigudes entre diferents nivells
- Guants de protecció per cops, talls, contactes tèrmics i contacte amb substàncies químiques
- Guants de protecció elèctrica
- Guants de goma, neoprè o similar per formigonar, obres de paleta, etc.
- Ulleres de protecció per evitar enlluernaments, molèsties o lesions oculars, en cas de:
  - Arc elèctric
  - Soldadures i oxicall
  - Projecció de partícules sòlides
  - Ambient polsós
  - Pantalla facial
  - Orelleres i taps per protecció acústica
  - Protecció contra vibracions en braços i cames
  - Màscara autofiltrant per treballs amb ambient polsós
  - Equips autònoms de respiració
  - Productes repel·lents d'insectes
  - Aparells espanta-gossos
  - Pastilles de sal (estrès tèrmic)
- Tot el material estarà en perfecte estat d'ús.
- PREVENCIÓ DE RISCOS DE DANYS A TERCERS
- Vallat i protecció de la zona de treball amb balises lluminoses i cartells de prohibit el pas



- Senyalització de calçada i col·locació de balises lluminoses en carrers d'accés a zona de treball, als desviaments provisionals per obres, etc.
- Risc periòdic de les zones de treball on es generi pols

## B.7. NORMATIVA APLICABLE

En el procés d'execució dels treballs hauran d'observar-se les normes i reglaments de seguretat. En particular són d'obligat compliment les disposicions contingudes en la següent normativa:

- Decret 3151/1998. Reglament de línies elèctriques aèries d'alta tensió
- Ordre de 9 de març de 1971. Articles vigents de la ordenança general de seguretat i higiene en el treball.
- Decret 2413/1973. Reglament electrotècnic per baixa tensió i instruccions complementàries.
- Decret 2114/1978 de 23 de Maig. Reglament d'explosius
- Reial decret 3275/1982. Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat de centrals elèctriques, subestacions i centres de transformació i instruccions tècniques complementàries (Ordre ministerial 18-10-1984)
- Reial decret 1495/1986. Reglament de seguretat de màquines
- Llei 8/1988 de 7 d'abril. Infraccions i sancions en l'ordre social
- Reial decret 1316/1989. Protecció dels treballadors enfront el soroll
- Llei 31/1995. Prevenció de riscos laborals
- Reial decret 485/1997. Senyalització dels llocs de treball
- Reial decret 486/1997. Disposicions mínimes de seguretat en lloc de treball
- Reial decret 487/1997. Disposicions mínimes en la manipulació de càrregues
- Reial decret 773/1997. Utilització d'equips de protecció individual
- Reial decret 1215/1997. Utilització d'equips de treball
- Reial decret 1314/1997. Disposicions d'aplicació de la Directiva Europea
- Reial decret 1627/1997. Condicions mínimes de seguretat i salut en obres de construcció
- Codi Tècnic de l'Edificació. Protecció contra-incendis.
- Codi de circulació
- Reglament d'aparells a pressió
- Recomanacions AMYS sobre treballs en recintes tancats
- Instrucció general d'operacions, normes i procediments relatius a seguretat i salut laboral de l'empresa contractant.