

Treball final de màster

Estudi: Màster en Enginyeria Industrial

Títol: Projecte de l'evacuació de l'energia generada per un parc eòlic mitjançant una subestació i línia aèria d'Alta Tensió de 110 kV

Document: Memòria

Alumne: Judit Turró Martí

Tutor: Jordi Comas Baron

Departament: Enginyeria mecànica i de la construcció industrial

Àrea: Enginyeria de la Construcció

Convocatòria (mes/any): juny 2020

ÍNDIX

1	Introducció	8
1.1	Antecedents	8
1.2	Objecte	8
1.3	Abast.....	8
1.4	Emplaçament de les instal·lacions	9
1.5	Títular de la petició	9
2	Normativa.....	10
3	Parc Eòlic.....	12
3.1	Aerogeneradors	12
3.1.1	Classe del vent a l'emplaçament.....	12
3.1.2	Règim especial	13
4	Subestació de transformació	14
4.1	Hipòtesis de disseny	14
4.1.1	Condicions ambientals	14
4.1.2	Dades de curtcircuit	14
4.1.3	Dades del terreny a efectes de xarxa de terres	14
4.2	Configuració.....	15
4.3	Parc 110 kV	15
4.3.1	Posició de Línia de 110 kV	16
4.3.2	Posició de transformació de 25/110 kV	16
4.4	Parc de 25 kV	17
4.4.1	Posició de línia 25 kV	17
4.4.2	Posició dels serveis auxiliars.....	18
4.5	Disposició i tipus d'embarrats.....	18
4.6	Característiques de l'aparellatge i conductors	21
4.7	Xarxa de terres inferiors	26
4.8	Xarxa de terres superiors	27
4.9	Estructura metàl·lica.....	27

4.10	Serveis auxiliars	28
4.10.1	Serveis auxiliars de corrent altern.....	28
4.10.2	Quadre general de corrent altern.....	28
4.10.3	Quadres de distribució a la Sala de Control.....	28
4.10.4	Serveis auxiliars de corrent continu	29
4.11	Obra Civil i Edificis.....	29
4.11.1	Moviment de terres.....	29
4.11.2	Drenatges i sanejament.....	29
4.11.3	Fonaments, vials i canals de cable	30
4.11.4	Accessos.....	30
4.11.5	Sala de control, parc de 25 kV i caseta de relés	30
4.12	Sistemes de Control Secundari	31
4.12.1	Sistema de Control de la Subestació de Transformació de 25/110 kV (Protocol IEC 61850)	31
4.13	Sistema de Protecció Secundari.....	31
4.13.1	Sistemes de comandament i protecció de 25 kV	33
4.13.2	Comunicacions.....	33
4.13.3	Xarxa de fibra òptica monomode	35
4.13.4	Xarxa de Telefonía	35
4.14	Instal·lació d'Enllumenat i Força	36
4.14.1	Enllumenat	36
4.14.2	Força.....	37
4.15	Seguretat, contra incendis i antiintruisme	37
4.15.1	Tancament	37
5	Línia aèria 110 KV.....	38
5.1	Emplaçament dels suports	38
5.2	Categoria de la línia i zona.....	38
5.3	Relació d'entitats i organismes afectats	39
5.4	Característiques generals de la instal·lació	39

5.5	Descripció dels materials	40
5.5.1	Suports de perfils metàl·lics de gelosia	40
5.5.2	Conductors.....	42
5.5.3	Cable de terra	43
5.5.4	Aïllament.....	44
5.5.5	Ferramentes.....	45
5.5.6	Empalmaments per al cable i cable de terra.....	46
5.5.7	Accessoris.....	47
5.5.8	Contrapesos per a ponts.....	47
5.6	Característiques de l'obra civil.....	48
5.6.1	Fonamentació dels suports	48
5.6.2	Posada a terra dels suports	49
5.6.3	Sistema de posada a terra pels suports no freqüentats.....	50
5.7	Senyalització.....	50
6	Subestació de seccionament.....	51
6.1	Hipòtesis de disseny	51
6.1.1	Condicions ambientals	51
6.1.2	Dades de curtcircuit	51
6.1.3	Dades del terreny a efectes de la xarxa de terres	51
6.2	Configuració.....	52
6.3	Sistemes primaris.....	52
6.3.1	Disposició general.....	52
6.4	Disposició i tipus d'embarrats.....	53
6.4.1	Magnituds elèctriques i distàncies.....	54
6.5	Característiques de l'aparellatge i conductors	55
6.5.1	Interruptors 110 kV.....	55
6.5.2	Transformadors d'intensitat 110 kV.....	56
6.5.3	Seccionadors trifàsics amb posta a terra del mòdul híbrid en SF6 110 kV ..	57
6.5.4	Parallamps.....	58

6.5.5	Aïlladors de suport 110 kV	58
6.6	Xarxa de terres inferiors	59
6.7	Xarxa de terres superiors	59
6.8	Estructura metàl·lica.....	60
6.9	Serveis auxiliars	60
6.9.1	Serveis auxiliars de corrent altern	60
6.9.2	Quadre general de corrent altern	60
6.9.3	Quadres de distribució a la Sala de Control	61
6.9.4	Serveis auxiliars de corrent continu.....	61
6.10	Obra Civil i Edificis.....	62
6.10.1	Moviment de terres.....	62
6.10.2	Drenatges i sanejament.....	62
6.10.3	Fonaments, vials i canals de cable	62
6.10.4	Accessos.....	62
6.10.5	Sala de control i caseta de relés.....	63
6.11	Sistemes de Control Secundari	63
6.11.1	Sistema de Control de la subestació de seccionament 110 kV (Protocol IEC 61850)	63
6.12	Sistema de Protecció Secundari.....	64
6.12.1	Comunicacions.....	65
6.12.2	Xarxa de fibra òptica monomode	67
6.12.3	Xarxa de Telefonia	67
6.13	Instal·lació d'Enllumenat i Força	67
6.13.1	Enllumenat	67
6.13.2	Força.....	68
6.14	Seguretat, contra incendis i antiintruisme	68
6.14.1	Tancament	68
7	Planificació instal·lacions	69
7.1	Planificació subestació de transformació.....	69

7.2	Planificació línia aèria Alta Tensió	71
7.2.1	Planificació torre 1.....	71
7.2.2	Planificació torre 2.....	71
7.2.3	Planificació torre 3.....	71
7.2.4	Planificació torre 4.....	72
7.3	Planificació Subestació Seccionament	72
8	Resum del pressupost.....	74
9	Conclusions	75
10	Relació documents	78
11	Bibliografia.....	79

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1. Fonamentació tipus prismàtica	48
---	----

ÍNDIX DE TAULES

Taula 1. Municipis a on es troben les instal·lacions	9
Taula 2. Classificació del vent en funció de la velocitat mitjana anual	12
Taula 3. Especificacions tècniques aerogenerador SG3.4-132	13
Taula 4. Característiques sistema 110 kV	18
Taula 5. Característiques sistema 25 kV	19
Taula 6. Funcions protecció primària i secundària interruptor transformador.....	32
Taula 7. Funció i descripció dels sistemes de comandament i protecció de 25 kV	33
Taula 8. Coordenades UTM dels pòrtics i suports de la línia aèria	38
Taula 9. Classificació Línies Aèries	38
Taula 10. Afectació dels suports del projecte	39
Taula 11. Característiques generals.....	39
Taula 12. Longitud dels trams de la línia aèria	40
Taula 13. Característiques dels suports de la línia	41
Taula 14. Característiques conductor de fase	43
Taula 15. Característiques cable de terra.....	44
Taula 16. Característiques aïllament	44
Taula 17. Característiques elèctriques conjunt d'aïlladors	45
Taula 18. Dimensions de la fonamentació	48
Taula 19. Planificació en mesos per a cada instal·lació.....	69

1 INTRODUCCIÓ

1.1 Antecedents

A partir d'una ubicació definida per posar els aerogeneradors a l'Alt Empordà, s'obtenen unes mesures de vent amb un equip de detecció sònica (SODAR).

1.2 Objecte

Fer el projecte d'una Subestació de Transformació (25/110 kV), d'una Subestació de Seccionament (110 kV) i d'una línia aèria d'alta tensió destinades a l'evacuació d'energia d'origen renovable per part dels aerogeneradors.

1.3 Abast

Amb les mesures de l'equip SODAR, s'obtindrà la potència màxima simultània de producció d'un parc eòlic. També es trobarà l'energia que es pot evacuar del parc eòlic.

Es farà el projecte constructiu de les instal·lacions esmentades a l'objecte.

Es realitzaran els càlculs elèctrics i mecànics dels suports de la línia d'Alta Tensió i l'estudi electromagnètic segons R.D 223/2008.

L'estudi acústic a cada subestació elèctrica s'avaluarà d'acord amb l'apartat 3.16 de la ITC-RAT-15 (R.D 337/2014) i el RD 1367/2007.

En el projecte en qüestió no es tindrà en compte la instal·lació dels aerogeneradors fins a la subestació de transformació. En el projecte s'ubicaran els aerogeneradors i es decidirà el model per tal de trobar l'energia a evacuar.

La subestació de transformació i de seccionament estaran allunyades de l'AP-7. No és objecte d'aquest projecte crear els vials necessaris i demanar el permís per tal de poder arribar a les subestacions objecte d'estudi.

1.4 Emplaçament de les instal·lacions

Les instal·lacions projectades es localitzaran a la comarca de l'Alt Empordà, situada a la província de Girona, Espanya. Els municipis on hi haurà les instal·lacions es poden observar a la Taula 1.

Taula 1. Municipis a on es troben les instal·lacions

Municipis	Comarca
Cabanes, Pont de Molins	Alt Empordà

1.5 Titular de la petició

Es redacta el present projecte a petició de la Universitat de Girona, amb domicili social en el Carrer de Maria Aurèlia Capmany, nº46 (Campus Montilivi), 17003 Girona i CIF Q6750002E, que consisteix en la redacció del projecte d'evacuació de l'energia generada en un parc eòlic mitjançant una subestació de transformació 25/110 kV, una línia aèria de 110 kV i una subestació de seccionament de 110 kV.

2 NORMATIVA

- Real Decreto 3151/1968 de 28 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.
- Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Órdenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- Real Decreto 2413/1973, de 20 de septiembre, por el que aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- REAL DECRETO 2295/1985 , de 9 de octubre, por el que se adiciona un nuevo párrafo al artículo 2 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado por el Decreto 2413/1973, de 20 septiembre.
- Decreto de 12 de marzo de 1954, por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.
- Normalización Nacional. Normas UNE.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Norma CEI 865 de 1986, "Cálculo de los efectos de las corrientes de cortocircuito"
- Norma UNE EN 60865-1, "Corrientes de cortocircuito, cálculo de efectos. Parte 1 : Definiciones y métodos de cálculo"

- Norma CEI 909-1988, "Cálculo de corrientes de cortocircuito en redes de corriente alterna trifásica"
- NORMA VDE 0102
- NORMA DIN 43670

3 PARC EÒLIC

Tal i com s'ha esmentat anteriorment, el parc eòlic es trobarà ubicat a l'Alt Empordà, concretament en el municipi de Cabanes.

La ubicació dels aerogeneradors i el model escollit és l'únic objecte del projecte referent al parc eòlic.

3.1 Aerogeneradors

A l'hora d'escollir quins aerogeneradors s'instal·larien en el parc eòlic, es va tenir en compte les següents paràmetres:

- Classe del vent a l'emplaçament (vent alt, vent mitjà o vent baix)
- Potència de cada aerogenerador i número d'aerogeneradors per no sobrepassar la potència del règim especial

A continuació s'expliquen les dues característiques.

3.1.1 Classe del vent a l'emplaçament

Els aerogeneradors són recomanats en un emplaçament o no segons la classe de vent més adequada per aquell aerogenerador en qüestió.

El fet de tenir dades de vent de l'emplaçament en qüestió i mitjançant Weibull es troba que la velocitat mitjana del vent és de 9 m/s.

El procediment per trobar la velocitat mitjana del vent es pot observar a l'apartat A.1.2. Resultats.

IEC (International Electrotechnical Commission) avalua la classe del vent en funció de la velocitat mitjana anual tal i com es pot observar a la Taula 2.

Taula 2. Classificació del vent en funció de la velocitat mitjana anual

	IEC I	IEC II	IEC III	IEC IV
	Vent alt	Vent mitjà	Vent baix	Vent molt baix
Velocitat mitjana anual (m/s)	10	8,5	7,5	6

Amb la distribució de Weibull, s'ha trobat una velocitat mitjana anual de 9 m/s. No obstant, amb les dades anuals la velocitat mitjana és de 7,83 m/s.

És a dir, els aerogeneradors que s'escullin han de ser recomanats per un tipus de vent mitjà-alt.

3.1.2 Règim especial

Un altre aspecte a considerar a l'hora d'escollir els aerogeneradors és la potència i el número d'aerogeneradors per tal que la potència total no sobrepassi els 50 MW.

Els parc eòlics han de tenir una potència nominal inferior a 50 MW per entrar en el que s'anomena règim especial. Tenen avantatges com tenir garantida la venda de tota l'energia que es produeix. Per tant, no són considerats règim ordinari.

Els aerogeneradors que s'han escollit són del model SG3.4-132 de la marca SIEMENS GAMESA.

Les especificacions tècniques de l'aerogenerador es pot observar a la Taula 3.

Taula 3. Especificacions tècniques aerogenerador SG3.4-132

Dades generals	
Potència nominal	3,465 MW
Classe de vent	IEC I/II
Potència flexible	3.3-3.75 MW
Control	Pitch i velocitat variable
Temperatura operativa estàndard	Rang des de -20°C fins 30°C
Rotor	
Diàmetre del rotor	132 m
Àrea d'escombrat	13.685 m ²
Densitat de potència	253,20 W/m ²
Pales	
Longitud	64,5 m
Material	Fibra de vidre reforçada amb resina d'epoxi o polièster
Torre	
Altura	154 m
Generador	
Tipus de generador	Doblement alimentat
Tensió del generador	690 V AC
Freqüència	50 Hz
Classe de protecció	IP 54
Factor de potència	0,925 CAP-0,925 IND en tot el rang de potències

4 SUBESTACIÓ DE TRANSFORMACIÓ

4.1 Hipòtesis de disseny

4.1.1 Condicions ambientals

A continuació es detallen les hipòtesis de disseny que s'ha tingut en compte a l'hora de realitzar els càlculs posteriors de la subestació de transformació.

Altitud sobre el nivell del mar	40 m
Tipus de zona	A (Segons R.L.A.T.)
Temperatures extremes	- 5° C / + 45° C
Contaminació ambiental	Mitja
Velocitat màxima del vent.....	140 Km/h
Nivell de boira	Mitja

Per al càlcul de la sobrecàrrega de vent, es considerarà vent horitzontal amb velocitat de 140 km / h.

La subestació es troba a 40 m sobre el nivell de la mar. A l'estar per sota de 500 m, s'adoptaran les sobrecàrregues corresponents a Zona A, del RLAT.

Respecte a les accions sísmiques, es tindran en compte en el disseny, perquè la norma NCSR-02 contempla la necessitat de la seva aplicació en construccions d'especial importància, com aquesta, quan l'acceleració sísmica bàsica sigui major o igual a 0,04 g, essent a igual a 0,04 g.

4.1.2 Dades de curtcircuit

A efectes de càlcul d'esforços tèrmics i dinàmics de curtcircuit, es considerarà una intensitat de curtcircuit trifàsic en valor eficaç de 31,5 kA per als parcs de 110 kV, amb una duració màxima de 0,5 seg.

El valor en qüestió s'ha tret de les especificacions particulars d'Endesa Distribució Elèctrica, S.L.U per a subestacions d'Alta Tensió/Mitja Tensió.

4.1.3 Dades del terreny a efectes de xarxa de terres

A efectes de càlcul es considerarà una resistivitat del terreny de 100 $\Omega \cdot m$.

4.2 Configuració

La Subestació de Transformació objecte d'estudi estarà constituïda per:

- Parc de 110 kV.
- Parc de 25 kV.
- Sistema de Serveis Auxiliars.
- Sistema de posta a terra.
- Sistemes de Control i Proteccions.
- Sistemes de comunicacions.
- Sistema de seguretat.

En l'esquema unifilar i en la planta general de la instal·lació, es representa la funcionalitat i la disposició física de la instal·lació.

4.3 Parc 110 kV

El parc de 110 kV tindrà la tipologia de simple barra, a la intempèrie.

La Subestació de Transformació comptarà amb:

- Una posició de línia/evacuació
- Una posició de transformació

Es completa amb els corresponents equips de mesura, protecció i control associats a aquestes posicions que s'instal·laran en armaris a la sala de control de l'edifici.

La composició de cadascuna de les posicions es pot observar en els apartats següents.

4.3.1 Posició de Línia de 110 kV

La composició de la posició de línia de 110 kV és la següent:

- 1 Seccionador de línia tripolar (89L) amb ganivetes de P.a.T (57L), un interruptor tripolar (52), un seccionador de barres tripolar (89B). Tot encapsulat en un mòdul híbrid de línia aïllat en gas.
- 3 Transformadors d'intensitat (TI) com a protecció diferencial de línia.
- 3 Parallamps d'òxid de zenc.
- 3 Transformadors de tensió per a mesura i protecció.
- 3 Transformadors d'intensitat (TI) per a mesura i protecció.

Al tenir una subestació elevadora d'evacuació, la posició de línia de 110 kV és la posició d'evacuació cap a la subestació de seccionament, mitjançant una línia aèria d'Alta Tensió de 110 kV.

4.3.2 Posició de transformació de 25/110 kV

A la subestació de transformació objecte d'estudi hi haurà una única posició de transformació, on hi haurà un transformador de potència de 40 MVA. El transformador està pensat per a donar sortida a la potència dels aerogeneradors del parc eòlic de 40 MVA.

La composició de la posició de transformació és la següent:

- 1 Seccionador de línia tripolar (89L) amb ganivetes de P.a.T (57L), un interruptor tripolar (52), un seccionador de barres tripolar (89B). Tot encapsulat en un mòdul híbrid de línia aïllat en gas.
- 3 transformadors de tensió per a mesura i protecció.
- Transformador 25/110kV, 40 MVA, amb regulació de càrrega.
- 3 transformadors d'intensitat.
- 3 parallamps auto vàlvula (costat d'alta del transformador).
- 3 parallamps auto vàlvula (costat de baixa del transformador).

4.4 Parc de 25 kV

El sistema de 25 kV, serà el que rebrà l'energia provinent del parc eòlic amb una potència nominal de 33,75 MW.

Està format per una posició de línia que enllaça el parc eòlic amb la subestació mitjançant conductors tripolars soterrats.

Aquesta posició anirà connectada a l'embarrat de 25 kV de la subestació. L'embarrat, estarà format per una posició de mesura. L'embarrat estarà connectat al transformador de potència per una posició de transformador.

La posició de transformador vindrà amb una posició de mesura a cada nivell de tensió.

El sistema de 25 kV estarà disposat en cel·les d'interior en configuració de simple barra partida amb acoblament longitudinal.

Estarà format per una posició de línia, una de transformador, una de mesura, una de serveis auxiliars. Les cel·les seran de tipus blindat amb aïllament en SF6 i s'instal·laran en una sala independent de l'edifici adient amb aquesta finalitat.

La funció de les cel·les blindades serà la següent:

- Una cel·la d'anada cap al transformador de potència.
- Una cel·la d'alimentació dels serveis auxiliars (per al Transformador de Serveis Auxiliars).
- Una cel·la de mesura en barres.
- Una cel·la de línia, amb seccionador.

El sistema es completa amb tres auto vàlvules de protecció a la sortida del transformador.

4.4.1 Posició de línia 25 kV

La posició de línia que enllaça el parc eòlic tindrà les següents característiques

- 1 Seccionador de línia tripolar (89L) amb ganivetes de P.a.T (57L), un interruptor tripolar (52), un seccionador de barres tripolar (89B). Tot encapsulat en un mòdul híbrid de línia aïllat en gas.
- 3 Parallamps d'òxid de zenc.
- 3 Transformadors de tensió per a mesura i protecció.
- 3 Transformadors d'intensitat (TI) per a mesura i protecció.

4.4.2 Posició dels serveis auxiliars

- 1 Seccionador de línia tripolar (89L) amb ganivetes de P.a.T (57L), un interruptor tripolar (52), un seccionador de barres tripolar (89B). Tot encapsulat en un mòdul híbrid de línia aïllat en gas.
- 3 Transformadors de tensió per a mesura i protecció.
- 3 Transformadors d'intensitat (TI) per a mesura i protecció.

4.5 Disposició i tipus d'embarrats

El sistema de 110 kV tindrà les característiques que es poden observar a la Taula 4.

Taula 4. Característiques sistema 110 kV

Tensió nominal	110 kV.
Tensió més elevada per al material (Ve, sobredim)	145 kV.
Neutre	Rígid a terra.
Intensitat de curtcircuit trifàsic (valor eficaç)	31,5 kA.
Temps d'extinció de la falta	0,5 seg.

Nivell d'aïllament:

- a) Tensió suportada a impuls tipus maniobra..... 275 kV.
- b) Tensió suportada a impuls tipus llamp..... 650 kV.
- Línia de fuga mínima per a aïlladors (RLAT). 3.625 mm (25 mm/kV).

En l'Annex B. Càlculs Justificatius subestació transformació, s'han determinat les distàncies mínimes necessàries per efectes de vent, curtcircuit i sisme.

Com a criteris bàsics per a la determinació d'altures i distàncies que s'han de mantenir a la instal·lació projectada, s'ha tingut en compte el que s'especifica a:

- Instrucció Tècnica Complementària MIE-RAT-12.
- Normes UNE.60071-1, UNE.60071-2.
- Normes CEI.71-1 i 71-2.

Les distàncies a adoptar seran com a mínim les que a s'indiquen a continuació, basant-se per això en les magnituds fonamentals adoptades, i en les normes indicades.

El sistema de 25 kV tindrà les característiques que es poden observar a la Taula 5.

Taula 5. Característiques sistema 25 kV

Tensió nominal	25 kV
Tensió més elevada per al material (Ve, sobredim)	30 kV
Neutre	Resistència limitant a terra
Intensitat de curtcircuit trifàsic (valor eficaç)	31,5 kA
Temps d'extinció de la falta	0,5 seg

Parc 110kV

Distàncies fase - terra i entre fases :

a) Distàncies per a 110 kV segons MIE-RAT-12:

- Fase - terra 1.100 mm
- Fase - fase 1.100 mm

Les distàncies adoptades són vàlides, donat que l'alçada de la instal·lació sobre el nivell del mar és inferior a 1.000 m (tal i com indica l'apartat 3.3.3 del MIE-RAT-12).

Les distàncies adoptades en el parc 110 kV d'intempèrie són de 2.800 mm, molt superiors a les mínimes exigides.

A continuació es poden observar altres tipus de distàncies en el parc de 110 kV:

- Entre eixos d'aparellatge i esteses 2.800 mm.
- Entre eixos d'aparellatge de barres principals 2.800 mm.
- Amplada de posició 9.750 mm.
- Alçada d'embarrats alts 7.000 mm.
- Alçada d'embarrats d'interconnexió entre aparells 4.300 mm.
- Alçada de sortida de línia 11.000 mm.
- Amplada de vials accés trafos 3.500 mm.
- Amplada de vial accés edifici 3.500 mm.
- Amplada de vial perimetral 3.500 mm.

Com es pot observar, la distància entre fases mínima és molt superior a la preceptuada en el Document CENELEC HD-637.

Distàncies en passadissos de servei i zones de protecció:

Segons la instrucció MIE-RAT-15, punt 4.1.2, els elements en tensió no protegits que es trobin sobre els passadissos, hauran d'estar a una alçada mínima "H" sobre el terra, mesurada en cm, igual a:

$$H = 250 + d$$

On "d" és la distància expressada en cm de les taules 1.2 de la ITC-RAT 12, donades en funció de la tensió nominal suportada als impulsos tipus llamp, adoptada per a la instal·lació.

En el cas del parc de tensió de 110 kV, $d = 130 \text{ cm}$

$$H_{min} = 250 \text{ cm} + 130 \text{ cm} = 380 \text{ cm}.$$

Aquestes distàncies es compleixen àmpliament segons es pot veure en els plànols.

D'altra banda, tots els elements en tensió a les zones accessibles estaran situats a una alçada sobre el sòl superior a 250 cm, considerant en tensió la línia de contacte de l'aïllador amb el seu sòcol o suport, si aquest es troba posat a terra. D'aquesta manera es compleix el que indica la MIE-RAT-15, punt 4.1.5 d'una alçada mínima de 230 cm.

Distàncies en zones de protecció contra contactes accidentals des de l'exterior del recinte de la instal·lació

Segons la MIE-RAT-15, 4.3.1, la zona de protecció entre el tancament enreixat d'alçada >220 cm i els elements en tensió ha de ser superior a

$$G = d + 150$$

Per al parc de 110 kV, $d = 130$ cm, segons Taula 2 de l'apartat 1.2.3 del MIE-RAT-15. Per tant, la distància serà de:

$$G = 130 \text{ cm} + 150 \text{ cm} = 280 \text{ cm}.$$

Alçada de l'element al terra, al costat del tancament (segons el Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en línies elèctriques d'alta tensió i les seves instruccions tècniques complementàries ITC-LAT 01 a 09, ITC-LAT-07, 5.5 Distàncies al terreny, camins, corriols i trams d'aigua no navegables).

Per al parc de 110 kV,

$$H = D_{aa} + D_{el} = 5,3 \text{ m} + 1 \text{ m} = 6,3 \text{ m}.$$

4.6 Característiques de l'aparellatge i conductors

Parc d'intempèrie 110 kV

Interruptors 110 kV

S'instal·laran dos interruptors automàtics tripolar:

- 1 per a la posició de línia.
- 1 per la posició del transformador

Serà de comandament unipolar, amb cambres de tall en SF6, i amb les següents característiques:

Interruptors automàtics del mòdul híbrid aïllat en SF6, en la posició de línia

Tensió nominal.....	110 kV.
Intensitat nominal.....	2000 A.
Corrent admissible de curta duració (1 s).....	40 kA.
Tensió més elevada per al material	145 kV.
Nivell d'aïllament	275/650 kV.
Freqüència nominal.....	50 Hz.
Intensitat de tall simètrica.....	31,5 kA.
Tensió de maniobra	125 V c.c.
Accionament tripolar per ressorts amb càrrega a motor elèctric..	125 Vc.c.
Tensions Auxiliars:	
Motor de l'accionament	125 V c.c.
Bobines de tancament i dispar	125 V c.c.
Calefacció interna del comandament	220 V c.a.

Transformadors d'intensitat 110 kV

S'instal·laran un total de 3 transformadors d'intensitat:

- 3 per a la posició de transformador.

Les característiques d'aquests transformadors de intensitat seran:

Transformadors d'intensitat en posició de transformador:

Relació de transformació.....	200 – 400 - 800/5-5-5-5 A.
Freqüència de la xarxa	50 Hz.
Tensió més elevada del material	145 kV.
Intensitat tèrmica de curtcircuit	31,5 kA.
Potències i classes de precisió:	
- 1 ^{er} debanat (mesura).....	10 VA; CI 0,2S.
- 2 ^{on} debanat (mesura).....	20 VA CI 0,5.
- 3 ^{er} y 4 ^{rt} debanats (protecció)	30 VA; CI 5P30.

Seccionadors trifàsics amb posta a terra per a línies de 110 kV

El mòdul híbrid disposarà de seccionadors amb posta a terra. La posició amb seccionador de posta a terra serà la següent:

- Posició transformador.

Els seccionadors trifàsics amb posta a terra de 110 kV dels mòduls híbrids d'aïllament en SF6 tindran les següents característiques:

- Nombre de pols 3.
- Freqüència assignada 50 Hz.
- Tensió més elevada per al material 145 kV.
- Intensitat nominal 2.000 A.
- Intensitat límit tèrmica..... 31,5 kA.
- Intensitat límit dinàmica 80 kA.
- Tensió de maniobra 125 V c.c.
- Accionament..... Elèctric per motor a 125 V c.c.
 - Parell Màxim 85 m.kg.
 - Endurança estàndard 1.000 maniobres.
 - Limitador mecànic.
 - Control temporitzat de temps de maniobra.
 - Tensió motor 400/230 Vca.
 - Manual sense tensió.

Transformadors de tensió capacitius 110 kV

S'instal·laran un total de 3 transformadors de tensió:

- 3 per a la mesura i protecció a la posició de transformador.

Les característiques d'aquests transformadors seran:

- Tensió màxima..... 145 kV.
- Relació de transformació $\frac{\frac{110}{\sqrt{3}}kV}{\frac{110}{\sqrt{3}}}$; $\frac{\frac{110}{\sqrt{3}}kV}{\frac{110}{\sqrt{3}}}$; $\frac{\frac{110}{\sqrt{3}}kV}{\frac{110}{3}}$.
- Freqüència 50 Hz.
- Potències i classes de precisió:
 - Secundari 1: 25 VA, CI 0,2.
 - Secundari 2: 25 VA; CI 0,5 – 3P.
 - Secundari 3: 10 VA; CI 6P.

Parallamps 110 kV

Per protegir la instal·lació contra sobretensions d'origen atmosfèric, o les que per qualsevol altra causa poguessin produir-se, s'ha projectat el muntatge de 6 parallamps d'òxids metàl·lics:

- 3 per a la posició transformació.
- 3 per a la posició de línia

S'indiquen les característiques de les auto vàlvules d'òxid de zenc de servei exterior:

Tensió nominal de la xarxa	110 kV.
Tensió més elevada	145 kV.
Tensió operació contínua	92 kV.
Freqüència assignada	50 Hz.
Intensitat nominal de descàrrega (ona 8/20 μ s).....	10 kA.
Classe de descàrrega	3.
Línia de fuga mínima	3.625 mm.
Comptador de descàrregues	inclòs.

Aïlladors de recolzament 110 kV

Les columnes suport per a suport dels embarrats principals són de les següents característiques:

Tipus	C6 -650.
Tensió més elevada per al material	145 kV.
Tensió de curta duració suportada a freqüència industrial	275 kV.
Tensió suportada a impulsos tipus llamp	650 kV de cresta.
Càrrega de trencament a flexió	6.000 N.
Càrrega de trencament a torsió	3.000 Nm.
Longitud línia de fuga	\geq 3.625 mm.

Transformador de potència

Tipus	Trifàsic.
Tensions nominals en buit:	
Debanat AT.....	110 kV.
Debanat MT	25 kV.
Potència.....	40 MVA.
Tipus de refrigeració	ONAN/ONAF.
Grup de connexió AT/ MT	Ynd11.
Regulació de càrrega	Jansen \pm 15%.

Connectat al transformador de potència al costat de 25 kV, es muntarà una reactància de posta a terra que limitarà el corrent de defecte a 500 A.

Reactància de posta a terra neutre

Tipus d'instal·lació	Exterior.
Tensió nominal	25 kV.
Tensió més elevada.....	36 kV.
Intensitat permanent assignada	40 A.
Intensitat de defecte assignada.....	500 A.
Temps de defecte	40 s.
Tipus de refrigeració	ONAN.
Grup de connexió	Zig-zag.

Cel·les de MT 25 kV

El conjunt de cel·les a la part de 25 kV, tenen les següents característiques:

- Una cel·la d'anada cap al transformador de potència, amb els següents elements:
 - o 1 seccionador tripolar de barres de 3 posicions: servei, obert i posada a terra.
 - o 1 interruptor automàtic de 25 kV, 1.600 A.
 - o 3 transformadors d'intensitat de 1.600 / 5-5 A per comptatge, mesura i protecció.
 - o 1 transformador de tensió 25.000: $\sqrt{3}$ / 110: $\sqrt{3}$ -110: $\sqrt{3}$ -110: 3 V.
 - o 3 detectors capacitius de presència de tensió.
 - o 3 parallamps

- Una cel·la d'alimentació dels serveis auxiliars, que conté:
 - o 1 interruptor automàtic de 500 A.
 - o 3 transformadors d'intensitat de 200 / 5-5 A.
 - o 1 seccionador de tres posicions connectat-desconnectat-posat a terra.
 - o 3 detectors de control de presència de tensió.
- Una cel·la de mesura de barres amb:
 - o 3 transformadors de tensió de 25.000: $\sqrt{3}$ / 110: $\sqrt{3}$ -110: $\sqrt{3}$ -110: $\sqrt{3}$ V; per a mesura i protecció.
 - o 3 detectors de control de presència de tensió.
 - o 1 seccionador tripolar de 3 posicions per a connexió i desconnexió de barres i posada a terra.
- Una cel·la de línia composta de:
 - o 1 seccionador tripolar de tres posicions per a connexió de barres i posada a terra.
 - o 1 interruptor tripolar automàtic de 1.600 A.
 - o 3 transformadors d'intensitat toroidals per a protecció de 1.600 / 5-5 A.
 - o 1 transformador de tensió 20.000: $\sqrt{3}$ / 110: $\sqrt{3}$ -110: $\sqrt{3}$ -110: 3 V.
 - o 3 detectors de control de presència de tensió.

4.7 Xarxa de terres inferiors

Per tal d'aconseguir nivells admissibles de les tensions de pas i contacte, la subestació de transformació estarà dotada d'una malla de terres inferior formada per cable de coure de 95 mm² de secció, soterrada en el terreny a 80 cm de profunditat, formant retícules d'aproximadament 2,5 m x 2,5 m que s'estenen per totes les zones ocupades per les instal·lacions, inclosos fonaments, edificis i tancaments.

Complint la Instrucció tècnica complementària del MIE-RAT, 13, punt 6.1, es connectaran a les terres de protecció totes les parts metàl·liques no sotmeses a tensió normalment, però que puguin estar-ho com a conseqüència d'avaries, sobretensions per descàrregues atmosfèriques o tensions inductives. Per aquest motiu, s'han unit a la malla: l'estructura metàl·lica, bases de aparellatge, tancaments, neutres de transformadors de mesura, etc.

Aquestes connexions es fixaran a l'estructura i carcasses de l'aparellatge mitjançant cargols i grapes especials, que assegurin la permanència de la unió, fent ús de soldadures aluminotèrmiques d'alt poder de fusió, per a les unions sota terra, ja que les seves propietats són altament resistents a la corrosió galvànica.

La malla de terra a estendre quedarà dimensionada, considerant la intensitat de falta màxima que s'ha definit en les hipòtesis de disseny.

Es connectaran directament a terra, sense unions desmuntables, intermèdies, els següents elements que es consideren posades a terra de serveis:

- Neutres dels transformadors de potència i transformadors de mesura.
- Elements de derivació a terra dels seccionadors de posada a terra
- Preses de terra dels parallamps

En l'Annex B. Càlculs justificatius subestació transformació s'han reflectit les dades i càlculs de la malla a instal·lar, comprovant els valors que fixa el MIE-RAT 13, prenent com a mètode de càlcul la norma IEEE-80-2000.

4.8 Xarxa de terres superiors

Per protegir els equips del parc de descàrregues atmosfèriques directes, es dotarà la zona del parc amb una malla de terres superiors, formada per puntes Franklin sobre columnes i conductors de Alumoweld esteses entre les columnes dels pòrtics de nova construcció. Tant els conductors com els parallamps s'uniran a la malla de terra de la instal·lació a través de l'estructura metàl·lica que els suporta, que garanteix una unió elèctrica suficient amb la malla.

En l'Annex B. Càlculs justificatius subestació transformació, es justifiquen els càlculs d'aquest sistema.

4.9 Estructura metàl·lica

Tota l'estructura metàl·lica de la Subestació de transformació es construirà amb perfils d'acer normalitzat d'ànima plena, d'acord a l'aparellatge a instal·lar, tenint un acabat galvanitzat en calent com a protecció contra la corrosió.

Per l'ancoratge d'aquestes estructures, es disposaran fonaments adequats als esforços que han de suportar, construïts a base de formigó i en els quals quedaran embeguts els pernys d'ancoratge corresponents. El formigó es realitzarà en dues fases, la primera d'assentament del fonament i la segona d'ancoratge de la pròpia estructura.

4.10 Serveis auxiliars

4.10.1 Serveis auxiliars de corrent altern

Es contemplen les següents fonts d'alimentació de C.A. en la Subestació de Transformació de 25/110 kV, amb prioritats de més a menys:

- a) Alimentació, amb un transformador d'oli 25 / 0,42 kV, 160 kVA.
- b) Grup electrogen.

4.10.2 Quadre general de corrent altern

S'instal·larà un quadre general de C.A. a la Sala de Control de la Subestació de Transformació 25/110 kV.

El quadre estarà alimentat des de les fonts independents i no simultànies que es troben a dalt indicades. L'embarat del quadre estarà constituït per 3 barres de fase + 1 barra de neutre. Per facilitar de manteniment, tindrà una configuració de barra partida estant les barres 1 i les barres 2 enllaçades per mitjà d'un interruptor motoritzat. Els equips rectificadors i el quadre de C.A. per a comunicacions aniran connectats a ambdues barres.

La commutació de fonts serà automàtica utilitzant interruptors motoritzats.

La mesura d'energia consumida pels serveis auxiliars es mesurarà a 25 kV, muntant un comptador de classe 0,2.

4.10.3 Quadres de distribució a la Sala de Control

Els quadres de distribució a la Sala de control de la Subestació de Transformació seran alimentats des del quadre general:

- Quadre de força i climatització, per als serveis corresponents a l'Edifici de Control, amb barres separades.
- Quadre general d'enllumenat, per a l'enllumenat de l'Edifici de Control i dels vials a l'exterior.
- Quadre de C.A. sala de comunicacions, al servei dels equips de comunicacions.

4.10.4 Serveis auxiliars de corrent continu

Pel que fa al sistema de 125 V de corrent continu per força i control, s'instal·laran dos equips font commutada- bateria a la sala de serveis auxiliars de la Sala de Control de la Subestació de Transformació, amb capacitat cadascun per alimentar tots els sistemes de control i proteccions, així com el sistema de força (alimentació de motors de interruptors i seccionadors).

Així mateix el Quadre General de corrent continu de 125 V serà del tipus normalitzat amb dues barres independents, des de les quals es distribuïran els serveis de control i força.

Anirà situat a la sala de serveis auxiliars de l'esmentat Edifici de Control.

A les casetes de relés s'instal·laran els bastidors integrats de proteccions corresponents a les posicions de 110 kV. Aquests bastidors tenen integrat el quadre de distribució de 125 V c.c. per donar alimentacions als equips de la posició, alimentat des del quadre principal esmentat anteriorment.

A l'edifici de comandament del parc de 110 kV s'instal·laran dos equips de fonts commutades d'AF - bateria per a 48 V amb capacitat d'acord als criteris de disseny normalitzats i un Quadre General de corrent continu de 48 V. D'aquest quadre, partiran totes les alimentacions als equips de comunicacions.

4.11 Obra Civil i Edificis

4.11.1 Moviment de terres

El moviment de terres estarà condicionat, entre altres, per les característiques del terreny i recomanacions incloses en l'estudi geotècnic que s'ha de realitzar prèviament a l'inici del projecte constructiu. En funció d'aquest, i de l'adequat estudi de l'evacuació d'aigües de la plataforma, i mitjançant l'aplicació d'una optimització econòmica, es determinarà el pendent i el desnivell que s'hagi de donar a la plataforma.

A l'acabament de la plataforma final es farà l'estudi de la resistivitat del terreny.

4.11.2 Drenatges i sanejament

S'instal·laran a la Subestació de Transformació, els tubs drenants necessaris per a evacuar les aigües, de manera que no es produeixi un efluent massiu, i que s'aconsegueixi la màxima difusió possible, a fi d'evitar reclamacions de les parcel·les confrontants a les quals actualment i de manera natural, s'evacuen les aigües de pluja. S'instal·larà un dipòsit de recollida d'aigua de pluja.

4.11.3 Fonaments, vials i canals de cable

Es construiran els fonaments, canals de cables i vials d'acord amb la implantació adjunta.

Els vials tindran l'amplada i les característiques que es reflecteixen en el plànol de planta.

Els canals de cables seran de tipus prefabricat, tipus:

A en accés a aparellatge, B principals de carrer o posició, connexió entre casetes i amb Sala de control, i BR per pas de vials.

4.11.4 Accessos

L'accés a la Subestació de Transformació es farà amb un trencant que arribarà fins a la Subestació de Transformació.

4.11.5 Sala de control, parc de 25 kV i caseta de relés

La Subestació de Transformació objecte d'estudi disposarà d'una sala de control. En el document plànols es poden veure els detalls d'aquest edifici. La Sala de Control serà d'una planta baixa.

La Sala de Control, disposarà de sala de comandament i control, sala de comunicacions i sala de serveis auxiliars, magatzem i arxiu. Inclourà els equips de comunicacions, unitat central i monitors del sistema de control digital, equips carregador-bateria, quadres de serveis auxiliars de c.c. i c.a. i centrals d'alarmes dels sistemes de seguretat i antiintrusisme.

A la solera de la Sala de Control, a tot el perímetre, es construirà un canal per al pas de cables. La Sala de Control comptarà amb falsos sòls. Per al pas de cables entre dependències es disposaran tubs a la solera.

A la part inferior del mur s'habilitaran buits per al pas de cables entre l'edifici i el parc, que hauran de tancar-se en concloure's els treballs.

Per a la climatització de la Sala de Control s'instal·laran equips d'aire condicionat de 4.000 frigories.

És imprescindible que davant un tall de corrent (commutació de serveis auxiliars, etc.) els equips continuïn funcionant, sense necessitat de reconexió manual. S'inclourà un automatisme de control i alarma dels grups refrigeradors.

A la sala de serveis auxiliars s'instal·larà a més un extractor per a ventilació.

4.12 Sistemes de Control Secundari

4.12.1 Sistema de Control de la Subestació de Transformació de 25/110 kV (Protocol IEC 61850)

El sistema de control de la subestació de Transformació de 25/110 kV estarà format per un SCI (Sistema de Control Integrat), la unitat central del qual (CCS, Centre de Control de la Subestació + ULC, Unitat Local de Control) i el lloc d'operació duplicat (IOS, Interfície d'Operació del Sistema) se situaran a la Sala de Control de la Subestació de Transformació.

Es disposarà una mini ULC (Unitat Local de Control) per cada posició o interruptor (un per carrer) en la Subestació de Transformació de 110 kV.

Cada mini ULC de posició de 110 kV recull la informació per al telecontrol i a més permetrà la funcionalitat de control (comandament, alarmes i senyalitzacions) per a la operació local de manteniment.

Les mini ULC de posició, es connectaran amb el CCS a través d'una xarxa de fibra òptica multimode en configuració radial i redundant.

4.13 Sistema de Protecció Secundari

A continuació es resumeixen les proteccions que s'utilitzaran en la Subestació de Transformació objecte d'estudi.

En el parc de 110 kV:

Posició interruptor transformador

S'instal·larà una protecció diferencial de línia com a protecció principal i s'utilitzarà la Unitat de control local (UCP, Unitat de Control de Posició) com a protecció secundària. Els equips seran de tecnologia digital i inclouran les funcions que es detallen a la Taula 6.

Taula 6. Funcions protecció primària i secundària interruptor transformador

Protecció	Funció (ANSI/IEEE)	Descripció
Primària	87L	Protecció diferencial de línia.
	21F/21N	Protecció de distància de fases i de neutre.
	79	Reenganxador disponible.
	67N	Sobreintensitat direccional de neutre.
	SOTF	Tancament sobre falta.
	25	Comprovació de sincronisme.
	LOC	Localitzador de faltes.
	OSC	Oscil·lografia de tecnologia digital.
	3	Lògica configurable per vigilància de circuits de dispar.
	50S-62	Falla d'interruptor.
Secundària	67	Sobreintensitat direccional de fases.
	67N	Sobreintensitat direccional de neutre.
	OSC	Oscil·lografia de tecnologia digital.
	3	Lògica configurable per vigilància de circuits de dispar.

4.13.1 Sistemes de comandament i protecció de 25 kV

La funció i descripció per la posició escomesa de 25 kV es pot observar a la Taula 7.

Taula 7. Funció i descripció dels sistemes de comandament i protecció de 25 kV

Funció (ANSI / IEEE)	Descripció
51 + 51N	Protecció de sobreintensitat amb dispar temporitzat a temps invers de fases i neutre.
50 + 50 N	Protecció de sobreintensitat a temps definit de fases i de neutre.
3 x 67 + 67 N + 67Na	Protecció de sobreintensitat direccional de 3 fases, neutre i neutre aïllat.
64	Protecció de màxima tensió homopolar.
87	Protecció diferencial.
3	Relé de vigilància de les bobines de dispar.
3 x 27	Mínima tensió de fases.
3 x 59	Màxima tensió de fases.
59N	Sobretensió de neutre.
81 M	Màxima freqüència.
81 m	Mínima freqüència.
79	Reenganxador trifàsic.

4.13.2 Comunicacions

Necessitats de serveis de Telecomunicació

Transmissió

Les necessitats de serveis de telecomunicacions consisteixen en serveis de telefonia, canals de comunicació per a les proteccions de línia, circuits de telecontrol i de tele gestió.

Per a la comunicació de les proteccions s'utilitzaran enllaços per fibra òptica per a la protecció primària (64 Kbits codireccionals) i d'ona portadora, amb les corresponents teleproteccions de baixa freqüència associada, per a les proteccions secundàries i teledispar.

Pel que fa a la xarxa de fibra òptica multimode i la xarxa de telefonia interna, es dotarà l'edifici de comandament de fibra òptica multimode i xarxa de parells telefònics.

Commutació.

Per als serveis de telefonia s'instal·larà a la sala de comunicacions del nou edifici una central de commutació específica per al parc de 110 kV, que s'interconnectarà a la resta de la xarxa mitjançant tecnologia IP.

A nivell local el servei de telefonia es prestarà mitjançant telefonia IP. Està previst l'estudi de la possibilitat de dotar a aquesta subestació de telefonia sense fils DECT.

Supervisió d'equips analògics.

Les alarmes EMISSIÓ / RECEPCIÓ de l'equip terminal d'ona portadora i l'ALARMA GENERAL de la tele protecció de baixa freqüència es cablejaran a relés auxiliars per a la seva supervisió.

Sistema de gestió de proteccions

S'instal·larà infraestructura IP, sobre la qual es facilitarà la connectivitat, per a la tele gestió de les proteccions i el servei de telefonia IP.

Xarxa de fibra òptica multimode

S'hauran d'estendre cables multimode FCPC-FCPC entre el repartidor òptic ubicat a cada bastidor de relés i l'armari de FO multimode.

Telecomunicacions per a les proteccions de línia.

Treballs a realitzar a la posició de línia:

- Instal·lar bobines de bloqueig, amb bandes de bloqueig 160-500 kHz, i impedància mínima de 600 ohms.
- Instal·lar 2 caixes d'acoblament a les fases, amb les seves corresponents bobines de drenatge i seccionadors de p.a.t.
- Instal·lar 1 transformador diferencial a la fase central.
- Estendre coaxial de la mateixa longitud entre les caixes d'acoblament i el transformador diferencial. Estendre coaxial entre el trafo diferencial i el corresponent equip d'ona portadora.

A la Sala de Control s'instal·laran els armaris de comunicacions per allotjar els equips d'ona portadora i tele proteccions, de la línia.

Xarxa de fibra òptica multimode.

Es disposarà d'una xarxa de doble bucle tancat, amb cables de 16 fibres òptiques multimode, amb protecció antirrosegadors, entre els armaris de cel·la i el repartidor de la sala de comunicacions, a la Sala de Control. Per a la comunicació de F.O. a l'interior de la sala, s'instal·laran armaris de comunicacions, amb repartidors de F.O.

4.13.3 Xarxa de fibra òptica monomode

En aquests pòrtics s'instal·laran les corresponents caixes d'entroncament per permetre la transició del cable OPGW a cable dielèctric monomode. Des d'aquestes caixes s'estendran cables dielèctrics fins a l'armari repartidor tipus rack de fibra òptica, on s'instal·laran els corresponents repartidors, a la sala de comunicacions de l'edifici de control del parc de 110 kV.

4.13.4 Xarxa de Telefonia

Per als serveis de telefonia i dades a la Sala de Control s'instal·larà cablejat estructurat mitjançant cables de categoria 5 o superior.

Sistemes de Mesura

Mesura Instantània

La indicació de les mesures instantànies en AT d'intensitat, tensió, potència activa, potència reactiva, freqüència i fase, es realitzarà a la Unitat Central de Protecció i Control. La sortida de comunicacions d'aquest equip quedarà disponible per al sistema de comunicacions del gestor de la subestació i / o de la companyia elèctrica distribuïdora, o del gestor de la Xarxa.

La mesura de tensió es durà a més a més, a un voltímetre instal·lat al bastidor de proteccions de cada posició de transformador.

Les cabines de MT portaran incorporat un indicador de mesures d'intensitat per cel·la.

Facturació

Complint amb el reglament vigent, s'instal·laran equips de mesura principal i comprovant per a la facturació de l'energia evacuada.

Tant els secundaris de mesura d'aquests transformadors com els equips de mesura compliran amb les característiques exigides pel reglament:

- Secundari transformador d'intensitat: classe 0,2s
- Secundari transformador de tensió: classe 0,2
- Comptadors d'energia activa: classe 0,2s
- Comptadors d'energia reactiva: classe 0,5

El sistema de comunicació de mesures al gestor de la xarxa i la periodicitat de la mateixa compliran amb la reglamentació vigent.

Els equips de mesura s'allotjaran en un armari únic per a cada posició de transformador, que serà precintat per a ús de la companyia distribuïdora.

4.14 Instal·lació d'Enllumenat i Força

4.14.1 Enllumenat

Posicions

L'enllumenat normal de la Subestació de Transformació es realitzarà amb projectors orientables equipats amb làmpades de vapor de sodi alta pressió, muntats a menys de 3 m d'alçada. Tindran una potència de 400 W i seran de feix semi extensiu, perquè amb l'apuntament adequat es puguin obtenir 50 lux en qualsevol zona del parc d'intempèrie.

Vials

Enllumenat amb lluminàries equipades amb làmpada de VSAP de 70 W, muntats sobre bàculs de 3 m d'alçada, per a un nivell d'il·luminació de 5 lux.

Es disposarà, així mateix, d'enllumenat d'emergència constituït per grups autònoms col·locats en les columnes d'enllumenat, en el cas de vials perimetrals i sobre la mateixa estructura que l'enllumenat normal o preses de corrent al parc d'intempèrie. El sistema d'emergència serà telecomandat des de la Sala de Control i els equips tindran una autonomia d'una hora.

Sala de control

A l'interior de la Sala de Control, l'enllumenat normal es realitzarà amb làmpades fluorescents, leds o projectors.

Els enllumenats d'emergència de l'edifici i el parc es realitzaran amb equips fluorescents autònoms situats a les zones de trànsit i en les sortides. La seva encesa serà automàtica en cas de fallada de l'enllumenat normal, si així estigués seleccionat, amb autonomia d'una hora (1 h).

Els nivells d'il·luminació en les diferents àrees seran de 500 lux a les Sales de Control.

Es disposarà de fotocèl·lula per l'encesa de l'enllumenat exterior.

4.14.2 Força

S'instal·laran preses de força combinades de 3P + T (32 A) i 2P + T (16 A) en quadres d'intempèrie ancorats a pilars propers als vials, de manera que cobreixin el parc considerant cada conjunt amb un radi de cobertura de 25 m.

4.15 Seguretat, contra incendis i antiintruisme

S'instal·laran centraletes antiincendis i antiintruisme per a la Subestació de Transformació.

El sistema antiintruisme estarà compost per contactes magnètics, detectors volumètrics de doble tecnologia i sirena exterior.

El sistema contra incendis estarà compost per detectors analògics òptics, termovelocimètrics al magatzem i campana exterior. També es disposaran els corresponents extintors a l'edifici tant de CO₂ com de pols al hall, així com carros extintors de 50 kg de pols per al parc.

4.15.1 Tancament

Es realitzarà un tancament exterior de la subestació, amb tanca metàl·lica d'acer galvanitzat reforçat de dos (2) metres d'altura, rematat amb filat de tres files, amb pals metàl·lics, embeguts sobre un muret corregut de formigó de 0,5 m d'alçada.

5 LÍNIA AÈRIA 110 KV

5.1 Emplaçament dels suports

La línia elèctrica d'Alta Tensió es localitza a l'Alt Empordà, província de Girona.

El traçat pot consultar-se en els plànol d'Emplaçament de les Instal·lacions. Les coordenades dels pòrtics i suports es pot observar a la Taula 8.

Taula 8. Coordenades UTM dels pòrtics i suports de la línia aèria

Pòrtic - Suport	X_{UTM}	Y_{UTM}
Pòrtic 1	494896.3	4686409.3
Suport 1	494884.8	4686402.3
Suport 2	494578.8	4686232.3
Suport 3	494315.9	4686080.8
Suport 4	494037.9	4685912.8
Pòrtic 2	494018.9	4685903.8

5.2 Categoria de la línia i zona

Segons indica en els articles 3 i 17 del Reglament Tècnic de Línies Aèries d'Alta Tensió, les línies del projecte es classifiquen tal i com indica la Taula 9.

Taula 9. Classificació Línies Aèries

Per la seva altitud	A
Pel seu nivell de tensió, 110 kV	1 ^a categoria

5.3 Relació d'entitats i organismes afectats

A la Taula 10 es pot observar quins suports afecten carreteres o camins i el terme municipal a on es troben.

Taula 10. Afectació dels suports del projecte

Suports N°	Afectació	Terme municipal
2	Creuament amb autopista AP-7	Cabanes
4	Creuament amb camí	Pont de Molins

5.4 Característiques generals de la instal·lació

La línia aèria té com a principals característiques les que es poden observar a la Taula 11.

Taula 11. Característiques generals

Línia Aèria	
Tensió nominal	110 kV
Tensió més elevada	123 kV
Potència a transportar	99,66 MW
Nº de circuits	1
Nº de conductors per fase	Un (Simple circuit)
Longitud de la línia	1,016 km
Zona de Càlcul	B
Velocitat del vent màxima considerada	140 km/h
Tensió màxima LA-280 a	Tres, d'alumini i acer tipus LA-280
Cable de terra	OPGW 48,17 kA
Aïllament	Polimèric
Tipus aïllador i material	CS 160 230/4205 polimèric
Suports	Suports gelosia acer galvanitzat
Tipus de fonamentació de suports	4 potes prismàtiques
Posada a terra dels suports	Elèctrodes profunds

A la Taula 12 es pot observar la longitud de cada tram de la línia aèria objecte d'estudi en aquest projecte.

Taula 12. Longitud dels trams de la línia aèria

Tram	Longitud (m)
Pòrtic 1 – Suport 1	20
Suport 1 – Suport 2	325
Suport 2 – Suport 3	326
Suport 3 – Suport 4	325
Suport 4 – Pòrtic 2	20

5.5 Descripció dels materials

5.5.1 Suports de perfils metàl·lics de gelosia

Els suports estaran constituïts per:

- Fust: Part inferior del suport, de forma tronco-piramidal i base quadrada. El fust contindrà l'ancoratge, que és la part compresa entre la base i la línia teòrica de terra.

- Armats: part superior del suport, que es compon de:

- Cap: Part del suport formada per perfils angulars situada sobre el fust, de forma prismàtica quadrangular de cares idèntiques.

- Creueta: Part del suport formada per perfils angulars situada a la cap del suport i perpendicular a aquesta. Aquesta part del suport serà el punt de subjecció del conductor al suport, per tant cada suport tindrà tres creuetes per cada circuit.

- Cúpula: Part superior del suport amb forma piramidal formada per perfils angulars, que serà el punt de subjecció de la fibra òptica al suport.

La fonamentació dels suports serà de tipus tetrabloc, és a dir, cada pota del suport en un dau de formigó. S'ha decidit per una fonamentació prismàtica ja que l'obra civil és més fàcil de fer.

Tots els materials fèrrics descrits estaran protegits contra l'oxidació mitjançant galvanització en calent segons UNE-EN ISO 1461.

Els cargols han de complir la norma UNE-EN ISO 4016 i hauran de ser de qualitat mínima 5.6 d'acord amb la norma UNE-EN ISO 898-1.

Les femelles hauran de complir la norma UNE-EN ISO 4034.

Les volanderes han de complir amb la norma UNE-EN ISO 7091, han de ser de 8 mm de espessor nominal i han d'impedir que la rosca del cargol s'introdueixi en ella més del 50% del seu gruix.

Els suports de gelosia seran de perfils metàl·lics.

L'alçada triada dels suports ve donada per la distància mínima reglamentària a mantenir al terreny i altres obstacles pels conductors de la línia aèria.

La distància entre fases ve donada per la distància reglamentària a mantenir dels conductors entre sí.

Les característiques dels suports que s'han escollit es poden observar a la Taula 13.

Taula 13. Característiques dels suports de la línia

Nombre de suport	Funció del suport	Tipus de suport
Pòrtic 1	Fi de línia	Pòrtic
Suport 1	Especial fi de línia	Amberes AM-18 132 kV 27,5-TC62
Suport 2	Suspensió- Alineació	Amberes AM-18 132 kV 27,5-TC62
Suport 3	Amarratge- Alineació	Amberes AM-18 132 kV 27,5-TC62
Suport 4	Especial fi de línia	Amberes AM-18 132 kV 27,5-TC62
Pòrtic 2	Fi de línia	Pòrtic

5.5.2 Conductors

Els conductors seran d'alumini dur amb ànima d'acer galvanitzat

Aquests conductors estan compostos de diversos filferros d'alumini del mateix diàmetre nominal i d'un o diversos filferros d'acer galvanitzat. Els filferros van cablejats en capes concèntriques; tots els filferros de l'ànima són d'acer i totes les capes exteriors són de filferro d'alumini.

D'acord amb el seu grau de protecció, serà apte per a la seva utilització en zones definides com de poca contaminació o de contaminació lleugera.

Aquestes sèries, responen a la Norma UNE-EN 50182.

Aquests conductors estan fabricats amb combinació de qualsevol dels següents elements:

- Alumini dur, d'acord amb la norma UNE-EN 60.889: 1997 designat AL1.
- Filferro d'acer galvanitzat d'acord amb la norma UNE-EN 50189: 2000 amb el grau i classe de recobriment designat ST1A.

Les especificacions del material es donen a la norma UNE-EN 50189.

Els conductors compostos alumini / acer galvanitzat es designen ALx / STyz, on ALx identifica els filferros externs d'alumini (envoltant), i STyz identifica l'ànima d'acer. En la designació dels filferros d'acer galvanitzat, 'y' representa el tipus d'acer (graus 1 a 6) i 'z' representa la classe de galvanitzat (A a E).

La temperatura màxima de servei en els conductors, sota càrrega normal en la línia, no sobrepassarà els 85°C.

La tracció màxima en el conductor no sobrepassarà, en cap cas, un terç de la càrrega de trencament del mateix.

La tracció en els conductors a 15° C i calma, no sobrepassarà el 15% de la càrrega de trencament dels mateixos, en cap cas.

Les característiques dels conductors de fase utilitzats es poden observar a la Taula 14.

Taula 14. Característiques conductor de fase

Denominació	242-AL1/39-ST1A (LA-280)
Composició	26 de 3,44 mm (Al)+7 de 2,68mm (Ac)
Secció total	281,1 mm ²
Diàmetre total	21,8 mm
Intensitat màxima admissible	582 A
Resistència elèctrica a 20°C	0,1195 Ω/km
Càrrega de ruptura	8489 daN
Coefficient de dilatació lineal	18,9 · 10 ⁻⁶ °C ⁻¹
Mòdul d'elasticitat	7300 daN/mm ²

5.5.3 Cable de terra

El cables de terra seran del tipus OPGW, que són cables especials per a complir la doble missió de protecció enfront de descàrregues atmosfèriques i de transmissió de les comunicacions.

Les característiques físiques, mecàniques i elèctriques i els mètodes d'assaig d'aquests cables de complir el que disposa la norma UNE-EN 60794-4.

La tracció màxima en el cable, ve indicada en les taules d'estesa que s'inclouen dins el present projecte, i no sobrepassarà, en cap cas, el terç de la càrrega de trencament del mateix.

La tracció en els conductors a 15°C i calma, no sobrepassarà el 15% de la càrrega de trencament dels mateixos, en cap cas.

La disposició general d'aquest conductor, serà a la part més alta de l'armat, mitjançant una creueta en forma de cúpula.

Perquè la protecció contra les descàrregues atmosfèriques sigui eficaç, preferentment, es disposarà l'estructura del cap de les torres a instal·lar, de manera que l'angle que forma la vertical que passa pel punt de fixació del cable de terra, amb la línia determinada per aquest punt i el conductor, no excedeixi dels 35°.

Les característiques del cable de terra es poden observar a la Taula 15.

Taula 15. Característiques cable de terra

CARACTERÍSTIQUES UNE-EN 60794-4	DENOMINACIÓ
	OPGW 48 FIBRES
Nombre de fibres	48
Nombre de fibres per tub	12
Número de tubs	4
Diàmetre intern del tub (mm)	8
Diàmetre extern del tub (mm)	12
Nº de cables	15
Diàmetre del filferro (mm)	3
Diàmetre del cable (mm)	18
Pes del cable (daN/km)	828
Resistència al trencament (daN)	7.700
Mòdul d'elasticitat (daN/mm ²)	12.000
Resistència a 20° (Ω/m)	0,2894
Banda de temperatura	-30°C a +70°C

5.5.4 Aïllament

L'aïllament de la línia a 110 kV, estarà dimensionat mecànicament per al conductor 242-AL1/39-ST1A (LA-280) i elèctricament per 132 kV.

Les característiques fonamentals mecàniques i elèctriques de l'aïllador es poden observar a la Taula 16.

Taula 16. Característiques aïllament

Denominació	CS 160 230/4205.
Material	Composite.
Càrrega de trencament electromecànica i mecànica	160 kN.
Longitud de l'aïllador	2.190 mm.
Longitud de fuga	4.205 mm.

La normativa aplicable per a la fabricació d'aquests aïlladors serà:

UNE 21.009- Mesures d'acoblament per ròtula i allotjament.

UNE-EN 60.383- Aïlladors per a línies aèries de tensió nominal superior a 1 kV.

UNE-EN 61.466- Elements de cadenes d'aïlladors compostos per a línies aèries de tensió nominal superior a 1000 V.

Les característiques elèctriques del conjunt d'aïlladors es poden observar a la Taula 17.

Taula 17. Característiques elèctriques conjunt d'aïlladors

Tensió més elevada	145 kV
Tensió suportada a freqüència industrial sota pluja	230 kV
Tensió mantinguda tipus llamp 1,2/50 μs	550 kV

5.5.5 Ferramentes

S'engloben sota aquesta denominació tots els elements necessaris per a la fixació dels aïlladors als suports i als conductors, els de fixació del cable de terra a la torre, els de protecció elèctrica dels aïlladors i els accessoris del conductor com antivibradors, separadors, maneguets,.

Per a l'elecció de les ferramentes es tindrà en compte el seu comportament enfront de l'efecte corona i seran fonamentalment d'acer forjat, protegit de la oxidació mitjançant galvanitzat a foc.

Tots els bolons seran sempre amb rosca, volandera i passador, estant comprès el joc entre aquests i els seus trepants entre 1 i 1,5 mm. El joc axial entre peces estarà comprès entre 1 i 2,5 mm.

Es tindran en compte les disposicions dels trepants i els gruixos de xapes i casquets d'agafada de les cadenes perquè aquestes quedin posicionades adequadament.

Totes les característiques mètriques, constructives, d'assaig, etc. de les ferramentes seran les indicades en les normes següents:

- UNE 61.284.
- UNE 21.009.
- UNE 21.021.
- UNE-EN 60372.
- UNE 207009.

Per als conductors, en suports d'angle, ancoratge i fi de línia s'empraran cadenes d'amarratge, i en suports d'alineació cadenes de suspensió.

Totes les ferramentes que formen les cadenes d'aïllament, tindran un coeficient de seguretat mecànica no inferior a 3 respecte a la seva càrrega mínima de trencament, segons el que disposa l'apartat 3.3 de la ITC-LAT 07.

Pel que fa a les ferramentes pel cable de terra, Les cadenes seran senzilles, i s'ha de tenir en compte els màxims esforços suportables per complir els coeficients de seguretat imposats per la vigent reglamentació.

La cadena a utilitzar és del tipus:

TB: amarratge baixant cable OPGW (principi i fi de línia).

BTB: amarratge baixant OPGW.

BTP: amarratge passant OPGW.

5.5.6 *Empalmaments per al cable i cable de terra*

Els empalmaments dels conductors entre sí, així com el cable de terra, s'efectuaran pel sistema de "maneguet comprimit", estant constituïts per:

Tub d'alumini de extrusió per a la compressió de l'alumini.

Tub d'acer d'extrusió per a la compressió de l'acer.

Serán d'un material pràcticament inoxidable i homogeni amb el material del conductor que uneixen, a fi d'evitar formació d'un parell elèctric apreciable. L'execució quedarà feta de manera que l'entroncament tingui una resistència mecànica com a mínim igual al 95% de la del cable que uneix i una resistència elèctrica igual a la d'un tros de cable sense entroncament de la mateixa longitud. Compliran el que fixa la norma UNE 21.021.

La seva execució es realitzarà mitjançant una màquina adient que disposarà dels encunys necessaris perquè resulti, després de la compressió, una secció de l'empalmament hexagonal amb la mesura entre-cares donada pel fabricant, la qual cosa servirà per garantir que la unió ha quedat correctament realitzada.

5.5.7 Accessoris

Antivibradors:

Serveixen per protegir els conductors i el cable de terra dels efectes perjudicials, trencaments prematurs per fatiga dels seu filferros, que poden produir els fenòmens de vibració eòlica a causa de vents de component transversal a la línia i velocitats compreses entre 1 i 10 m/s, amb la consegüent pèrdua de conductivitat i resistència mecànica. Compliran la norma UNE-EN 61.897. El tipus i nombre d'amortidors a col·locar, així com la seva posició, és funció del tipus de conductor i les seves condicions d'estesa. Com a regla general, d'acord amb la codificació de la norma LNE005 i norma LDZ001, a contrastar en cas de distàncies interiors especials, s'instal·laran els següents amortidors:

Conductor 242-AL1/39-ST1A (LA-280)

Tipus d'amortidor AMG 3.

Nombre de antivibradors:

Llum < 500 m un amortidor per espai interior.

Llum > 500 m dos amortidors per espai interior.

Distància de col·locació:

1,35 m nu.

1,50 m amb varetes.

Quan es requereixin dos amortidors entre suports se n'ha de col·locar un a cada extrem.

Per al cable de terra se n'instal·laran dos per espai entre dues torres i cable.

5.5.8 Contrapesos per a ponts

En cas de ser necessari s'instal·laran, en els ponts fluixos dels suports amb cadena d'amarratge, dos contrapesos per pont i conductor de fase.

El contrapès, de ferro colat, galvanitzat i amb un pes aproximat de 10 kg, no haurà de fer malbé el conductor i estarà protegit contra la corrosió.

5.6 Característiques de l'obra civil

5.6.1 Fonamentació dels suports

Els fonaments dels suports seran de formigó en massa de qualitat HM-20 i hauran de complir el que especifica la Instrucció de Formigó Estructural EHE 08.

Es projecten els fonaments dels diferents suports d'acord amb la naturalesa del terreny.

Els fonaments dels suports del tipus de potes separades, estan constituïdes per un bloc de formigó per a cadascun dels ancoratges del suport. Cadascun d'aquests blocs es calcula per resistir l'esforç d'arrencament i distribuir el de compressió en el terreny. El coeficient de seguretat per a les diferents hipòtesis no és inferior a 1,5 (Hipòtesi normals) i 1,2 (Hipòtesi anormals).

A la Figura 1 es pot observar el tipus de fonamentació que s'utilitza pels suports. Les dimensions s'han escollit en funció del que indica el catàleg de la sèrie AMBERES. S'ha suposat una resistència del terreny superior a 2 kg/m

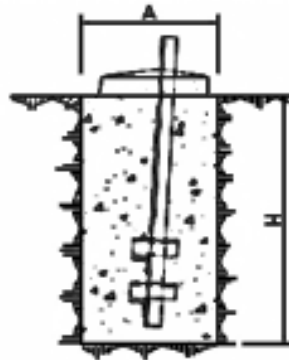


Figura 1. Fonamentació tipus prismàtica

A la Taula 18 es pot observar les dimensions de la fonamentació tipus prismàtica. Les lletres A i H estan relacionades amb la Figura 1.

Taula 18. Dimensions de la fonamentació

Alçada (H)	2,00 m
Amplada (A)	3,40 m
Volum (V)	13,60 m ³

5.6.2 Posada a terra dels suports

La posada a terra dels suports es realitzarà tenint en compte el que s'especifica a l'apartat 7 de la ITC-LAT-07 el vigent Reglament de Línies Aèries d'Alta Tensió (R.D. 223/08).

Pel que fa a la línia de terra:

Els suports han d'estar proveïts d'una posada a terra, a fi de limitar les tensions de defecte a terra que puguin produir-se per descàrregues en el propi suport.

S'instal·larà procurant que el seu recorregut sigui el més curt possible, evitant traçats tortuosos i corbes de poc ràdio.

Totes les connexions de la Línia Principal de Terra a les masses s'efectuaran sempre mitjançant derivacions sobre aquesta.

Pel que fa als elèctrodes de terra:

Es faran servir elèctrodes de terra, que estarà format per una combinació en paral·lel de conductor i piques enterrades.

El conductor serà sempre nu, de coure de $1 \times 50 \text{ mm}^2$ de secció, composició 1×7 de 3 mm de diàmetre.

Les piques seran d'acer amb un recobriment de coure de 300 micres de gruix, sent el seu diàmetre de 14 mm i la seva longitud de 2 metres.

Totes les connexions o empalmaments que sigui necessari realitzar en el mateix es realitzaran mitjançant soldadura aluminotèrmica.

Pel que fa a la resistivitat del terreny:

La resistivitat del terreny, fonamental per al càlcul de la posada a terra, es determinarà mitjançant mesurament amb un tel·luròmetre, utilitzant el procediment "Wenner" de 4 elèctrodes en línia separats la mateixa distància "a".

D'acord a la ubicació dels suports del present projecte, tenint en compte la classificació dels suports segons ubicació establerta per la instrucció, tots els suports seran classificats com Suports No freqüentats.

5.6.3 Sistema de posada a terra pels suports no freqüentats

En els suports metàl·lics de gelosia l'Elèctrode de Terra estarà compost per 4 piques enterrades a una profunditat de 0,8 metres formant un quadrat al voltant del massís de formigó de 5 metres de costat mitjançant conductor de coure nu a la fonamentació per els monobloc i en els fonaments de quatre potes formaran un quadrat de 7 metres de banda, unint-se cada pica a cadascuna de les potes de suport mitjançant l'esmentat conductor de coure.

La Línia de Terra es connectarà, mitjançant grapa bimetàl·lica a la quantitat del suport metàl·lic, per sobre de la peanya de formigó i per l'interior del suport per als de gelosia i en el dispositiu exterior preparat a l'efecte en els tubulars, la tornilleria d'aquesta peça serà d'acer inoxidable. El pas a través del massís de formigó de la fonamentació del suport es realitzarà per l'interior d'un tub flexible corrugat de PVC, el grau de resistència a la compressió i impacte serà com a mínim de 2 i 2 respectivament, segons norma UNE EN 50086-1.

5.7 Senyalització

Tots els suports han de portar una placa de senyalització en la qual s'indicarà: el nombre del suport (correlatiu), tensió de la Línia (110kV), símbol de perill elèctric i logotip de l'empresa distribuïdora, aquest últim a nivell opcional.

Les plaques s'instal·laran a una alçada de terra de 3 m a la cara paral·lela o més propera als camins o carreteres, perquè puguin ser vistes fàcilment.

6 SUBESTACIÓ DE SECCIONAMENT

6.1 Hipòtesis de disseny

6.1.1 Condicions ambientals

A continuació es detallen les hipòtesis de disseny que s'ha tingut en compte a l'hora de realitzar els càlculs posteriors.

Altitud sobre el nivell del mar	40 m
Tipus de zona	A (Segons R.L.A.T.)
Temperatures extremes	- 5° C / + 45° C
Contaminació ambiental	Mitja
Velocitat màxima del vent.....	140 Km/h
Nivell de boira.....	Mitja

Per al càlcul de la sobrecàrrega de vent, es considerarà vent horitzontal amb velocitat de 140 km / h.

La subestació es troba a 40 metres sobre el nivell de la mar. A l'estar per sota de 500 m, s'adopten les sobrecàrregues corresponents a Zona A, de l'RLAT.

Pel que fa a les accions sísmiques, es tindran en compte en el disseny, atès que la norma NCSR-02 contempla la necessitat de la seva aplicació en construccions d'especial importància, com aquesta, quan l'acceleració sísmica bàsica sigui superior o igual a 0,04 g , sent en igual a 0,04 g.

6.1.2 Dades de curtcircuit

A efectes de càlcul d'esforços tèrmics i dinàmics de curtcircuit, es considerarà una intensitat de curtcircuit trifàsic en un valor eficaç de 31,5 kA pel parc de 110 kV, amb una duració màxima de 0,5 segons.

El valor en qüestió s'ha tret de les especificacions particulars d'Endesa Distribució Elèctrica, S.L.U per a subestacions d'Alta Tensió/Mitja Tensió.

6.1.3 Dades del terreny a efectes de la xarxa de terres

A efectes de càlcul es considerarà una resistivitat del terreny de 100 $\Omega \cdot m$.

6.2 Configuració

La subestació de seccionament estarà constituïda pels següents elements:

- Parc de 110 kV
- Sistema de Serveis Auxiliars
- Sistema de posada a terra
- Sistema de control i proteccions
- Sistema de comunicacions
- Sistema de seguretat

6.3 Sistemes primaris

A continuació es descriuen les obres de construcció objecte del present projecte, indicant les característiques principals dels aparells així com la seva funció en el conjunt de la instal·lació.

6.3.1 Disposició general

El parc de 110 kV tindrà la tipologia de simple barra a la intempèrie.

Constarà de:

- Una posició de línia
- Una posició d'interruptor de sortida

Es completa amb els corresponents equips de mesura, protecció i control associats a aquestes posicions que s'instal·laran en armaris a la sala de control de l'edifici.

En el projecte en qüestió, la posició de línia serà ocupada per la línia aèria de 110 kV que va des de la subestació de transformació a la subestació de seccionament. Cal esmentar que s'ha deixat l'espai necessari per si es volgués augmentar en un futur una posició de línia.

La subestació de seccionament es construirà en una zona molt propera a una línia existent de 110 kV. La posició d'interruptor de sortida servirà per connectar la subestació amb la línia existent de 110 kV.

La posició de línia de 110 kV tindrà la següent composició:

- 1 Seccionador de línia tripolar (89L) amb fulles de P.a.T (57L), un interruptor tripolar (52), un seccionador de barres tripolar (89B). Tot encapsulat en un mòdul híbrid de línia aïllat en gas.
- 3 transformadors d'intensitat (TI) com protecció diferencial de línia (87L)

La posició d'interruptor de sortida té la següent configuració:

- 1 Seccionador de línia tripolar (89L) amb fulles de P.a.T (57L), un interruptor tripolar (52), un seccionador de barres tripolar (89B). Tot encapsulat en un mòdul híbrid de línia aïllat en gas.
- 3 transformadors d'intensitat (TI) com protecció diferencial de línia
- 3 parallamps d'òxid de zenc

6.4 Disposició i tipus d'embarrats

Els embarrats que s'instal·laran corresponen als sistemes de 110 kV.

L'embarrat principal estarà compost per un tub d'alumini de 120/100 mm de diàmetre, que estarà recolzat sobre aïllaments rígids muntats sobre suports metàl·lics. La intensitat admissible serà de 2800 A. La secció del conductor és de 2.300 mm².

La llum entre els aïlladors serà de 10 metres, la distància entre fases 2,50 metres i l'altura de l'embarrat 7 metres.

Els embarrats secundaris de tipus rígid disposaran de tub d'alumini de 80/70 mm de diàmetre. Els tipus flexible tindran les següents característiques:

Còndor:

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| • Tensió nominal | 110/132 kV. |
| • Intensitat admissible | 800 A. |
| • Conductor | Alumini- Acer. |
| • Secció del conductor | 454,48 mm ² . |
| • Diàmetre del conductor | 27,72 mm ² . |

6.4.1 Magnituds elèctriques i distàncies

Com a criteris bàsics de disseny s'han adoptat les següents magnituds elèctriques:

Tensió nominal	110 kV
Tensió més elevada pell material (Ve, sobredim)	145 kV
Neutre	Rígid a terra
Intensitat de curtcircuit trifàsic (valor eficaç)	31,5 kA
Temps de extinció de la falta	0,5 seg
Nivell de aïllament:	
a) Tensió suportada a impuls de tipus maniobra	275 kV
b) Tensió suporta a impuls tipus llamp	650 kV
Línia de fuga mínima para aïlladors (RLAT)	3.625 mm (25 mm/kV)

En l'apartat E.4. Determinació de les distàncies mínimes en embarrats estesos s'han determinat les distàncies mínimes necessàries per efectes de vent, curtcircuit i sisme.

Com a criteris bàsics per a la determinació d'altures i distàncies que s'han de mantenir en la instal·lació projectada, s'ha tingut en compte el que sobre el particular s'especifica en:

- Instrucció tècnica complementària MIE-RAT-12.
- Normes UNE.60071-1, UNE.60071-2.
- Normes CEI.71-1 i 71-2.

Les distàncies a adoptar seran com a mínim les que a continuació s'indiquen, basant-se per a això en les magnituds fonamentals adoptades, i en les normes indicades.

Distàncies per 110 kV segons MIE-RAT-12:

Fase - terra	1.100 mm
Fase - fase	1.100 mm

Les distàncies adoptades al parc 110 kV d'intempèrie són de 250 cm, molt superiors a les mínimes exigides.

Parc 110 kV

- Entre eixos d'aparellatge i esteses 2.800 mm.
- Entre eixos d'aparellatge de barres principals..... 2.800 mm.
- Amplada de posició..... 9.750 mm.
- Alçada d'embarrats alts 7.000 mm.
- Alçada d'embarrats d'interconnexió entre aparells 4.300 mm.
- Alçada de sortida de línia..... 11.000 mm.
- Amplada de vials accés trafos 3.500 mm.
- Amplada de vial accés edifici 3.500 mm.
- Amplada de vial perimetral..... 3.500 mm.

Com es pot observar, la distància entre fases mínima és molt superior a la indica en el document CENELEC HD-637.

6.5 Característiques de l'aparellatge i conductors

Es relaciona a continuació l'aparellatge que s'instal·larà a la subestació, tota ella amb el nivell d'aïllament definit anteriorment i amb aïlladors de línia de fuga mínima de 3.625 mm en 110 kV, equivalent a 25 mm / kV (línia de fuga normal), referida a la tensió nominal més elevada per al material de 145 kV (CEI 815/1986).

6.5.1 Interruptors 110 kV

S'instal·laran un total de 2 interruptors automàtics tripolars:

- 1 per a la posició de línia
- 1 per la posició de l'interruptor de sortida

Seràn de comandament unipolar, amb càmeres de tall en SF6, i amb les següents característiques.

Interrupctors automàtics del mòdul híbrid aïllat en SF6

Tensió nominal.....	110 kV.
Intensitat nominal.....	2000 A.
Corrent admissible de curta durada (1 s).....	40 kA.
Tensió més elevada para el material	145 kV.
Nivell de aïllament	275/650 kV.
Freqüència nominal.....	50 Hz.
Intensitat de tall simètrica.....	31,5 kA.
Tensió de maniobra	125 V c.c.
Accionament tripolar per ressorts amb càrrega	motor elèctric 125 Vc.c.

Tensions Auxiliars:

Motor del accionament.....	125 V c.c.
Bobines de tancament i tret.....	125 V c.c.
Calefacció interna del comandament	220 V c.a.

6.5.2 Transformadors d'intensitat 110 kV

S'instal·laran un total de 3 transformadores de intensitat:

- 3 para la posició de interruptor de sortida.

Las característiques de estos transformadores de intensitat seran:

Transformadors d'intensitat en posició d'interruptor:

Relació de transformació.....	200 – 400 - 800/5-5-5-5 A.
Freqüència de la xarxa	50 Hz.
Tensió més elevada del material	145 kV.
Intensitat tèrmica de curtcircuit	31,5 kA.
Potències i classes de precisió:	
- 1 ^{er} debanat (mesura).....	10 VA; CI 0,2S.
- 2 ^{on} debanat (mesura).....	20 VA CI 0,5.
- 3 ^{er} y 4 ^{rt} debanats (protecció)	30 VA; CI 5P30.

6.5.3 Seccionadors trifàsics amb posta a terra del mòdul híbrid en SF6 110 kV

El mòdul híbrid disposarà de seccionadors amb posta a terra. Les posicions amb seccionador de posta a terra seran les següents:

- 1 per la posició de línia
- 1 per la posició de l'interruptor de sortida

Els seccionadors trifàsics amb posta a terra de 110 kV dels mòduls híbrids d'aïllament en SF6 tindran les següents característiques:

- Nombre de pols 3.
- Freqüència assignada 50 Hz.
- Tensió més elevada per al material 145 kV.
- Intensitat nominal 2.000 A.
- Intensitat límit tèrmica..... 31,5 kA.
- Intensitat límit dinàmica 80 kA.
- Tensió de maniobra..... 125 V c.c.
- Accionament..... Elèctric per motor a 125 V c.c.
 - Parell Màxim 85 m.kg.
 - Endurança estàndard 1.000 maniobres.
 - Limitador mecànic.
 - Control temporitzat de temps de maniobra.
 - Tensió motor 400/230 Vca.
 - Manual sense tensió.

6.5.4 Parallamps

Per protegir la instal·lació contra sobretensions d'origen atmosfèric, o les que per qualsevol altra causa poguessin produir-se, s'ha projectat el muntatge de 3 paral·lamps d'òxids metàl·lics:

- 3 per a la posició de sortida de l'interruptor.

S'indiquen les característiques de les auto vàlvules d'òxid de zinc de servei exterior:

Tensió nominal de la xarxa	110 kV.
Tensió més elevada	145 kV.
Tensió operació contínua	92 kV.
Freqüència assignada	50 Hz.
Intensitat nominal de descàrrega (ona 8/20 μ s).....	10 kA.
Classe de descàrrega	3.
Línia de fuga mínima	3.625 mm.
Comptador de descàrregues	inclòs.

6.5.5 Aïlladors de suport 110 kV

Les columnes suport per a suport dels embarrats principals són de les següents característiques:

Tipus	C6 -650.
Tensió més elevada per al material	145 kV.
Tensió de curta duració suportada a freqüència industrial	275 kV.
Tensió suportada a impulsos tipus llamp	650 kV de cresta.
Càrrega de trencament a flexió	6.000 N.
Càrrega de trencament a torsió	3.000 Nm.
Longitud línia de fuga	\geq 3.625 mm.

6.6 Xarxa de terres inferiors

Per tal d'aconseguir nivells admissibles de les tensions de pas i contacte, el parc de 110 kV estarà dotat d'una malla de terres inferiors formada per cable de coure de 95 mm² de secció, soterrada en el terreny a 80 cm de profunditat, formant retícules d'aproximadament 2,5 m x 2,5 m que s'estenen per totes les zones ocupades per les instal·lacions, inclosos fonaments, edificis i tancaments.

Complint la Instrucció tècnica complementària del MIE-RAT, 13, punt 6.1, es connectaran a les terres de protecció totes les parts metàl·liques no sotmeses a tensió normalment, però que puguin estar-ho com a conseqüència d'avaries, sobretensions per descàrregues atmosfèriques o tensions inductives. Per aquest motiu, s'han unit a la malla: l'estructura metàl·lica, bases de aparellatge, tancaments, neutres de transformadors de mesura, etc.

Aquestes connexions es fixaran a l'estructura i carcasses de l'aparellatge mitjançant cargols i grapes especials, que assegurin la permanència de la unió, fent ús de soldadures aluminotèrmiques d'alt poder de fusió, per a les unions sota terra, ja que les seves propietats són altament resistents a la corrosió galvànica.

La malla de terra a estendre quedarà dimensionada, considerant la intensitat de falta màxima que s'ha definit en les hipòtesis de disseny.

En l'apartat E.5. Xarxa de terres inferiors s'han reflectit les dades i càlculs de la malla a instal·lar, comprovant els valors que fixa el MIE-RAT 13, prenent com a mètode de càlcul la norma IEEE-80-2000.

6.7 Xarxa de terres superiors

Amb l'objecte de protegir els equips del parc de descàrregues atmosfèriques directes, es dotarà la zona del parc amb una malla de terres superiors, formada per puntes Franklin sobre columnes i conductors de Alumoweld esteses entre les columnes dels pòrtics de nova construcció. Tant els conductors com els parallamps s'uniran a la malla de terra de la instal·lació a través de l'estructura metàl·lica que els suporta, que garanteix una unió elèctrica suficient amb la malla.

En l'apartat E.6. Xarxa de terres superior es pot observar els càlculs per la xarxa de terres superiors de la subestació de seccionament.

6.8 Estructura metàl·lica

Tota l'estructura metàl·lica de la Subestació es construirà amb perfils d'acer normalitzat d'ànima plena, d'acord a l'aparellatge a instal·lar, tenint un acabat galvanitzat en calent com a protecció contra la corrosió.

Per l'ancoratge d'aquestes estructures, es disposaran fonaments adequats als esforços que han de suportar, construïts a base de formigó i en els quals quedaran embeguts els pernys d'ancoratge corresponents. El formigó es realitzarà en dues fases, la primera d'assentament del fonament i la segona d'ancoratge de la pròpia estructura.

6.9 Serveis auxiliars

6.9.1 Serveis auxiliars de corrent altern

Es contemplen les següents fonts d'alimentació de C.A. en la Subestació de Seccionament de 110 kV, amb prioritats de més a menys:

- a) Alimentació, amb un transformador 100 / 0,42 kV, 160 kVA.
- b) Grup electrogen.

6.9.2 Quadre general de corrent altern

S'instal·larà un quadre general de C.A. a la Sala de Control de la Subestació de Seccionament de 110 kV.

El quadre estarà alimentat des de les fonts independents i no simultànies dalt indicades. L'embarrat del quadre estarà constituït per 3 barres de fase + 1 barra de neutre. Per facilitat de manteniment, tindrà una configuració de barra partida estant les barres 1 i les barres 2 enllaçades per mitjà d'un interruptor motoritzat. Els equips rectificadors i el quadre de C.A. per a comunicacions aniran connectats a ambdues barres. Veure esquema unifilar de serveis auxiliars adjunt en el document Plànols.

La commutació de fonts serà automàtica utilitzant interruptors motoritzats.

La mesura d'energia consumida pels serveis auxiliars es mesurarà a 25 kV, muntant un comptador de classe 0,2.

6.9.3 Quadres de distribució a la Sala de Control

Els quadres de distribució a la Sala de control de la subestació de seccionament seran alimentats des del quadre general:

- Quadre de força i climatització, per als serveis corresponents a l'Edifici de Control, amb barres separades.
- Quadre general d'enllumenat, per a l'enllumenat de l'Edifici de Control i dels vials a l'exterior.
- Quadre de C.A. sala de comunicacions, al servei dels equips de comunicacions.

6.9.4 Serveis auxiliars de corrent continu

Pel que fa al sistema de 125 V de corrent continu per força i control, s'instal·laran dos equips font commutada- bateria a la sala de serveis auxiliars de la Sala de Control de la Subestació de Seccionament, amb capacitat cadascun per alimentar tots els sistemes de control i proteccions, així com el sistema de força (alimentació de motors de interruptors i seccionadors).

Així mateix el Quadre General de corrent continu de 125 V serà del tipus normalitzat amb dues barres independents, des de les quals es distribuïran els serveis de control i força. Anirà situat a la sala de serveis auxiliars de l'esmentat Edifici de Control.

A les casetes de relés s'instal·laran els Bastidors integrats de proteccions corresponents a les posicions de 110 kV. Aquests bastidors tenen integrat el quadre de distribució de 125 V c.c. per donar alimentacions als equips de la posició, alimentat des del quadre principal esmentat anteriorment.

6.10 Obra Civil i Edificis

6.10.1 Moviment de terres

El moviment de terres estarà condicionat, entre altres, per les característiques del terreny i recomanacions incloses en l'estudi geotècnic que s'ha de realitzar prèviament a l'inici del projecte constructiu. En funció d'aquest, i de l'adequat estudi de l'evacuació d'aigües de la plataforma, i mitjançant l'aplicació d'una optimització econòmica, es determinarà el pendent i el desnivell que s'hagi de donar a la plataforma.

A l'acabament de la plataforma final es farà l'estudi de la resistivitat del terreny.

6.10.2 Drenatges i sanejament

S'instal·laran a la Subestació de Seccionament, els tubs drenants necessaris per a evacuar les aigües, de manera que no es produeixi un efluent massiu, i que s'aconsegueixi la màxima difusió possible, a fi d'evitar reclamacions de les parcel·les confrontants a les quals actualment i de manera natural, s'evacuen les aigües de pluja. S'instal·larà un dipòsit de recollida d'aigua de pluja.

6.10.3 Fonaments, vials i canals de cable

Es construiran els fonaments, canals de cables i vials d'acord amb la implantació adjunta.

Els vials tindran l'amplada i les característiques que es reflecteixen en el plànol de planta.

Els canals de cables seran de tipus prefabricat, tipus A en accés a aparellatge, B principals de carrer o posició, connexió entre casetes i amb Sala de control, i BR per pas de vials.

6.10.4 Accessos

L'accés a la Subestació de Seccionament es farà amb un trencant que arribarà fins a la Subestació de Seccionament.

6.10.5 Sala de control i caseta de relés

La Subestació de seccionament objecte d'estudi disposarà d'una sala de control.

La Sala de Control serà d'una planta, per a subestació abandonada d'unes dimensions de 2,9 m x 12 metres,

La Sala de Control, disposarà de sala de comandament i control, sala de comunicacions i sala de serveis auxiliars, magatzem i arxiu. Inclourà els equips de comunicacions, unitat central i monitors del sistema de control digital, equips carregador-bateria, quadres de serveis auxiliars de c.c. i c.a. i centrals d'alarmes dels sistemes de seguretat i antiintrusisme.

A la solera de la Sala de Control, a tot el perímetre, es construirà un canal per al pas de cables. La Sala de Control comptarà amb falsos sòls. Per al pas de cables entre dependències es disposaran tubs a la solera.

A la part inferior del mur s'habilitaran buits per al pas de cables entre l'edifici i el parc, que hauran de tancar-se en concloure's els treballs.

Per a la climatització de la Sala de Control s'instal·laran equips d'aire condicionat de 4.000 frigories.

És imprescindible que davant un tall de corrent (commutació de serveis auxiliars, etc.) els equips continuïn funcionant, sense necessitat de reconexió manual. S'inclourà un automatisme de control i alarma dels grups refrigeradors.

A la sala de serveis auxiliars s'instal·larà a més un extractor per a ventilació.

6.11 Sistemes de Control Secundari

6.11.1 Sistema de Control de la subestació de seccionament 110 kV (Protocol IEC 61850)

El sistema de control del parc de 110 kV estarà format per un SCI (Sistema de Control Integrat), la unitat central del qual (CCS, Centre de Control de la Subestació + ULC, Unitat Local de Control) i el lloc d'operació duplicat (IOS, Interfície d'Operació del Sistema) se situaran a la Sala de Control de la Subestació de Seccionament..

Es disposarà una mini ULC (Unitat Local de Control) per cada posició o interruptor (un per carrer) en la Subestació de Seccionament de 110 kV.

Cada mini ULC de posició de 110 kV, recull la informació per al telecontrol i a més permetrà la funcionalitat de control (comandament, alarmes i senyalitzacions) per a la operació local de manteniment.

Les mini ULC de posició, es connectaran amb el CCS a través d'una xarxa de fibra òptica multimode en configuració radial i redundat.

6.12 Sistema de Protecció Secundari

A continuació es resumeixen les proteccions que s'utilitzaran en aquesta Subestació de Seccionament.

Posició interruptor de sortida

S'instal·larà una protecció diferencial de línia com a protecció principal i s'utilitzarà la Unitat de control local (UCP, Unitat de Control de Posició) com a protecció secundària. Els equips seran de tecnologia digital i inclouran les funcions que es detallen a continuació.

Protecció	Funció (ANSI/IEEE)	Descripció
Primària	87L	Protecció diferencial de línia.
	21F/21N	Protecció de distància de fases i de neutre.
	79	Reenganxador disponible.
	67N	Sobreintensitat direccional de neutre.
	SOTF	Tancament sobre falta.
	25	Comprovació de sincronisme.
	LOC	Localitzador de faltes.
	OSC	Oscil·lografia de tecnologia digital.
	3	Lògica configurable per vigilància de circuits de dispar.
	50S-62	Falla d'interruptor.
Secundària	67	Sobreintensitat direccional de fases.
	67N	Sobreintensitat direccional de neutre.
	OSC	Oscil·lografia de tecnologia digital.
	3	Lògica configurable per vigilància de circuits de dispar.

6.12.1 Comunicacions

Necessitats de serveis de Telecomunicació

Transmissió

Les necessitats de serveis de telecomunicacions consisteixen en serveis de telefonia, canals de comunicació per a les proteccions de línia, circuits de telecontrol i de telegestió.

Per a la comunicació de les proteccions s'utilitzaran enllaços per fibra òptica per a la protecció primària (64 Kbits codireccional) i d'ona portadora, amb les corresponents teleproteccions de baixa freqüència associada, per a les proteccions secundàries i teledispar.

Pel que fa a la xarxa de fibra òptica multimode i la xarxa de telefonia interna, es dotarà l'edifici de comandament de fibra òptica multimode i xarxa de parells telefònics.

Commutació.

Per als serveis de telefonia s'instal·larà a la sala de comunicacions del nou edifici, una central de commutació específica per al parc de 110 kV, que s'interconnectarà a la resta de la xarxa mitjançant tecnologia IP.

A nivell local el servei de telefonia es prestarà mitjançant telefonia IP. Està previst l'estudi de la possibilitat de dotar a aquesta subestació de telefonia sense fils DECT.

Supervisió d'equips analògics.

Les alarmes EMISSIÓ / RECEPCIÓ de l'equip terminal d'ona portadora i l'ALARMA GENERAL de la teleprotecció de baixa freqüència es cablejaran a relés auxiliars per a la seva supervisió.

Sistema de gestió de proteccions

S'instal·larà infraestructura IP, sobre la qual es facilitarà la connectivitat, per a la telegestió de les proteccions i el servei de telefonia IP.

Xarxa de fibra òptica multimode

S'hauran d'estendre cables multimode FCPC-FCPC entre el repartidor òptic ubicat a cada bastidor de relés i l'armari de FO multimode.

Telecomunicacions per a les proteccions de línia.

Treballs a realitzar a la posició de línia:

- Instal·lar 2 bobines de bloqueig, amb bandes de bloqueig 160-500 kHz, i impedància mínima de 600 ohms.

- Instal·lar 2 caixes d'acoblament a les fases, amb les seves corresponents bobines de drenatge i seccionadors de p.a.t.

- Instal·lar 1 transformador diferencial a la fase central.

- Estendre coaxial de la mateixa longitud entre les caixes d'acoblament i el transformador diferencial. Estendre coaxial entre el trafo diferencial i el corresponent equip d'ona portadora.

A la Sala de Control s'instal·laran els armaris de comunicacions per allotjar els equips d'ona portadora i teleproteccions, de la línia.

Xarxa de fibra òptica multimode.

Es disposarà una xarxa de doble bucle tancat, amb cables de 16 fibres òptiques multimode, amb protecció antirrosegadors, entre els armaris de cel·la i el repartidor de la sala de comunicacions, a la Sala de Control. Per a la comunicació de F.O. a l'interior de la sala, s'instal·laran armaris de comunicacions, amb repartidors de F.O.

6.12.2 Xarxa de fibra òptica monomode

Al pòrtic de la línia, arribaran els cables de f.o. monomode OPGW provinents de la Subestació de Seccionament.

En aquest pòrtics s'instal·larà les corresponents caixes d'entroncament per permetre la transició del cable OPGW a cable dielèctric monomode. Des d'aquestes caixes s'estendran cables dielèctrics fins a l'armari repartidor tipus rack de fibra òptica, on s'instal·laran els corresponents repartidors, a la sala de comunicacions de la sala de control.

6.12.3 Xarxa de Telefonia

Per als serveis de telefonia i dades a la Sala de Control s'instal·larà cablejat estructurat mitjançant cables de categoria 5 o superior.

6.13 Instal·lació d'Enllumenat i Força

6.13.1 Enllumenat

Posicions

L'enllumenat normal de la Subestació de Seccionament es realitzarà amb projectors orientables equipats amb làmpades de vapor de sodi alta pressió, muntats a menys de 3 m d'alçada. Tindran una potència de 400 W i seran de feix semi extensiu, perquè amb l'apuntament adequat es puguin obtenir 50 lux en qualsevol zona del parc d'intempèrie.

Vials

Enllumenat amb lluminàries equipades amb làmpada de VSAP de 70 W, muntats sobre bàculs de 3 m d'alçada, per a un nivell d'il·luminació de 5 lux.

Es disposarà, així mateix, d'enllumenat d'emergència constituït per grups autònoms col·locats en les columnes d'enllumenat, en el cas de vials perimetrals i sobre la mateixa estructura que l'enllumenat normal o preses de corrent al parc d'intempèrie. El sistema d'emergència serà telecomandat des de la Sala de Control i els equips tindran una autonomia d'una hora.

Sala de control

A l'interior de la Sala de Control, l'enllumenat normal es realitzarà amb làmpades fluorescents, leds o projectors.

Els enllumenats d'emergència d'edifici i parc de 110 kV, es realitzaran amb equips fluorescents autònoms situats a les zones de trànsit i en les sortides. La seva encesa serà automàtica en cas de fallada de l'enllumenat normal, si així estigués seleccionat, amb autonomia d'una hora (1 h).

Els nivells d'il·luminació en les diferents àrees seran de 500 lux a les Sales de Control.

Es disposarà de fotocèl·lula per l'encesa de l'enllumenat exterior.

6.13.2 Força

S'instal·laran preses de força combinades de 3P + T (32 A) i 2P + T (16 A) en quadres d'intempèrie ancorats a pilars propers als vials, de manera que cobreixin el parc considerant cada conjunt amb un radi de cobertura de 25 m.

6.14 Seguretat, contra incendis i antiintruisme

S'instal·laran centraletes antiincendis i antiintruisme per a la Subestació de Seccionament.

El sistema antiintruisme estarà compost per contactes magnètics, detectors volumètrics de doble tecnologia i sirena exterior.

El sistema contra incendis estarà compost per detectors analògics òptics, termovelocimètrics al magatzem i campana exterior. També es disposaran els corresponents extintors a l'edifici tant de CO₂ com de pols al hall, així com carros extintors de 50 kg de pols per al parc.

6.14.1 Tancament

Es realitzarà un tancament exterior de la subestació de seccionament, amb tanca metàl·lica d'acer galvanitzat reforçat de dos (2) metres d'altura, rematat amb filat de tres files, amb pals metàl·lics, embeguts sobre un muret corregut de formigó de 0,5 m d'alçada .

7 PLANIFICACIÓ INSTAL·LACIONS

Tot seguit es pot observar la planificació per a cada instal·lació:

- Subestació de Transformació
- Línia aèria Alta Tensió
- Subestació de Seccionament

Les instal·lacions esmentades es construiran per separat, amb equips diferents treballant en paral·lel.

Per tant, el temps de construcció serà de 9 mesos, que és el termini de la subestació de seccionament. A la Taula 19 es pot observar els mesos previstos per cada instal·lació.

Taula 19. Planificació en mesos per a cada instal·lació

Instal·lació	Planificació (mesos)
Subestació Transformació	8
Línia Aèria Alta Tensió	5
Subestació de Seccionament	9
Total	9

La planificació detallada per a cada instal·lació es pot observar en els següents apartats.

Els nombres entre parèntesis corresponen al dia de començament i al dia de finalització, de l'activitat planificada.

7.1 Planificació subestació de transformació

S'estima un termini de 8 mesos per desenvolupar aquest projecte i posar en servei la subestació de transformació.

1. Condicionament del camí existent per a accedir a la Subestació (1-7).
2. Excavació de la superfície de la Subestació (8- 29).
3. Explanació superfície Subestació (30- 37).
4. Compactació superfície Subestació (38- 45).
5. Replantejament fonaments pòrtic d'entrada (46-46).
6. Replantejament fonaments i cubeta transformador de potència (46- 46).
7. Replantejament fonaments transformadors de tensió (46- 46).
8. Replantejament fonaments parallamps (46- 46).

9. Replantejament fonaments interruptor híbrid (46- 46).
10. Replantejament fonaments tancament perimetral (47- 47).
11. Excavació dels fonaments del pòrtic d'entrada (48- 48).
12. Excavació dels fonaments interruptor híbrid (48- 48).
13. Excavació fonaments i cubeta transformador de potència (48- 48).
14. Excavació fonaments parallamps (49- 49).
15. Excavació fonaments transformadors de tensió (49- 49).
16. Excavació fonaments edifici de control (49- 49).
17. Excavació fonaments tancament perimetral (50- 50).
18. Replantejament topogràfic i comprovació de nivells i cotes (51- 52).
19. Formigonat de neteja dels fonaments del pòrtic d'entrada (53- 54).
20. Formigonat de neteja dels fonaments de l'interruptor híbrid (53- 54).
21. Formigonat de neteja dels fonaments dels parallamps (53- 54).
22. Formigonat de neteja dels fonaments dels transformadors de tensió (53- 54).
23. Formigonat de neteja dels fonaments i coberta transformador de potència (53- 54).
24. Formigonat de neteja dels fonaments edifici de control (53- 54).
25. Formigonat de neteja dels fonaments tancament perimetral (55- 55).
26. Comprovació de nivells i cotes (56- 56).
27. Formigonat dels fonaments del pòrtic d'entrada (62- 63).
28. Formigonat dels fonaments interruptor híbrid (62- 63).
29. Formigonat dels fonaments parallamps (62- 63).
30. Formigonat dels fonaments dels transformadors de tensió (64- 65).
31. Formigonat dels fonaments i cubeta transformador de potència (66- 66).
32. Formigonat dels fonaments de l'edifici de control (67- 67).
33. Formigonat dels fonaments de tancament perimetral (67- 67).
34. Muntatge tancament perimetral (89- 92).
35. Muntatge estructural pòrtic d'entrada de la Subestació (89-119).
36. Muntatge electromecànic interruptor aïllat (120- 126).
37. Muntatge electromecànic transformador de potència (127-134).
38. Muntatge electromecànic parallamps (134- 141).
39. Muntatge electromecànic transformadors de tensió (141- 148).
40. Muntatge edifici de control (149- 179).
41. Execució instal·lació de drenatge d'aigües de pluja de la subestació.(160- 171).
42. Muntatge electromecànic cadenes aïlladors (149- 151).
43. Estesa de conductors (152- 154).
44. Cablejat de control interruptor híbrid (155- 185).

45. Cablejat control parallamps i transformadors de tensió (155- 185).
46. Cablejat edifici de control (155- 185).
47. Comprovacions prèvies a la posada en servei (185- 215).
48. Posada en servei (216- 240).

7.2 Planificació línia aèria Alta Tensió

S'estima un termini d'uns 5 mesos per desenvolupar aquest projecte i posar en servei la línia aèria d'Alta Tensió.

7.2.1 Planificació torre 1

1. Desbrossat del terreny torre 1 (1- 4).
2. Excavació fonament torre 1, 110 kV (5- 6).
3. Formigonat de neteja fonament torre 1, 110 kV (7- 7).
4. Formigonat fonament torre 1, 110 kV (15- 15).
5. Muntatge torre 1, 110 kV (36- 52).
6. Hissat torre 1, 110 kV (53- 53).
7. Estesa conductor tram Pòrtic Subestació Transformació – Torre 1 (54- 55).

7.2.2 Planificació torre 2

8. Desbrossat del terreny torre 2 (1- 4).
9. Excavació fonament torre 2, 110 kV (5- 6).
10. Formigó de neteja fonament torre 2 (7- 7).
11. Formigonat fonament torre 2, 110 kV (15- 15).
12. Muntatge torre 2 (54- 69).
13. Hissat torre 2 (70- 70).
14. Estesa conductor tram Torre 1 – Torre 2 (71- 82).

7.2.3 Planificació torre 3

15. Desbrossat del terreny torre 3 (83-86).
16. Excavació fonament torre 3, 110 kV (87- 88).
17. Formigó de neteja fonament torre 3 (89- 89).
18. Formigonat fonament torre 3, 110 kV (90- 90).
19. Muntatge torre 3 (95- 110).
20. Hissat torre 3 (111- 111).
21. Estesa conductor tram Torre 2 – Torre 3 (112- 123).

7.2.4 Planificació torre 4

22. Desbrossat del terreny torre 4 (83- 86).
23. Excavació fonament torre 4, 110 kV (87- 88).
24. Formigó de neteja fonament torre 4 (89- 89).
25. Formigonat fonament torre 4, 110 kV (90- 90).
26. Muntatge torre 4 (124- 139).
27. Hissat torre 4 (140- 140).
28. Estesa conductor tram Torre 3 – Torre 4 (141- 152).

7.3 Planificació Subestació Seccionament

S'estima un termini de 9 mesos per desenvolupar aquest projecte i posar en servei la subestació de seccionament.

1. Condicionament del camí existent per accedir a la Subestació (1- 21).
2. Excavació de la superfície de la Subestació (22- 43).
3. Explanació superfície Subestació (43- 50).
4. Compactació superfície Subestació (50- 57).
5. Compactació camí interior de la subestació (21- 35).
6. Replanteig fonaments pòrtic d'entrada (57-64).
7. Replanteig fonaments pòrtic de sortida (57-64).
8. Replanteig fonaments enfangat rígid (57- 64).
9. Replanteig fonaments interruptors híbrids (57- 64).
10. Replanteig fonaments tancament perimetral (64- 67).
11. Excavació dels fonaments del pòrtic d'entrada (57- 70).
12. Excavació dels fonaments del pòrtic de sortida (57- 70).
13. Excavació dels fonaments enfangat rígid (57-70).
14. Excavació dels fonaments interruptors híbrids (57- 70).
15. Excavació fonaments edifici de control (57-70).
16. Excavació fonaments tancament perimetral (57- 70).
17. Replanteig topogràfic i comprovació de nivells i cotes (68- 71).
18. Formigonat de neteja dels fonaments del pòrtic d'entrada (72- 74).
19. Formigonat de neteja dels fonaments del pòrtic de sortida (72- 74).
20. Formigonat de neteja dels fonaments enfangat rígid (72- 74).
21. Formigonat de neteja dels fonaments interruptors híbrids (72- 74).
22. Formigonat de neteja dels fonaments dels parallamps (72- 74).

23. Formigonat neteja fonaments edifici de control (75- 76).
24. Formigonat neteja fonaments tancament perimetral (75-76).
25. Comprovació de nivells i cotes (77- 83).
26. Formigonat dels fonaments del pòrtic d'entrada (84- 86).
27. Formigonat dels fonaments del pòrtic de sortida (86- 88).
28. Formigonat dels fonaments enfangat rígid (89- 90).
29. Formigonat dels fonaments interruptors híbrids (91- 93).
30. Formigonat fonaments parallamps (91- 93).
31. Formigonat fonaments edifici de control (94- 95).
32. Formigonat fonaments tancament perimetral (95-97).
33. Muntatge tancament perimetral (118- 149).
34. Muntatge estructural pòrtics d'entrada i sortida de la Subestació (118-149).
35. Muntatge estructural enfangat rígid (150- 157).
36. Muntatge electromecànic interruptors aïllats (158- 172).
37. Muntatge electromecànic parallamps (172- 174).
38. Muntatge edifici de control (118- 149).
39. Execució instal·lació de drenatge d'aigües de pluja de la subestació. (118- 139).
40. Instal·lació dipòsit recollida aigües de pluja de la subestació (139- 160).
41. Muntatge electromecànic enfangat rígid (158-165).
42. Muntatge electromecànic cadenes aïlladors (167- 169).
43. Estesa conductors (170- 177).
44. Cablejat de control interruptors híbrids (172- 202).
45. Cablejat edifici de control (150- 180).
46. Comprovacions prèvies a la posada en servei (180- 210).
47. Posada en servei (210- 240).
48. Estesa conductor tram Torre 4 – Pòrtic Subestació Seccionament (241- 252).
49. Assaig de posada en servei de la línia aèria d'alta Tensió (253-270)

8 RESUM DEL PRESSUPOST

En el DOCUMENT 7, s'indica el Pressupost detallat de les instal·lacions objecte d'aquest projecte que puja a: 2.627.353,99 € (**DOS MILIONS SIS-CENTS VINT-I-SET MIL TRES-CENTS CINQUANTA-TRES EUROS, AMB NORANTA NOU CÈNTIMS, IVA A PART**).

9 CONCLUSIONS

En els apartats d'aquesta memòria s'ha exposat la finalitat i justificació del projecte: Evacuació de l'energia generada per un parc eòlic mitjançant una subestació i línia aèria d'Alta Tensió de 110 k, situat en el terme municipal de Cabanes i Pont de Molins, província de Girona.

En els annexos i plànols que s'acompanyen es justifiquen i detallen els fonaments tècnics que han servit de base per a la confecció d'aquest projecte, els quals compleixen amb el que estableix el vigent Reglament de Línies Elèctriques d'Alta Tensió Reial decret 337/2014, de 9 de maig, pel qual s'aproven el Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en instal·lacions elèctriques d'alta tensió i les seves instruccions tècniques complementàries ITC-RAT 01 a 23.

Amb les dades exposades en la present memòria, en unió amb els documents que s'acompanyen, s'ha donat una idea clara de l'obra a realitzar, perquè aquest projecte serveixi de base per a la tramitació de l'expedient d'autorització i per a la seva construcció.

A partir d'una ubicació definida per posar els aerogeneradors a l'Alt Empordà, s'obtenen unes mesures de vent amb un equip de detecció sònica (SODAR).

En aquest projecte s'ha realitzat un projecte constructiu d'una subestació de transformació de 25/110 kV, una línia aèria d'alta tensió de 110 kV i una subestació de seccionament de 110 kV. Aquestes instal·lacions estan destinades a l'evacuació d'energia d'origen renovable per parts dels aerogeneradors d'un parc eòlic.

Per cada instal·lació s'han realitzat els càlculs corresponents i així com una valoració econòmica.

Parc eòlic

Pel que fa al parc eòlic, s'ha determinat el model dels aerogeneradors a partir de la classe del vent a l'emplaçament. Amb la distribució de Weibull, s'ha trobat una velocitat mitjana anual de 9 m/s. No obstant, amb les dades anuals la velocitat mitjana és de 7,83 m/s.

És a dir, segons l'IEC (International Electrotechnical Commission), el vent en qüestió seria un vent alt segons la distribució de Weibull i un vent mitjà segons les dades anuals.

Per tant, s'ha escollit un model d'aerogenerador que estigués dissenyat per aguantar un vent mitjà-alt.

El nombre d'aerogeneradors s'ha determinat per tal de no sobrepassar la potència que marca el règim especial, és a dir, que no sobrepassés els 50 MW. El parc eòlic consisteix en un total de 9 aerogeneradors del model SG 3.4-132 de la marca SIEMENS GAMESA.

Veient que les freqüències que s'obtenien a partir de la Distribució de Weibull no eren reals, s'ha utilitzat la freqüència de vent de cada rang obtinguda directament de les dades de la velocitat de vent durant un any, i, amb aquestes dades, s'ha calculat l'energia que evacuarà el parc eòlic durant un any així com les d'hores equivalents.

Subestació de transformació 25/110 kV

La subestació de transformació es constitueix d'un parc de 25 kV i d'un parc de 110 kV.

El parc de 110 kV tindrà un posició de transformació i una posició de línia/evacuació.

Les cel·les del parc de 25 kV s'instal·laran en una sala independent de l'edifici.

S'ha determinat les distàncies mínimes necessàries per efectes de vent, curtcircuit i sisme segons el que especifica la MIE-RAT-12 i les Normes CEI.71-1 i 71-2.

S'ha realitzat el càlcul de la xarxa de terres inferiors per tal de no sobrepassar valors màxims de tensions de pas i contacte que estableix la MIE-RAT 13, així com la norma IEEE-80-2000: "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding".

A més, s'ha calculat la xarxa de terres superiors i si l'edifici de control necessita la instal·lació d'un parallamps.

S'ha avaluat l'estudi acústic de la subestació d'acord amb l'apartat 3.16 de la ITC-RAT-15 (R.D 337/2014) i el RD 1367/2007.

Línia Aèria 110 kV

S'ha realitzat els càlculs elèctrics de la línia aèria d'alta tensió així com el càlcul mecànic dels suports. Es tracta d'una línia aèria de simple circuit.

En els càlculs elèctrics s'ha inclòs la intensitat màxima, la caiguda de tensió i la potència, per tal de veure si el conductor aeri escollit (242-AL1/39- ST1A) complia la normativa i per tant era adequat per la instal·lació que es proposa.

Els càlculs mecànics dels suports s'han realitzat segons el R.D 223/2008. A partir de les equacions de la catenària com el mètode utilitzat pel càlcul mecànic, s'han trobat les forces i les fletxes per a cada tram sota unes determinades condicions de temperatura i vent.

A més, s'han calculat els esforços dels suports segons la hipòtesi de vent, de desequilibri de traccions i la hipòtesi de trencament de conductors.

S'han calculat les distàncies mínimes que indica el RD 223/2008 per tal que no hi hagués problemes amb el compliment de les distàncies a l'hora d'ubicar la instal·lació.

El suport que s'ha escollit per la línia aèria és el model Amberes AM-18,132 kV, 27,5 TC62 de la marca FUNTAM. L'altura de 27,5 metres s'ha escollit en funció de la fletxa més desfavorable i per tal de no sobrepassar la distància mínima entre els conductors i el terreny.

La fonamentació dels suports és tetrabloc i de tipus prismàtica. L'amplada, la llargada i el volum s'han escollit en funció del catàleg del fabricant dels suports.

El tram de la línia aèria de 110 kV té una longitud de 1,016 km. En el total del tram hi ha quatre suports, el pòrtic de la subestació de transformació i el pòrtic de la subestació de seccionament. La longitud màxima entre cada suport és de 326 metres. Entre el pòrtic i el suport hi ha una distància de 20 metres.

S'ha calculat el camp electromagnètic per la línia aèria.

Subestació de Seccionament 110 kV

A partir d'unes hipòtesis de disseny, s'ha realitzat el càlcul mecànic de l'embarrat principal, així com el corrent de curtcircuit, les reaccions sobre els aïlladors, les fletxes en el tub, entre d'altres. A més, s'han determinat les distàncies mínimes en embarrats estesos.

S'han pogut utilitzar els mateixos càlculs que s'han esmentat anteriorment per la subestació de transformació, ja que és el mateix voltatge.

S'ha realitzat el càlcul de la xarxa de terres inferiors per tal de no sobrepassar valors màxims de tensions de pas i contacte que estableix la MIE-RAT 13, així com la norma IEEE-80-2000: "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding".

A més, s'ha calculat la xarxa de terres superiors i si l'edifici de control necessita la instal·lació d'un parallamps.

S'ha calculat el camp electromagnètic al punt més desfavorable de la caseta de control.

Els nivells de referència de camps elèctrics i electromagnètics són els que indiquen el R.D 1066/2001.

10 RELACIÓ DOCUMENTS

Els documents que formen el projecte tècnic són els següents:

- Document nº 1: Memòria
- Document nº 2: Annexos
- Document nº 3: Plànols
 1. Situació
 2. Emplaçament
 3. Emplaçament instal·lacions
 4. Planta general subestació transformació
 5. Perfil subestació transformació
 6. Xarxa terres subestació transformació
 7. Edifici de control subestació transformació
 8. Esquema unifilar simplificat subestació transformació
 9. Perfil suports línia aèria 110 kV - 1
 10. Perfil suports línia aèria 110 kV - 2
 11. Tipus de suports i cadenes d'amarratge
 12. Planta general subestació seccionament
 13. Perfil subestació seccionament
 14. Xarxa de terres subestació seccionament
 15. Esquema unifilar simplificat subestació seccionament
- Document nº 4: Plec de condicions
- Document nº 5: Estudi de seguretat i salut
- Document nº 6: Estat d'amidaments
- Document nº 7: Pressupost

11 BIBLIOGRAFIA

- TORA, J. L., GALVÁN, Transporte de la energía eléctrica, Editorial Univ Pontificia de comillas, 1997.
- ÁLVAREZ, W.F., CASTAÑEDA, Aplicación de la ecuación de Weibull para terminar potencial eólico en Tunja-Colombia, 15 de noviembre de 2013.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Líneas Eléctricas en Alta Tensión.
- Criterios de diseño de líneas aéreas de Alta tensión. Grupo Endesa.
- Condiciones Técnicas y de Seguridad de las Instalaciones de Fecsa Endesa. Norma técnica particular Generalidades (NTP-GEN).
- Condiciones Técnicas y de Seguridad de las Instalaciones de Fecsa Endesa. Norma técnica particular (NTP-LAMT).
- UNESA, Asociación Española de la Industria Eléctrica.
- R.L.A.T.: Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.
- Instrucción técnica complementaria MIE-RAT 13: Instalación de puesta a tierra.
- MASSAGUER, G., FRIGOLE. Seminari de practiques, 4. Línies Elèctriques. Tecnologia Elèctrica. UdG. Girona. Curs 2019-2020.
- MASSAGUER, G., FRIGOLE. Seminari de practiques, 7. Proteccions de línies. Tecnologia Elèctrica. UdG. Girona. Curs 2019-2020.
- MASSAGUER, G., FRIGOLE. Seminari de practiques, 8. Subestacions. Tecnologia Elèctrica. UdG. Girona. Curs 2019-2020.
- COMAS, J. BARON. Càlcul mecànic LAAT. Infraestructures i serveis urbans. UdG. Girona. Curs 2019-2020.
- Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (www.icc.cat/vissir3, 10 d'abril de 2020).
- Normes Tècniques Particulars de ENDESA a Catalunya
(https://www.edistribucion.com/content/dam/edistribucion/conoce_edc/Catalunya.pdf, 11 d'abril de 2020).
- Ministeri d'Indústria, Energia i Turisme. Guia Tècnica d'aplicació de les línies aèries amb conductors nus (http://www.f2i2.net/documentos/lsi/LAT/Guia_ITC-LAT_07_oct13.pdf, 24 d'abril de 2020).
- Fabricant dels suports metàl·lics (<https://www.funtam.es/productos/>, 23 de maig de 2020).