

AUTORIZZAZIONE UNICA EX D. LGS. N. 387/2003



Progetto Definitivo

Parco Eolico Melfi

Titolo elaborato:

Relazione tecnica descrittiva delle opere elettriche

EP	TL	GD	EMISSIONE	15/04/24	0	0
REDATTO	CONTR.	APPROV.	DESCRIZIONE REVISIONE DOCUMENTO	DATA	REV	

PROPONENTE



LIBECCIO PRIME SRL

Via A. De Gasperi n. 8
74023 Grottaglie (TA)

CONSULENZA



GECODOR SRL

Via A. De Gasperi n. 8
74023 Grottaglie (TA)

PROGETTISTA

Ing. Gaetano D'Oronzio

Codice
MLOE063

Formato A4

Scala

Foglio 1 di 34

Sommarario

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO	4
3. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO	5
4. AEROGENERATORE DI PROGETTO	7
4.1 Descrizione generale dell'aerogeneratore.....	7
4.2 Quadri elettrici in Media Tensione a 33 kV degli aerogeneratori.....	10
5. SISTEMA DI DISTRIBUZIONE A 33 KV	11
5.1. Circuiti elettrici.....	11
5.2. Posa e dati tecnici del cavo di collegamento utilizzato, fibra ottica e sistema di terra	15
5.3. Coesistenza tra i cavi elettrici di energia interrati e collegamenti interrati di altra natura.....	20
5.3.1. Coesistenza tra cavi di energia interrati e cavi di telecomunicazioni	20
5.3.2. Coesistenza tra cavi di energia interrati e tubazioni metalliche	20
5.3.3. Incroci di cavi	21
5.4. Dimensionamento delle linee elettriche a 33 kV	21
6. STAZIONE ELETTRICA UTENTE	22
6.1 Descrizione Stazione Elettrica Utente	26
6.2 Sistemi di misura	28
6.3 Sistema di automazione	28
6.4 Sistema di protezione	28
6.5 Servizi ausiliari.....	28
6.6 Rete di terra.....	29
6.7 Edificio di comando e controllo	29
6.8 Opere civili	30
7. ANALISI DEL RISCHIO ELETTRICIZZAZIONE	31
8. COLLEGAMENTO ELETTRICO A 150 KV	32

1. PREMESSA

La **Libeccio Prime s.r.l.** è una società costituita per realizzare un impianto eolico in Basilicata, denominato “**Parco Eolico Melfi**”, nel territorio del Comune di Melfi (PZ), di potenza totale pari a 42 MW e punto di connessione in corrispondenza del futuro ampliamento della Stazione Elettrica a 380/150 kV della RTN denominata “Melfi”.

A tale scopo, la GE.CO.D'OR s.r.l., società italiana impegnata nello sviluppo di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili con particolare focus nel settore dell'eolico e proprietaria della suddetta Libeccio Prime s.r.l., si è occupata della progettazione definitiva per la richiesta di Autorizzazione Unica (AU) alla costruzione e l'esercizio del suddetto impianto eolico e della relativa Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA).



Figura 1.1: Localizzazione Parco Eolico Melfi

Nella presente trattazione sono descritte le opere elettriche inerenti al parco eolico in questione.

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Nel seguito sono riportate le norme tecniche di riferimento del progetto in questione:

- ✓ Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 – “Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità”.
- ✓ D.P.R. 18 marzo 1965, n. 342 – “Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643 e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica”.
- ✓ Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28 – “Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE”.
- ✓ Decreto Legislativo 31 marzo 1998, n. 112 – “Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59”.
- ✓ Legge 28 giugno 1986, n. 339 – “Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne”.
- ✓ DM 29/05/2008 – “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”.
- ✓ Legge 22 febbraio 2001, n. 36 – “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetiche”.
- ✓ Norma CEI 20-24: Giunzioni e terminazioni per cavi di energia.
- ✓ Norma CEI 20-13: Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 33 kV
- ✓ Norma CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- ✓ Norma CEI 20-56: Cavi da distribuzione con isolamento estruso per tensioni nominali da 3,6/6 (7,2) kV a 20,8/36 (42) kV inclusi.
- ✓ Norma CEI EN 50522 (CEI 99-3) – “Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.”.
- ✓ Norma CEI EN 61936-1 (CEI 99-2): Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a - Parte 1: Prescrizioni comuni.
- ✓ Norma CEI 11-4: Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne.
- ✓ Norma CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo.

- ✓ Norma CEI 11-3; V1: Impianti di produzione eolica.
- ✓ Norma CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria.
- ✓ Norma CEI 11-35: Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente.
- ✓ Norma CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- ✓ Norma CEI 11-25: Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifasi a c.a., (IIa Ediz., Fasc. 6317, 2001-12).
- ✓ Norma CEI 17-1: Apparecchiature ad alta tensione – Interruttori a corrente alternata ad alta tensione.
- ✓ Norma CEI 211-6/2001 – “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo”.
- ✓ Norma CEI 211-4/1996 – “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”.

3. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO

L'impianto eolico presenta una potenza totale pari a 42 MW ed è costituito da 7 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 6 MW, altezza della torre pari a 135 m e rotore pari a 170 m.

Gli aerogeneratori sono collegati tra loro mediante cavi interrati a Media Tensione a 33 kV che convogliano l'elettricità presso una Stazione Elettrica Utente (SEU) di trasformazione 150/33 kV, contenuta in una Stazione Elettrica Condivisa (SEC) con altri produttori, la quale è collegata al futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) 380/150 kV della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) Terna di Melfi mediante una terna di cavi interrati in Alta Tensione a 150 kV.

L'impianto ricade integralmente nel territorio del comune di Melfi (PZ), come si evince dalle figure seguenti.

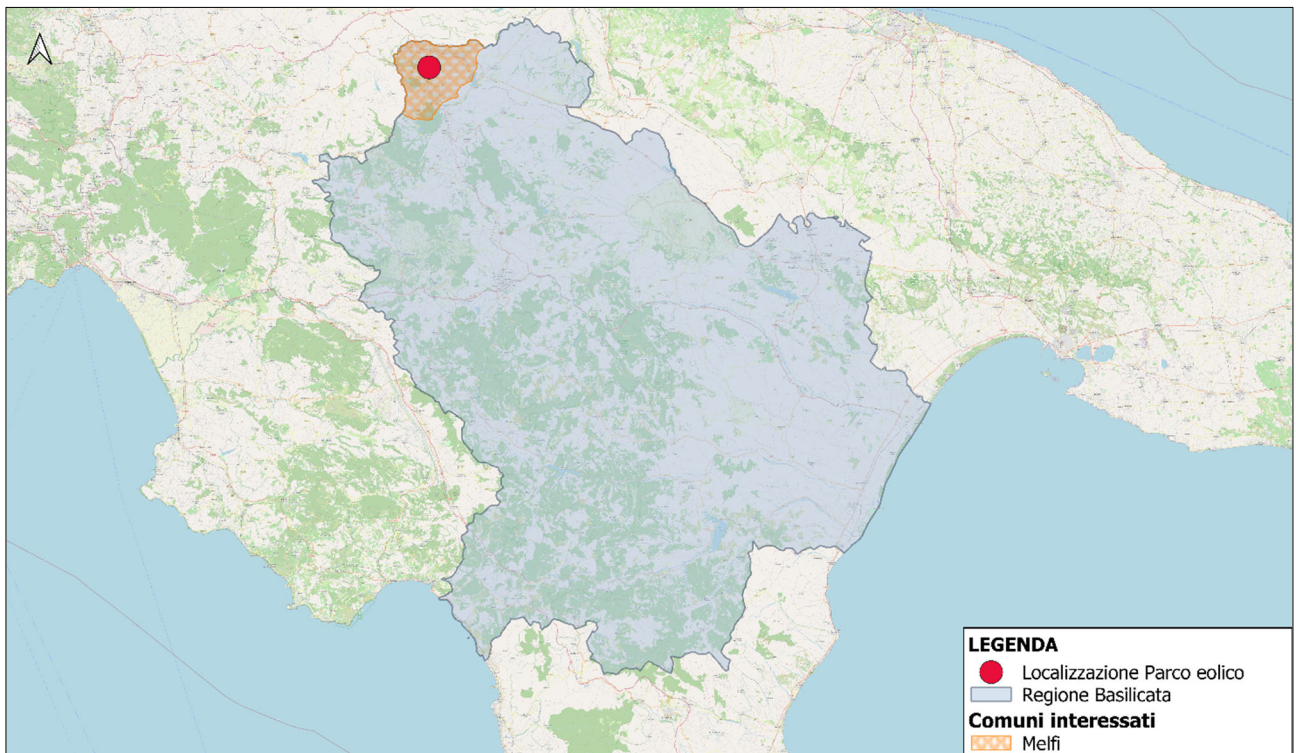


Figura 3.1: Inquadramento territoriale - Limiti amministrativi comuni interessati

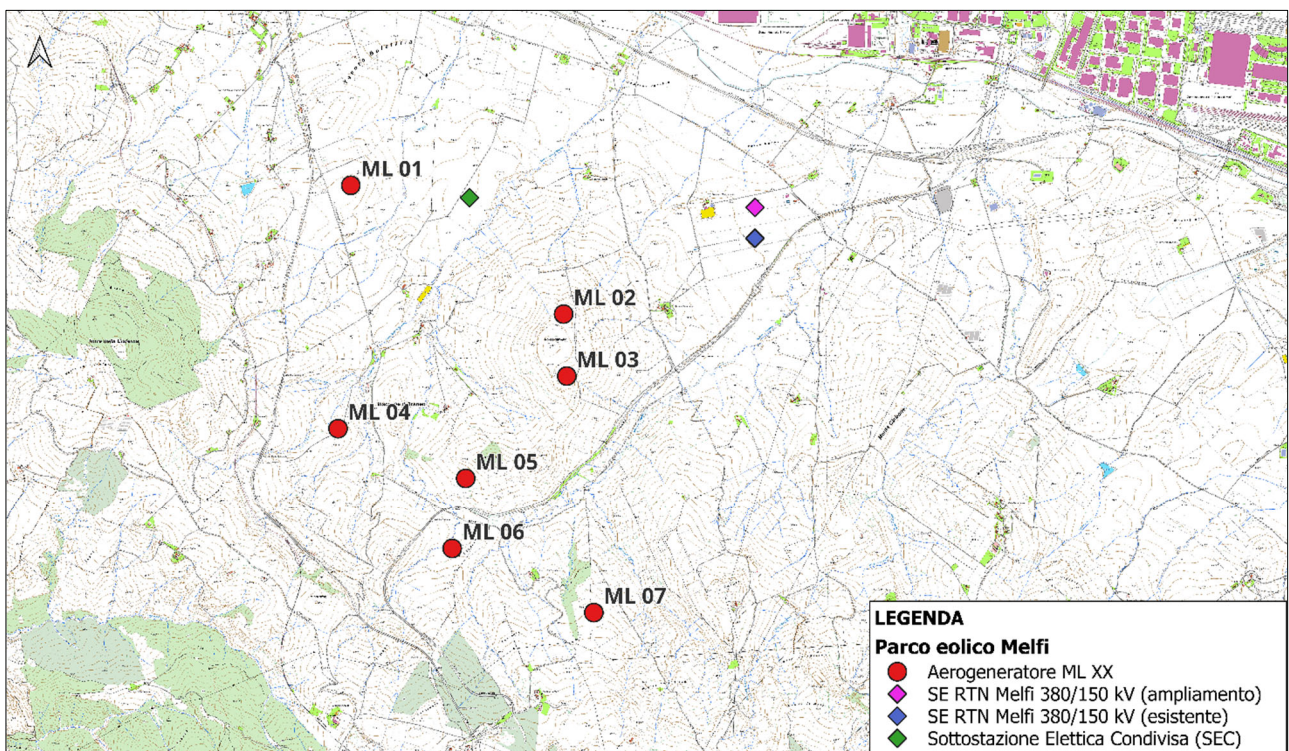


Figura 3.2: Layout d'impianto su CTR

L'ambito territoriale considerato si trova nel Comune di Melfi (PZ), nella zona nord-orientale della Regione Basilicata, al confine con la Regione Puglia, ed è localizzato a circa 2 km dall'area industriale di San Nicola di Melfi.

Le turbine eoliche sono collegate mediante un sistema di linee elettriche interrato di Media Tensione a 33 kV allocate in corrispondenza del sistema di viabilità interna, necessario alla costruzione e alla gestione futura dell'impianto, e realizzato adeguando il sistema viario esistente, ove opportuno, e realizzando nuovi tratti di raccordo per consentire il transito dei mezzi eccezionali.

La SEU 150/33 kV, contenuta in una SEC con altri produttori, è posizionata a nord rispetto agli aerogeneratori ed è a sua volta collegata mediante una linea interrata a 150 kV al futuro ampliamento della SE 380/150 kV della RTN di Melfi.

La Soluzione Tecnica Minima Generale elaborata da Terna (CP 202201077) prevede che l'impianto eolico in progetto venga collegato in antenna a 150 kV sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica a 380/150 kV della RTN denominata "Melfi".

4. AEROGENERATORE DI PROGETTO

4.1 Descrizione generale dell'aerogeneratore

Il progetto prevede l'installazione dell'aerogeneratore di modello Siemens Gamesa SG170, di potenza nominale pari a 6,0 MW, altezza torre all'hub pari a 135 m e diametro rotorico pari a 170 m.

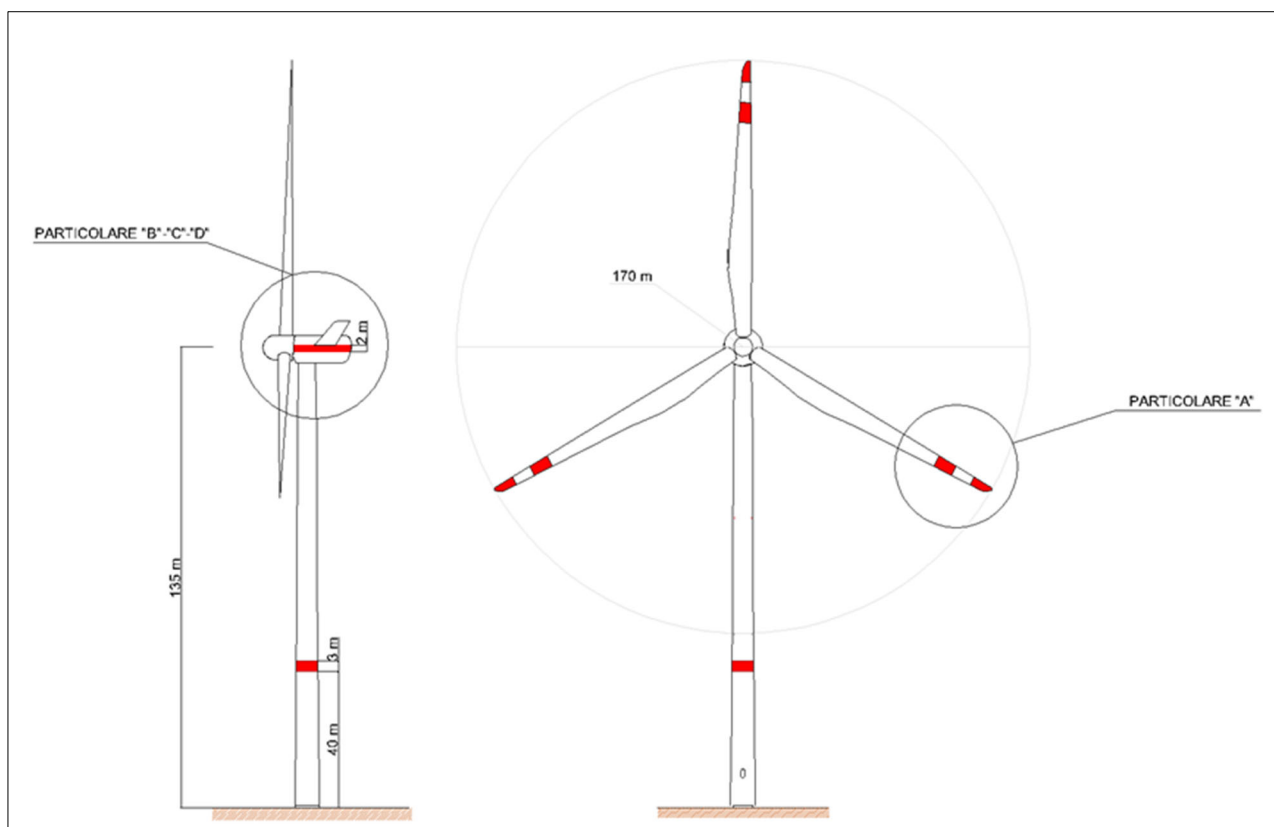


Figura 4.1.1: Profilo aerogeneratore SG170 di potenza 6,0 MW, HH = 135 m e D = 170 m

Rotor		Grid Terminals (LV)	
Type	3-bladed, horizontal axis	Baseline nominal power	6.0MW/6.2 MW
Position	Upwind	Voltage	690 V
Diameter	170 m	Frequency	50 Hz or 60 Hz
Swept area	22,698 m ²	Yaw System	
Power regulation	Pitch & torque regulation with variable speed	Type	Active
Rotor tilt	6 degrees	Yaw bearing	Externally geared
Blade		Yaw drive	Electric gear motors
Type	Self-supporting	Yaw brake	Active friction brake
Single piece blade length	83,3 m	Controller	
Segmented blade length:		Type	Siemens Integrated Control System (SICS)
Inboard module	68,33 m	SCADA system	Consolidated SCADA (CSSS)
Outboard module	15,04 m	Tower	
Max chord	4.5 m	Type	Tubular steel / Hybrid
Aerodynamic profile	Siemens Gamesa proprietary airfoils	Hub height	100m to 165 m and site-specific
Material	G (Glassfiber) – CRP (Carbon Reinforced Plastic)	Corrosion protection	
	Semi-gloss, < 30 / ISO2813	Surface gloss	Painted
Surface gloss	Light grey, RAL 7035 or	Color	Semi-gloss, <30 / ISO-2813 Light grey, RAL 7035 or White, RAL 9018
Surface color	White, RAL 9018	Operational Data	
Aerodynamic Brake		Cut-in wind speed	3 m/s
Type	Full span pitching	Rated wind speed	11.0 m/s (steady wind without turbulence, as defined by IEC61400-1)
Activation	Active, hydraulic	Cut-out wind speed	25 m/s
Load-Supporting Parts		Restart wind speed	22 m/s
Hub	Nodular cast iron	Weight	
Main shaft	Nodular cast iron	Modular approach	Different modules depending on restriction
Nacelle bed frame	Nodular cast iron	Mechanical Brake	
Mechanical Brake		Type	Hydraulic disc brake
Type	Hydraulic disc brake	Position	Gearbox rear end
Position	Gearbox rear end	Nacelle Cover	
Nacelle Cover		Type	Totally enclosed
Type	Totally enclosed	Surface gloss	Semi-gloss, <30 / ISO2813
Surface gloss	Semi-gloss, <30 / ISO2813	Color	Light Grey, RAL 7035 or White, RAL 9018
Color	Light Grey, RAL 7035 or White, RAL 9018	Generator	
Generator		Type	Asynchronous, DFIG
Type	Asynchronous, DFIG		

Figura 4.1.1: Specifiche tecniche aerogeneratore di progetto

Ognuno degli aerogeneratori include un sistema che esegue il controllo della potenza ruotando le pale intorno al proprio asse principale e il controllo dell'orientamento della navicella (controllo dell'imbardata), che permette l'allineamento della macchina rispetto alla direzione del vento.

Il rotore, posto sopravvento al sostegno, è realizzato in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro ed è caratterizzato da un funzionamento a passo variabile.

Le caratteristiche dell'aerogeneratore sopra descritto sono quelle ritenute idonee in base a quanto disponibile oggi sul mercato; in futuro potrà essere possibile cambiare il modello dell'aerogeneratore senza modificare in maniera sostanziale l'impatto ambientale e i limiti di sicurezza previsti.

Inoltre, ognuna delle turbine è dotata di un completo sistema antifulmine, in grado di proteggere da danni diretti ed indiretti sia la struttura (interna ed esterna) che le persone, grazie ad un sistema di conduttori integrati nelle pale del rotore, disposti ogni 5 metri per tutta la lunghezza della pala.

In questa maniera la corrente del fulmine è scaricata a terra attraverso un sistema di conduttori a bassa impedenza.

I dispositivi antifulmine previsti sono conformi agli standard della più elevata classe di protezione (Classe I), secondo lo Standard Internazionale IEC 61024-1.

Ogni aerogeneratore è dotato altresì di un sistema antincendio grazie al quale rilevatori di Ossido di Carbonio e fumo, nel caso di incendio dei componenti meccanici, attivano un sistema di spegnimento ad acqua atomizzata ad alta pressione e, nel caso di incendi dei componenti elettrici (cabine elettriche e trasformatore), attivano un sistema di spegnimento a gas inerte (azoto).

Inoltre, le navicelle sono rivestite con materiali autoestinguenti.

Le moderne turbine eoliche sono dotate di un sistema di controllo del passo di rotazione delle pale intorno al loro asse principale.

A velocità del vento dell'ordine di $3 \div 5$ m/s la turbina si attiva, a $10 \div 14$ m/s raggiunge la sua potenza nominale, a velocità del vento superiori il sistema di controllo assicura la limitazione della potenza della macchina e previene sovraccarichi al generatore ed agli altri componenti elettromeccanici.

A velocità del vento ancora maggiori e dell'ordine di $22 \div 25$ m/s il sistema di controllo arresta il rotore disponendolo secondo la direzione del vento, al fine di evitare danni strutturali e meccanici.

In definitiva, tale sistema di controllo assicura il funzionamento del rotore con massimo rendimento, con velocità del vento comprese tra quelle che attivano la macchina e quella nominale, arrivando a bloccare la stessa nel caso di velocità del vento estreme.

La vita utile di una turbina è di circa 30 anni, passati i quali avverrà il relativo smantellamento e l'eventuale sostituzione, ovvero si renderà necessario smaltire le varie componenti elettriche e riciclare le parti in metallo (rame e acciaio) e plastica rinforzata.

Tali operazioni avverranno in accordo con la direttiva europea Waste of Electrical and Electronic Equipment.

Gli aerogeneratori sono indipendenti da un punto di vista topografico, strutturale ed elettrico e sono dotati di generatori asincroni trifase.

Ognuno di essi è in grado di assolvere alle funzioni di controllo e protezione ed è caratterizzato, all'interno della torre, da:

- arrivo cavo Bassa Tensione (690 V) dal generatore al trasformatore;

- trasformatore da Bassa Tensione a Media Tensione (33/0,69 kV);
- sistema di rifasamento del trasformatore;
- cella in Media Tensione a 33 kV di arrivo linea e di protezione del trasformatore;
- quadro Bassa Tensione (690 V) di alimentazione dei servizi ausiliari;
- quadro di controllo locale.

4.2 Quadri elettrici in Media Tensione a 33 kV degli aerogeneratori

Ognuno degli aerogeneratori è dotato di un quadro elettrico a 33 kV, costituito da componenti in Media Tensione sulla piattaforma più bassa e interruttori di protezione del trasformatore.

A seconda del modo in cui ciascuna turbina è collegata all'impianto, così come indicato nello schema unifilare (elaborato di progetto "MLOE072 Schema elettrico unifilare impianto utente"), si ha una particolare configurazione del quadro a 33 kV.

In particolare, nelle figure seguenti sono riportate le 2 tipologie di collegamento dei quadri elettrici degli aerogeneratori di progetto.

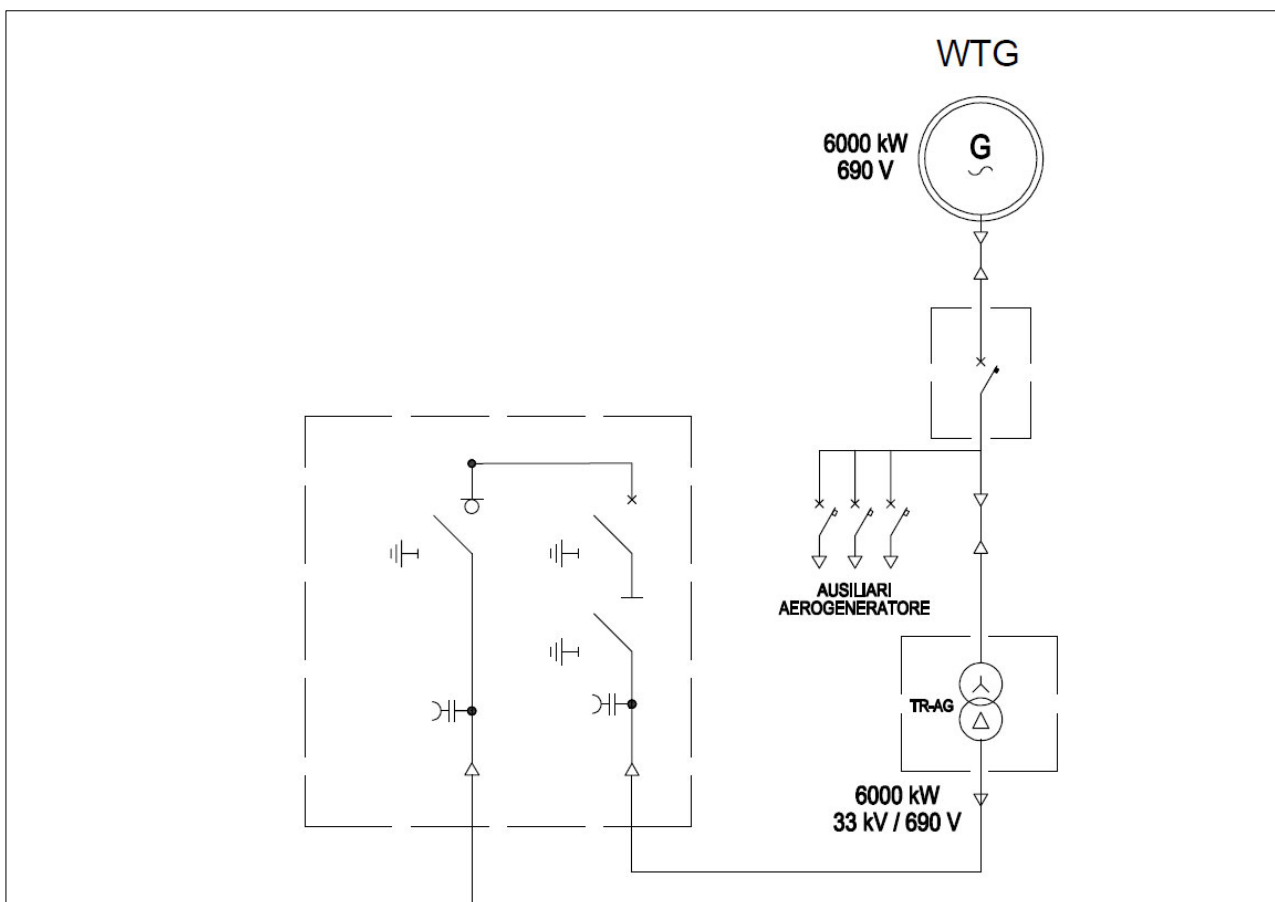


Figura 4.2.1: Configurazione in fine linea del quadro elettrico dell'aerogeneratore di progetto

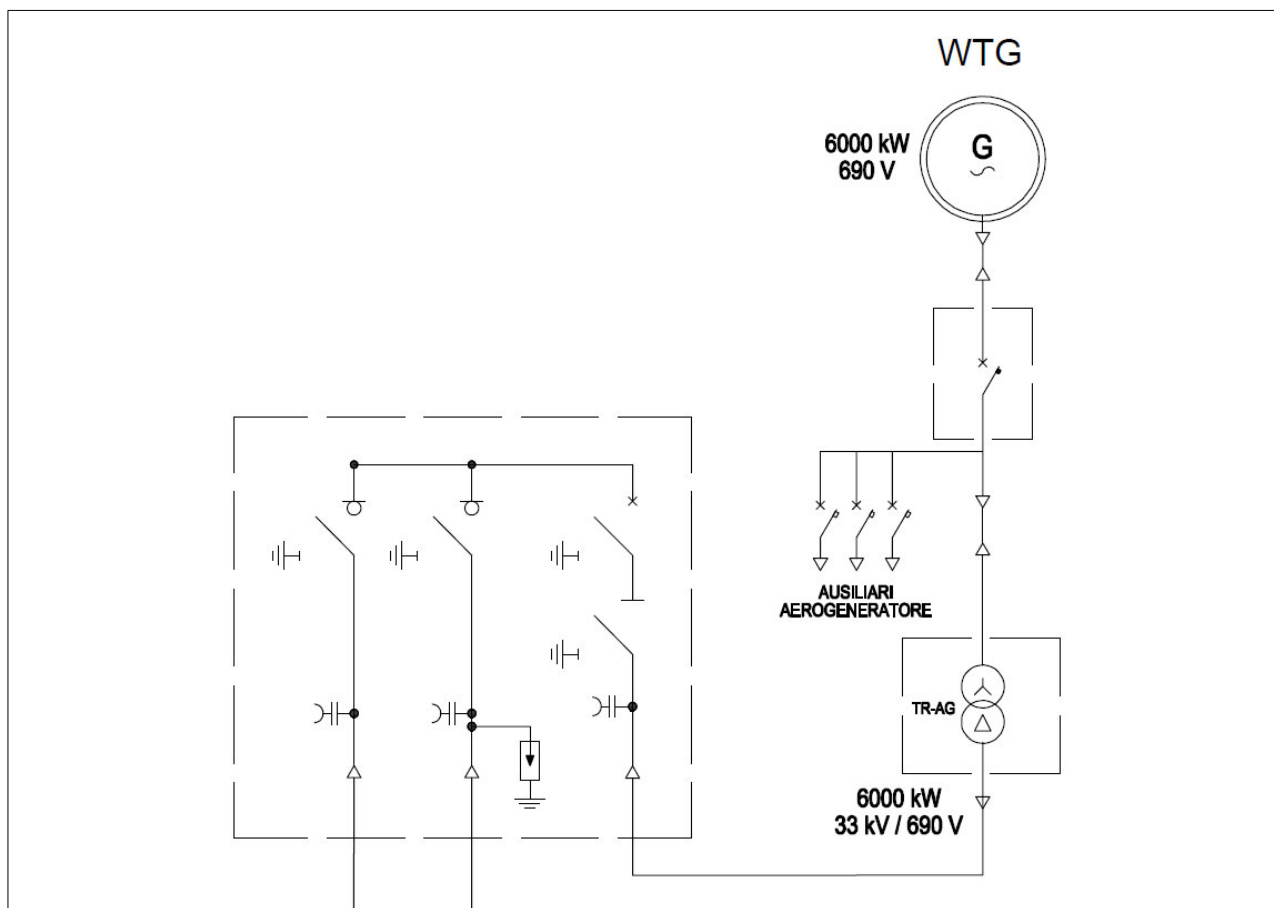


Figura 4.2.2: Configurazione in Entra-Esci del quadro elettrico dell'aerogeneratore di progetto

Come ampiamente trattato nel seguito, gli aerogeneratori sono suddivisi in 3 sottocampi o circuiti, ognuno collegato alla Stazione Elettrica Utente 150/33 kV e costituito da 2 o 3 macchine, collegate tra loro secondo lo schema riportato in tabella.

Circuito	Aerogeneratore	Configurazione Quadro Elettrico aerogeneratore
CIRCUITO A	ML 07	Fine Linea
	ML 05	Entra – Esci
	ML 06	Entra – Esci
CIRCUITO B	ML 04	Fine Linea
	ML 01	Entra – Esci
CIRCUITO C	ML 03	Fine Linea
	ML 02	Entra – Esci

Tabella 4.2.1: Suddivisione in circuiti degli aerogeneratori e tipologia di quadro elettrico associato

5. SISTEMA DI DISTRIBUZIONE A 33 KV

5.1. Circuiti elettrici

Il Parco Eolico Melfi è caratterizzato da una potenza complessiva di 42 MW, ottenuta da 7 aerogeneratori di potenza pari a 6 MW ciascuno.

Come anticipato, gli aerogeneratori sono collegati elettricamente tra loro mediante terne di cavi a 33 kV in modo da formare 3 sottocampi (Circuiti A, B e C) di 2 e 3 WTG, a ciascuno dei quali è associato ad un colore diverso per chiarezza di rappresentazione.

Sottocampo o Circuito	Aerogeneratori	Potenza totale [MW]
CIRCUITO A	ML 07 – ML 05 – ML 06	18,0
CIRCUITO B	ML 04 – ML 01	12,0
CIRCUITO C	ML 03 – ML 02	12,0

Tabella 5.1.1: Suddivisione degli aerogeneratori in circuiti elettrici e potenza associata

Lo schema a blocchi di riferimento, nel quale sono indicate le sezioni e le lunghezze delle terne di cavi di ogni linea elettrica e nel quale gli aerogeneratori sono collegati tra loro secondo lo schema in fine linea e in entra – esci, è riportato nella **Figura 5.1.1** (maggiori dettagli sono riportati nell’elaborato di progetto “MLOE071 Schema a blocchi impianto”).

L’aerogeneratore capofila (fine linea) è collegato al resto del circuito, i restanti sono collegati tra loro in Entra – Esci, ed ognuno dei 3 circuiti è collegato alla SEU 150/33 kV.

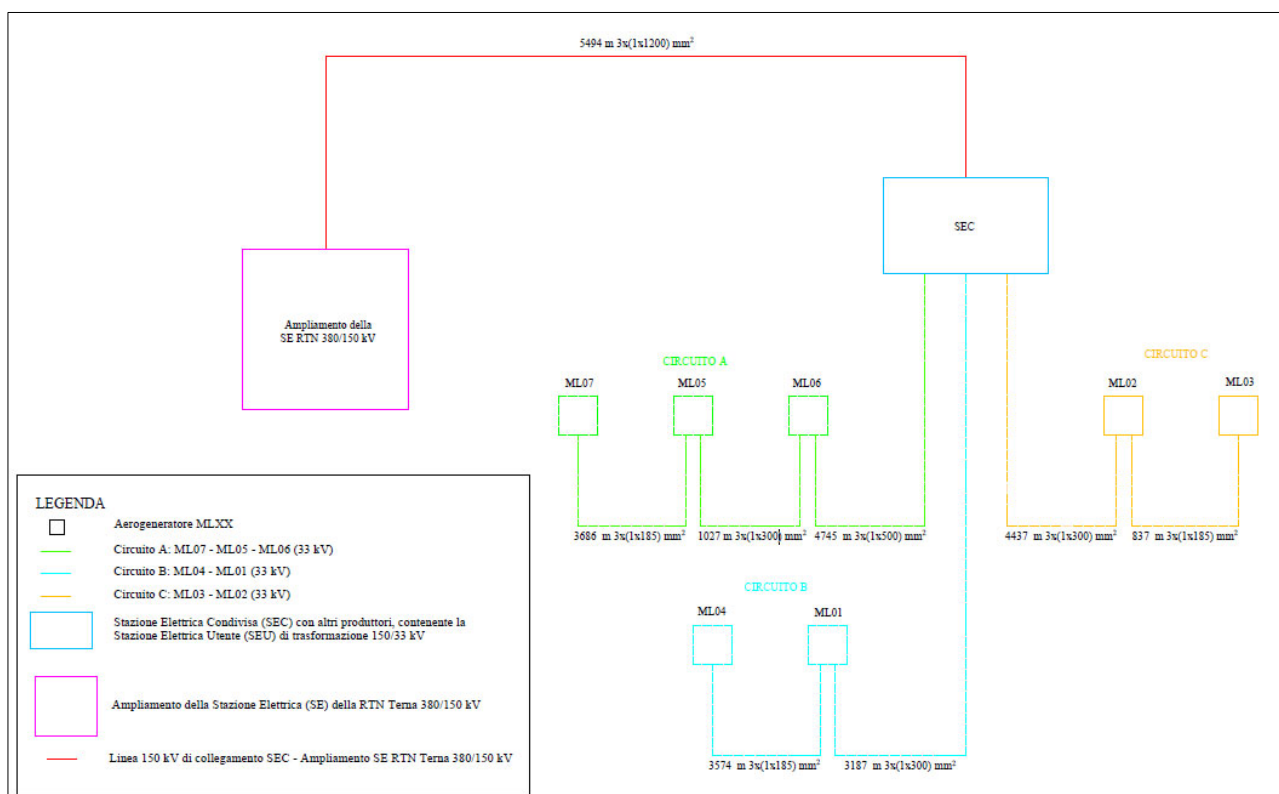


Figura 5.1.1: Schema a blocchi del Parco Eolico Melfi

Nel seguito è riportata la planimetria di distribuzione delle linee a 33 kV per i 3 circuiti e della linea a 150 kV, la lunghezza, la larghezza e la profondità di trincea per ogni sotto-tratta (il numero di terne di cavi di uno stesso circuito o il numero di circuiti presenti in ogni sotto-tratta è riportato nel seguito della trattazione) e il dettaglio relativo all’arrivo cavi all’edificio quadri della SEU 150/33 kV e alla partenza dei cavi a 150 kV verso l’ampliamento della SE della RTN Terna 380/150 kV.

Maggiori dettagli sono riportati negli elaborati di progetto “MLOE066 Planimetria sottocampi elettrici a 33 kV e linea a 150 kV su CTR (generale)”, “MLOE067 Planimetria sottocampi elettrici a 33 kV e linea a 150 kV su CTR (per circuiti)”, “MLOE068 Planimetria sottocampi elettrici a 33 kV e linea a 150 kV su ortofoto (generale)” e “MLOE069 Planimetria sottocampi elettrici a 33 kV e linea a 150 kV su ortofoto (per circuiti)”.

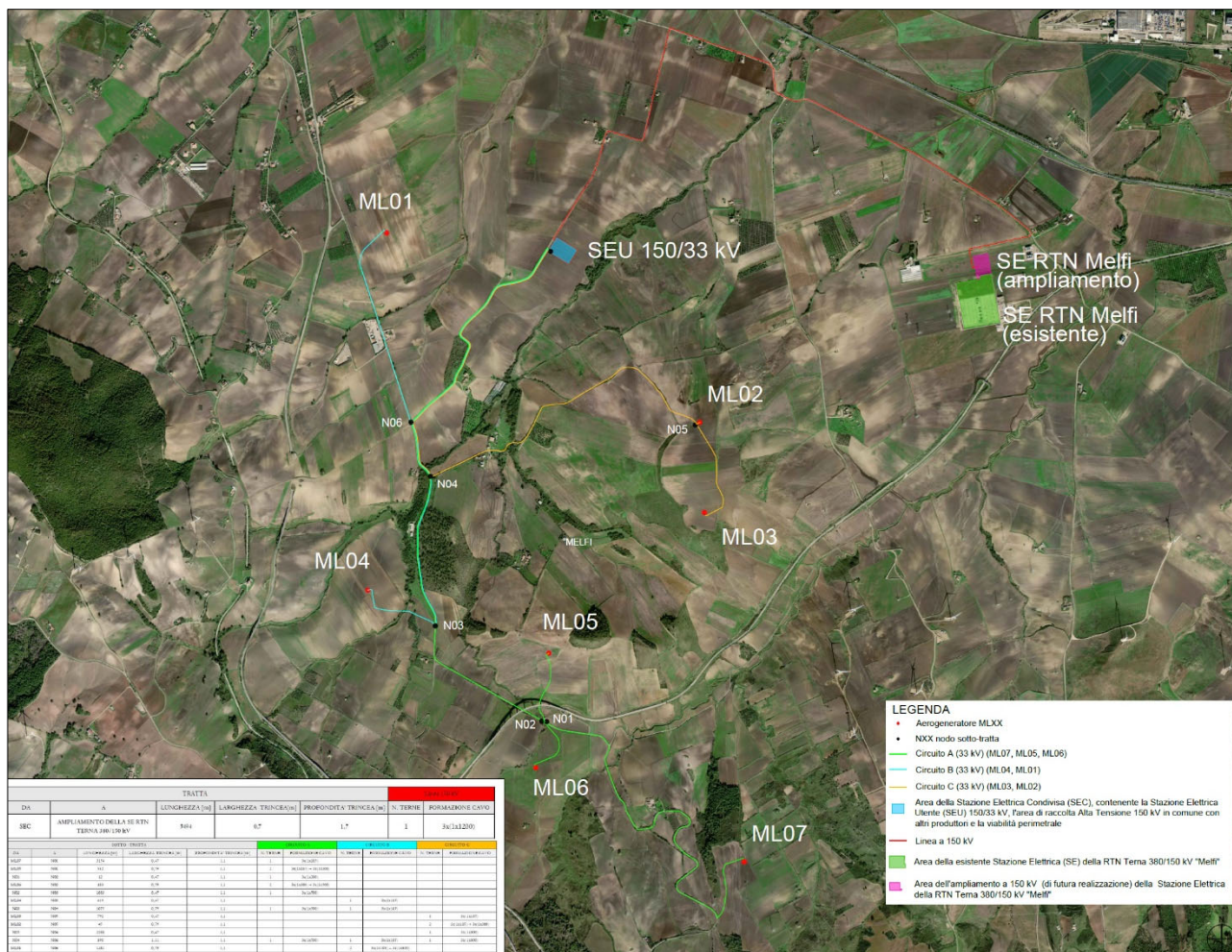


Figura 5.1.2: Planimetria generale di distribuzione delle linee a 33 kV e a 150 kV, SEU 150/33 kV, SE RTN Terna 380/150 kV e relativo ampliamento su ortofoto

SOTTO - TRATTA				
DA	A	LUNGHEZZA [m]	LARGHEZZA TRINCEA [m]	PROFONDITA' TRINCEA [m]
ML07	N01	3154	0,47	1,1
ML05	N01	532	0,79	1,1
N01	N02	12	0,47	1,1
ML06	N02	483	0,79	1,1
N02	N03	1083	0,47	1,1
ML04	N03	619	0,47	1,1
N03	N04	1075	0,79	1,1
ML03	N05	792	0,47	1,1
ML02	N05	45	0,79	1,1
N05	N04	2288	0,47	1,1
N04	N06	398	1,11	1,1
ML01	N06	1481	0,79	1,1
N06	SEU 150/33 kV	1705	1,11	1,1

Tabella 5.1.2: Lunghezza, larghezza e profondità di trincea delle sotto-tratte a 33 kV

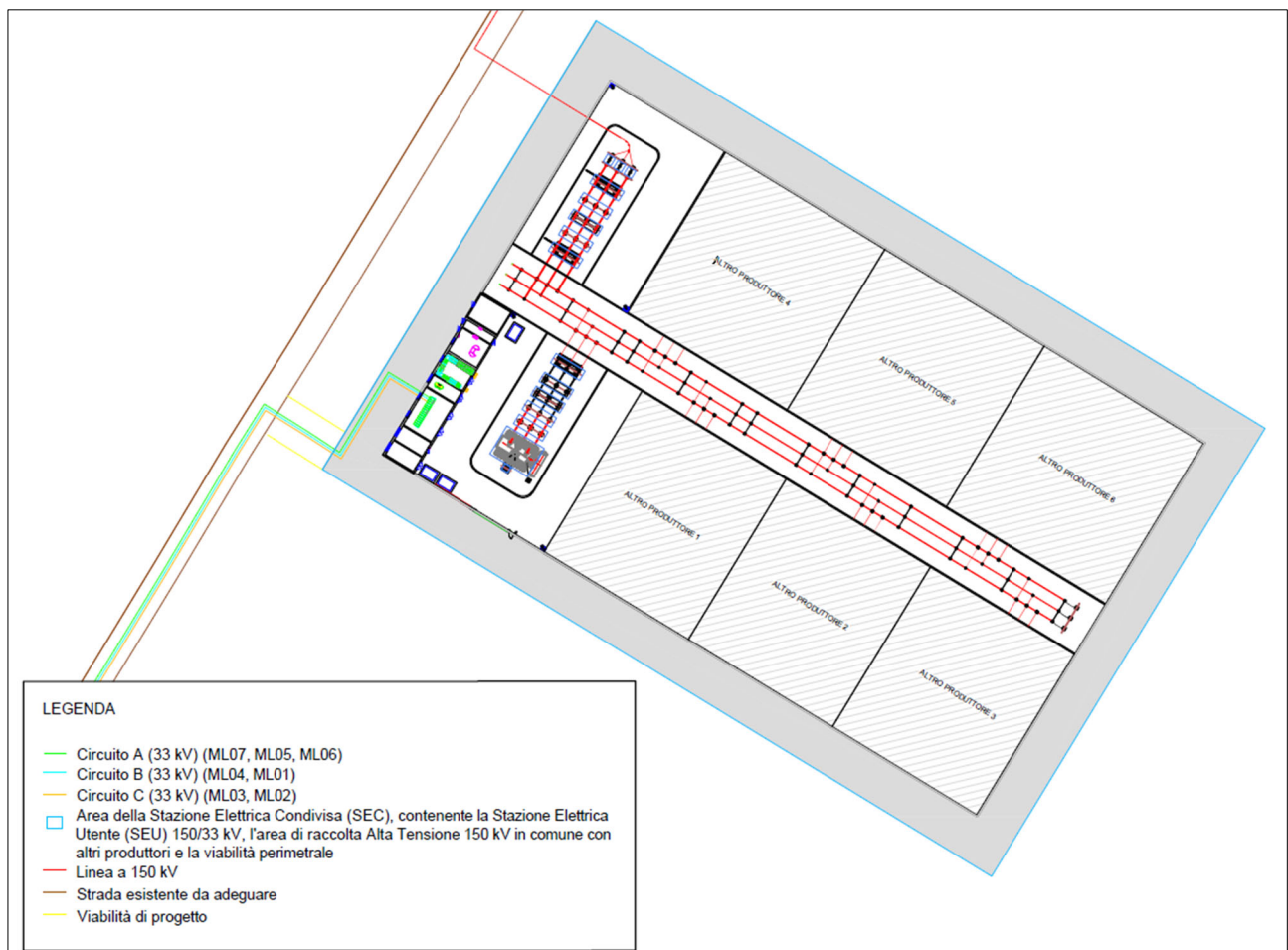


Figura 5.1.3: Arrivo linee a 33 kV ai quadri a 33 kV della SEU 150/33 kV e partenza linee a 150 kV verso l'ampliamento della SE della RTN 380/150 kV (la distanza tra le terne di cavi in parallelo non è in scala)

Tenendo presente lo schema a blocchi riportato nella **Figura 5.1.1** e la **Figura 5.1.2**, nella tabella seguente è riportata la suddivisione in sotto-tratte di cavidotto per i circuiti e il numero di terne dello stesso circuito o di differenti circuiti presenti in ognuna delle sotto-tratte.

SOTTO - TRATTA				CIRCUITO A		CIRCUITO B		CIRCUITO C		
DA	A	LUNGHEZZA [m]	LARGHEZZA TRINCEA [m]	PROFONDITA' TRINCEA [m]	N. TERNE	FORMAZIONE CAVO	N. TERNE	FORMAZIONE CAVO	N. TERNE	FORMAZIONE CAVO
ML07	N01	3154	0,47	1,1	1	3x(1x185)				
ML05	N01	532	0,79	1,1	2	3x(1x185) + 3x(1x300)				
	N02	12	0,47	1,1	1	3x(1x300)				
ML06	N02	483	0,79	1,1	2	3x(1x300) + 3x(1x500)				
	N03	1083	0,47	1,1	1	3x(1x500)				
ML04	N03	619	0,47	1,1			1	3x(1x185)		
	N04	1075	0,79	1,1	1	3x(1x500)	1	3x(1x185)		
ML03	N05	792	0,47	1,1					1	3x(1x185)
ML02	N05	45	0,79	1,1					2	3x(1x185) + 3x(1x300)
	N04	2288	0,47	1,1					1	3x(1x500)
	N06	398	1,11	1,1	1	3x(1x500)	1	3x(1x185)	1	3x(1x300)
ML01	N06	1481	0,79	1,1			2	3x(1x185) + 3x(1x300)		
N06	SEU 150/33 kV	1705	1,11	1,1	1	3x(1x500)	1	3x(1x300)	1	3x(1x300)

Tabella 5.1.3: Suddivisione in sotto-tratte delle linee elettriche a 33 kV associate ai circuiti

La **Tabella 5.1.4** riporta sinteticamente le lunghezze e sezioni dei cavi di ogni linea a 33 kV che costituisce un'intera tratta del circuito (la lunghezza di ogni tratta di un circuito è ottenuta dalla somma delle lunghezze delle singole sotto-tratte che la costituiscono).

PARCO EOLICO MELFI					
CIRCUITO A	Lunghezza tratta [m]	Sezione cavo [mm ²]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
ML07 - ML05	3686	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG TM	Prysmian
ML05 - ML06	1027	300	AL 3x(1x300)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG TM	Prysmian
ML06 - SEU 150/33 kV	4745	500	AL 3x(1x500)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG TM	Prysmian
CIRCUITO B	Lunghezza tratta [m]	Sezione cavo [mm ²]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
ML04 - ML01	3574	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG TM	Prysmian
ML01 - SEU 150/33 kV	3187	300	AL 3x(1x300)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG TM	Prysmian
CIRCUITO C	Lunghezza tratta [m]	Sezione cavo [mm ²]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
ML03 - ML02	837	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG TM	Prysmian
ML02 - SEU 150/33 kV	4437	300	AL 3x(1x300)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG TM	Prysmian

Tabella 5.1.4: Lunghezze, sezioni e modello del cavo (della terna) adoperato per realizzare i collegamenti a 33 kV

5.2. Posa e dati tecnici del cavo di collegamento utilizzato, fibra ottica e sistema di terra

Il cavo previsto per il collegamento di tutte le tratte in Media Tensione è il tipo ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAGTM (o similari), a norma IEC 60502-2 e HD 620, del primario costruttore Prysmian.

L'anima del cavo è costituita da un conduttore a corda rotonda compatta di alluminio, il semiconduttivo interno è costituito da materiale elastomerico estruso, l'isolante è in mescola in elastomero termoplastico (qualità HPTE), il semiconduttivo esterno è costituito da materiale in mescola estrusa.

La schermatura è realizzata mediante nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale, la protezione meccanica è in materiale polimerico (Air Bag) e la guaina è in polietilene di colore rosso e qualità DMP 2.

Per ogni tratto di collegamento si prevede una posa direttamente interrata di cavo, a trifoglio, essendo il cavo in questione idoneo alla stessa.

I cavi sono collocati in trincee ad una profondità di posa di 1 m dal piano del suolo su un sottofondo di sabbia di spessore di 0,1 m e la distanza di separazione delle terne adiacenti in parallelo sul piano orizzontale è pari a 0,20 m.

Una lastra protettiva, installata nella parte soprastante, assicura la protezione meccanica del cavo, mentre un nastro monitor ne segnala la presenza.

Inoltre, nel caso di eventuali interferenze e particolari attraversamenti, in accordo con la Norma CEI 11 – 17, tale modalità di posa potrà essere modificata, anche in base ai regolamenti riguardanti le opere interferite, in modo da garantire un'adeguata protezione del cavo rispetto alle condizioni di posa normali.

I fattori di progetto presi in considerazione per l'installazione dei cavi sono i seguenti:

- temperatura massima del conduttore pari a 90°C;
- temperatura aria ambiente di 30 °C;
- temperatura del terreno di 20°C;
- resistività termica del terreno pari a 1,5 K m/W;
- tensione nominale pari a 33 kV;
- frequenza pari a 50 Hz;
- profondità di posa di 1,00 m dal piano del suolo.

Nel seguito è rappresentato il dettaglio dei tipologici di posa, come anche riportato nell'elaborato di progetto "MLOE070 Sezioni tipiche delle trincee di cavidotto utente", nel quale le misure sono espresse in mm.

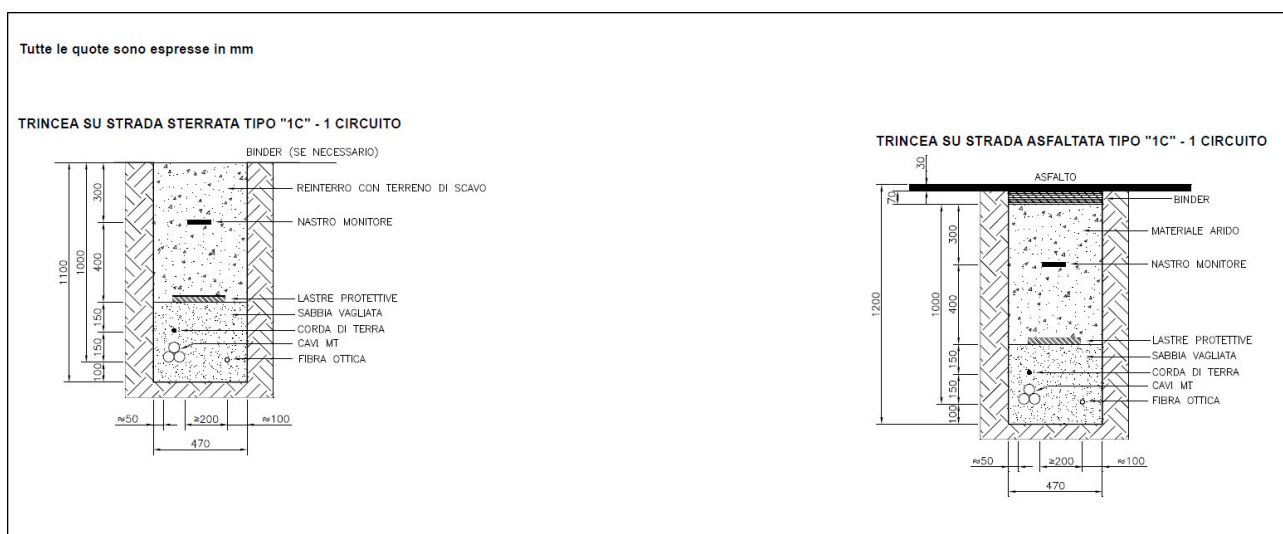


Figura 5.2.1: Sezioni tipiche delle trincee per una terne di cavi su strada sterrata e asfaltata

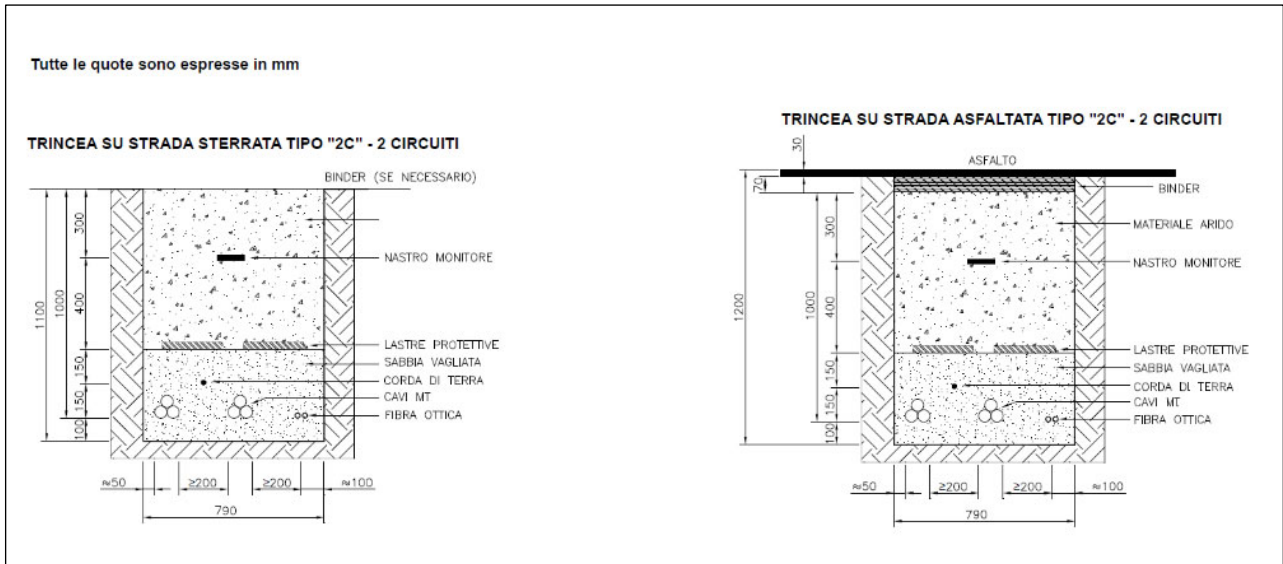


Figura 5.2.2: Sezioni tipiche delle trincee per due terne di cavi in parallelo su strada sterrata e asfaltata

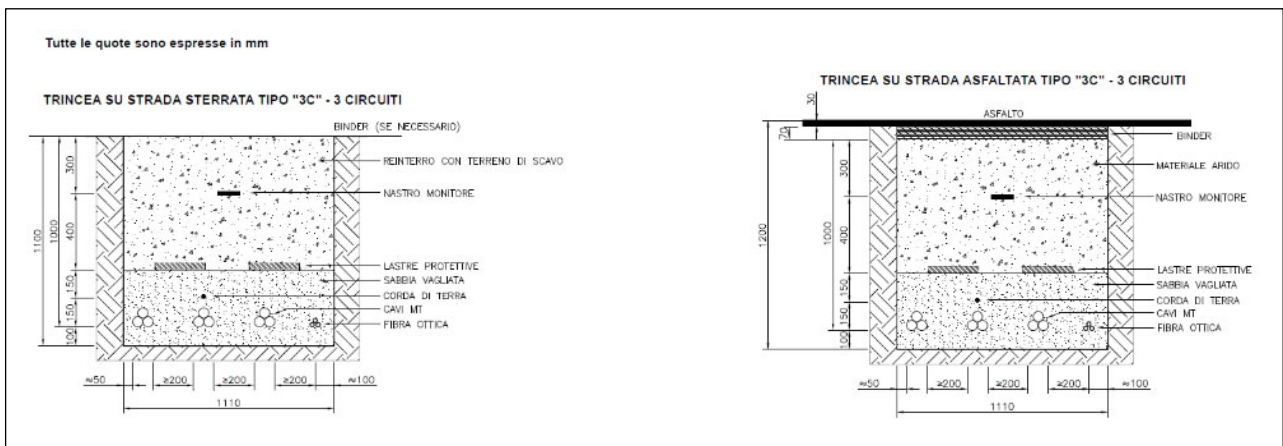


Figura 5.2.3: Sezioni tipiche delle trincee per tre terne di cavi in parallelo su strada sterrata e asfaltata

I cavi sono opportunamente segnalati grazie ai picchetti segnalatori, posizionati a distanze non superiori a 50 m sui tratti rettilinei e in corrispondenza di punti di cambio direzione del percorso e dei giunti.

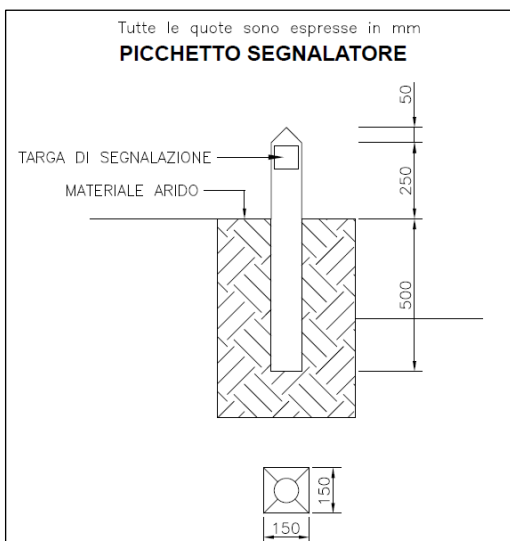


Figura 5.2.4: Sezione tipica del picchetto segnalatore

Come si evince dalle figure precedenti, oltre alle terne di cavi presenti in trincea, è previsto un collegamento in **fibra ottica**, da adoperare per controllare e monitorare gli aerogeneratori.

Al fine di realizzare il sistema di telecontrollo dell'intero impianto si adopera un cavo ottico dielettrico a 24 fibre ottiche per posa in tubazione, corredato degli accessori necessari per la relativa giunzione e attestazione, essendo lo stesso adatto alla condizione di posa interrata e tale da assicurare un'attenuazione accettabile di segnale.

Il cavo in fibra è posato sul tracciato del cavo mediante l'utilizzo di tritubo in PEHD e le modalità di collegamento seguono lo schema di collegamento elettrico degli aerogeneratori (maggiori dettagli sono riportati nell'elaborato di progetto "MLOE073 Schema rete di comunicazione in Fibra Ottica (FO)").

Il Parco Eolico è dotato di un **sistema di terra**.

In particolare, è previsto un sistema di terra relativo a ciascun aerogeneratore costituito da anelli dispersori concentrici, collegati tra loro radialmente e collegati all'armatura del plinto di fondazione in vari punti, come rappresentato nella figura seguente (maggiori dettagli sono riportati nell'elaborato di progetto "MLOE080 Schema rete di terra WTG").

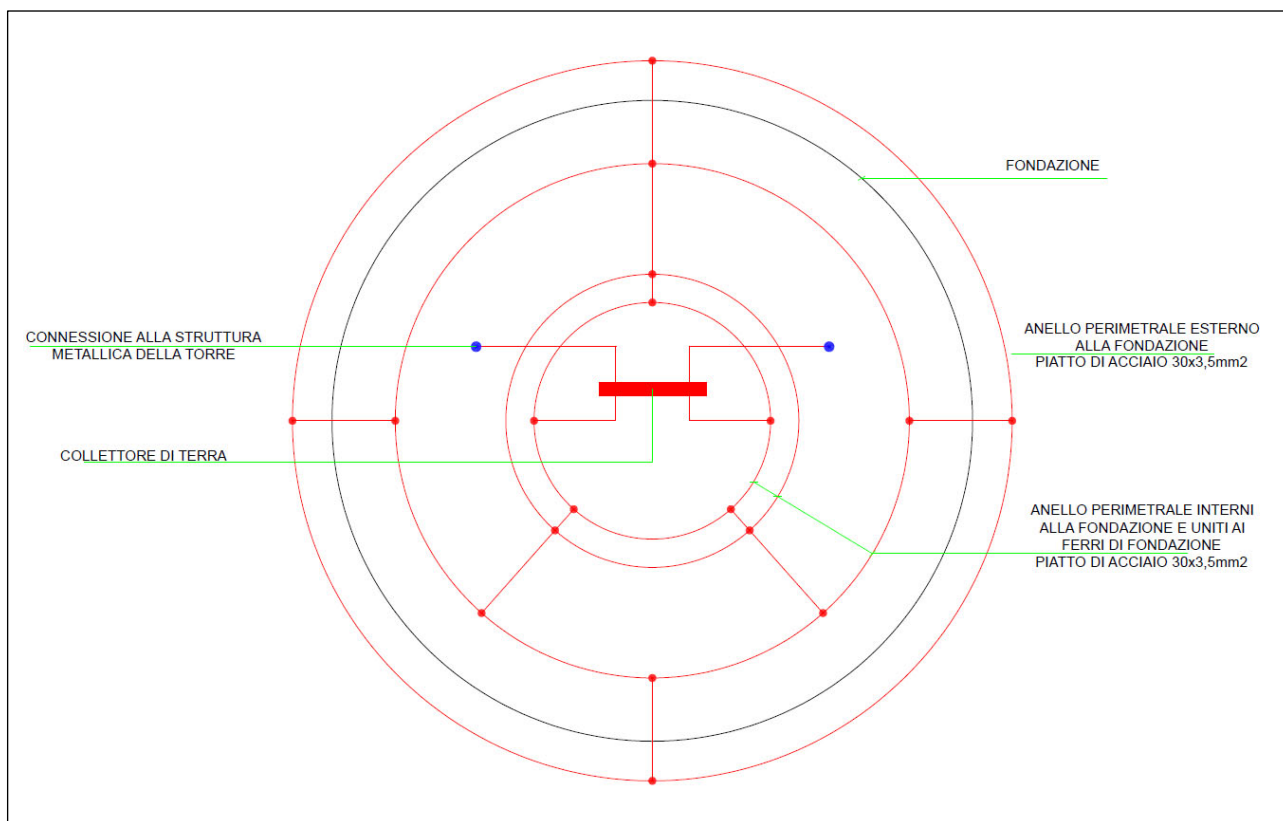


Figura 5.2.5: Sistema di terra relativo a ciascun aerogeneratore

In aggiunta al sistema di cui sopra, si prevede di adoperare un conduttore di terra di collegamento tra le reti di terra dei singoli aerogeneratori consistente in una corda di rame nudo di sezione non inferiore a 95 mm^2 , interrata all'interno della trincea in cui sono posati i cavi a 33 kV e i cavi in fibra ottica e ad una

profondità di 0,850 m e 0,950 m dal piano del suolo rispettivamente nel caso di strada sterrata o asfaltata (elaborato di progetto “MLOE070 Sezioni tipiche delle trincee di cavidotto utente”).

Le modalità di collegamento della rete di terra dell’impianto seguono lo schema di collegamento elettrico degli aerogeneratori (maggiori dettagli sono riportati nell’elaborato di progetto “MLOE081 Schema rete di terra impianto eolico”).

Al fine di evitare, in presenza di eventuali guasti, il trasferimento di potenziale agli elementi sensibili circostanti, come tubazioni metalliche, sottoservizi, in corrispondenza di attraversamenti lungo il tracciato del cavidotto, si prevede di adoperare un cavo Giallo-Verde avente diametro superiore a 95 mm² del tipo FG16(O)R.

Il cavo di cui sopra è opportunamente giuntato al conduttore di rame nudo, è inserito da 5 m prima e fino a 5 m dopo il punto di interferenza e assicura una resistenza analoga a quella della corda di rame nudo di 95 mm².

In definitiva, si realizza una maglia di terra complessiva in grado di ottenere una resistenza di terra con un più che sufficiente margine di sicurezza in accordo con la Normativa vigente.

Per quanto riguarda l’esecuzione dei cavidotti, sono previste 3 fasi:

- Fase 1 di apertura delle piste quando necessario;
- Fase 2 in cui avviene la posa dei cavi;
- Fase 3 in cui si realizza la finitura stradale.

In particolare, durante la Fase 1 si realizza l’apertura delle piste e stesura della fondazione stradale per uno spessore di 30 cm.

Durante la Fase 2 si realizza lo scavo a 1,10 m di profondità dalla quota di progetto stradale finale, si colloca una corda di rame e la si riempie con terreno vagliato proveniente dagli scavi.

Successivamente sono inserite le terne di cavi previste dallo schema di progetto, i cavi in fibra ottica con reinterro di materiale granulare classifica A1 secondo la UNI CNR 10001 e s.m.i. e materiale proveniente dagli scavi compattato, al di sopra del quale è installata una o più lastre protettive.

Il passo successivo consiste nell’inserimento del nastro segnalatore dei cavi sottostanti, nel reinterro, solitamente per 30 cm, di materiale proveniente dagli scavi del pacchetto stradale prima steso.

Infine, nella Fase 3, avviene la stesura dello strato di finitura stradale per 3 cm fino al piano stradale di progetto.

Solitamente per lo strato inserito nella Fase 2 si adopera materiale proveniente da cava e/o si riutilizza materiale precedentemente estratto.

5.3. Coesistenza tra i cavi elettrici di energia interrati e collegamenti interrati di altra natura

In fase di progettazione esecutiva si procederà alla verifica di eventuali interferenze con sottoservizi (cavi di telecomunicazione, acquedotti, oleodotti, gasdotti, serbatoi contenenti liquidi a gas infiammabile) con i gestori degli stessi e si rispetteranno le minime distanze in accordo con la Norma CEI 11-17.

5.3.1. Coesistenza tra cavi di energia interrati e cavi di telecomunicazioni

Nel caso di tratti in cui si verifica il parallelismo dei cavi di energia interrati con i cavi di telecomunicazioni è buona norma disporre i due cavi sui lati opposti della strada e, ove tale situazione non può essere verificata, è auspicabile mantenere i 2 cavi ad una distanza in proiezione orizzontale di almeno 0,30 m.

Nei casi in cui anche tale ultima distanza non possa essere rispettata è necessario adoperare alcuni dispositivi di protezione dei cavi quali tubazioni in acciaio zincato a caldo o in materiale plastico conforme alle norme CEI in vigore e cassette metalliche con zincatura a caldo.

Qualora i cavi in parallelo avessero una differenza di quota almeno pari a 0,15 m i dispositivi di protezione di cui sopra potrebbero essere omessi per il cavo interrato ad una maggiore profondità.

Lungo i tratti in cui almeno uno dei 2 cavi è contenuto in un manufatto (cunicolo o tubazione), che ne assicura una maggiore protezione e la possibilità di manutenzione, è possibile non adoperare i dispositivi di protezione di cui sopra, così come nel caso in cui ambo i cavi siano disposti all'interno dello stesso manufatto, nel quale, tuttavia, è necessario evitare contatti meccanici diretti e disporre i cavi stessi in distinte tubazioni.

5.3.2. Coesistenza tra cavi di energia interrati e tubazioni metalliche

Nel caso di tratti in cui si verifica il parallelismo dei cavi di energia interrati con tubazioni metalliche interrate, quali per esempio oleodotti e acquedotti, necessarie al trasporto di fluidi, è necessario disporre i due cavi ad una distanza in proiezione orizzontale di almeno 0,30 m.

Tale distanza può non essere rispettata nel caso in cui la differenza di quota tra le superfici esterne cavo energia-tubazione metallica sia superiore a 0,50 m o nel caso in cui sia compresa tra 0,30 e 0,50 m, si frappongano tra le 2 strutture elementi non metallici e la tubazione non sia interna ad un dispositivo di protezione non metallico.

Inoltre, le superfici esterne dei cavi di energia interrati devono essere distanti almeno 1 m dalle superfici esterne di serbatoi contenenti gas o liquidi infiammabili, mentre i cavi di energia e le tubazioni metalliche non devono essere contenute negli stessi dispositivi di protezione.

Si rende necessario realizzare giunzioni sui cavi di energia ad una distanza di almeno 1 m da ogni eventuale punto di incrocio, tranne nei casi in cui la distanza tra le superfici esterne del cavo di energia e della tubazione metallica o dispositivo di protezione sia superiore a 0,50 m.

Nel caso di coesistenza tra cavi di energia, interrati secondo la modalità di posa a M (protezione meccanica) o L (senza protezione meccanica), e gasdotti, è possibile adottare le distanze di rispetto di cui sopra purché siano rispettate al contempo le disposizioni presenti nelle “Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8”.

5.3.3. Incroci di cavi

Nel caso di incroci tra cavi di energia è necessario rispettare una interdistanza di almeno 0,30 m e proteggere il cavo disposto a profondità superiore per una lunghezza di almeno 1 m adoperando i dispositivi di protezione di cui al paragrafo 5.4.1, da disporre in maniera simmetrica rispetto alla disposizione del cavo a profondità inferiore.

Lungo i tratti in cui almeno uno dei 2 cavi è contenuto in un manufatto (cunicolo o tubazione), che ne assicura una maggiore protezione e la possibilità di manutenzione, è possibile non adoperare i dispositivi di protezione di cui sopra, così come nel caso in cui i 2 cavi sono contenuti in 2 dispositivi di protezione di caratteristiche analoghe.

5.4. Dimensionamento delle linee elettriche a 33 kV

La sezione dei cavi elettrici è calcolata, in accordo con la norma CEI 11 – 17, in modo che risultino soddisfatte le seguenti condizioni:

1. $I_b \leq I'_z$
2. $\Delta V \leq 4\%$
3. $\Delta P \leq 5\%$

dove:

- I_b rappresenta la corrente di impiego, ovvero l'intensità di corrente massima all'interno della linea di cavo.
- I'_z rappresenta la portata effettiva del cavo e dipende dalla portata nominale del cavo stesso e dalle relative condizioni di posa.
- ΔV rappresenta la massima caduta di tensione su ogni sottocampo ed è valutata a partire dalla cabina d'impianto fino all'aerogeneratore più lontano.
- ΔP rappresenta la perdita di potenza per ognuno dei sottocampi.

Individuate le sezioni dei singoli cavi di linea vengono effettuate le verifiche termiche, calcolando le correnti di corto circuito previste e di tenuta termica dei cavi.

La **Tabella 5.4.1** riporta i risultati ottenuti sul dimensionamento a 33 kV.

LINEA	DA	A	L [m]	SEZIONE [mm ²]	I _b [A]	I'z [A]	$\Delta V_{r,\%}$	$\Delta P_{r,\%TOT}$
CIRCUITO A	ML 07	ML 05	3.686	185	116,6	299,3	0,56	
	ML 05	ML 06	1.027	300	233,3	391,3	0,21	
	ML 06	SEU 150/33 kV	4.745	500	349,9	450,3	1,08	
								SOMMA
							1,85	1,17
CIRCUITO B	ML 04	ML 01	3.574	185	116,6	263,3	0,54	
	ML 01	SEU 150/33 kV	3.187	300	233,3	344,1	0,67	
								SOMMA
							1,21	0,85
CIRCUITO C	ML 03	ML 02	837	185	116,6	299,3	0,13	
	ML 02	SEU 150/33 kV	4.437	300	233,3	344,1	0,93	
								SOMMA
							1,06	0,88

Tabella 5.4.1: Calcolo del dimensionamento delle linee elettriche a 33 kV

Per dettagli relativi al dimensionamento elettrico delle linee a 33 kV si rimanda all'elaborato di progetto "MLOE064 Calcolo preliminare degli impianti elettrici".

6. STAZIONE ELETTRICA UTENTE

Il progetto prevede che l'impianto eolico convogli l'elettricità presso la Stazione Elettrica Utente di trasformazione 150/33 kV contenuta in una Stazione Elettrica Condivisa con altri operatori nel Comune di Melfi.

All'interno della SEU 150/33 kV è raccolta l'energia prodotta a 33 kV (Media Tensione) ed è trasformata a 150 kV (Alta Tensione).

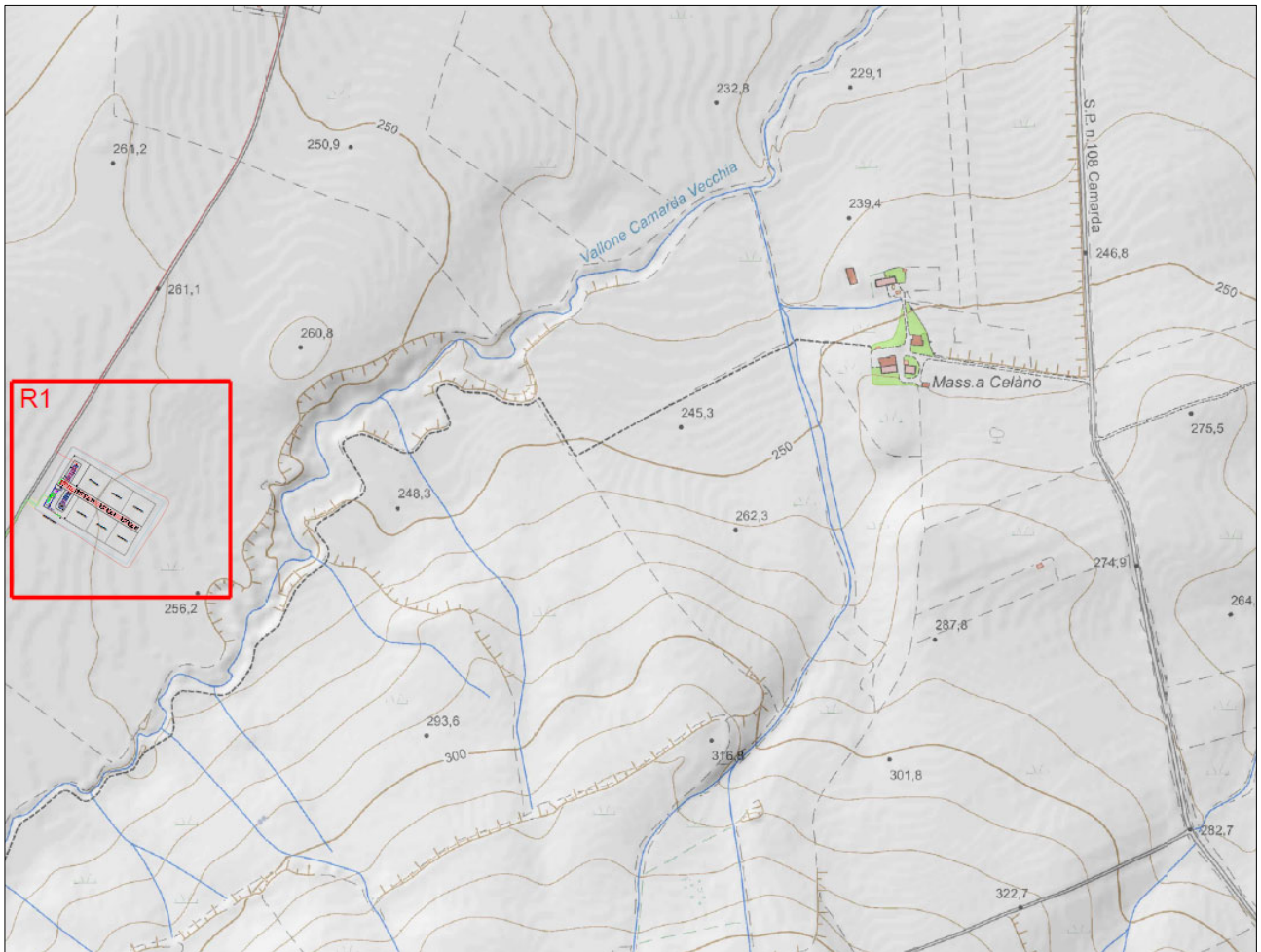


Figura 6.1: Localizzazione della SEU 150/33 kV su CTR e relativo dettaglio (maggiori particolari sono riportati negli elaborati di progetto “MLOE085 Planimetria degli impianti utente e di RTN su CTR” e “MLOE086 Planimetria degli impianti utente e di RTN su ortofoto”)



Figura 6.2: Dettaglio R1 della figura di cui sopra

L'intera area è delimitata da una recinzione perimetrale realizzata con moduli in calcestruzzo prefabbricati di altezza pari a 2,5 m (la figura seguente, nella quale le quote sono espresse in cm, è riportata la sezione della recinzione).

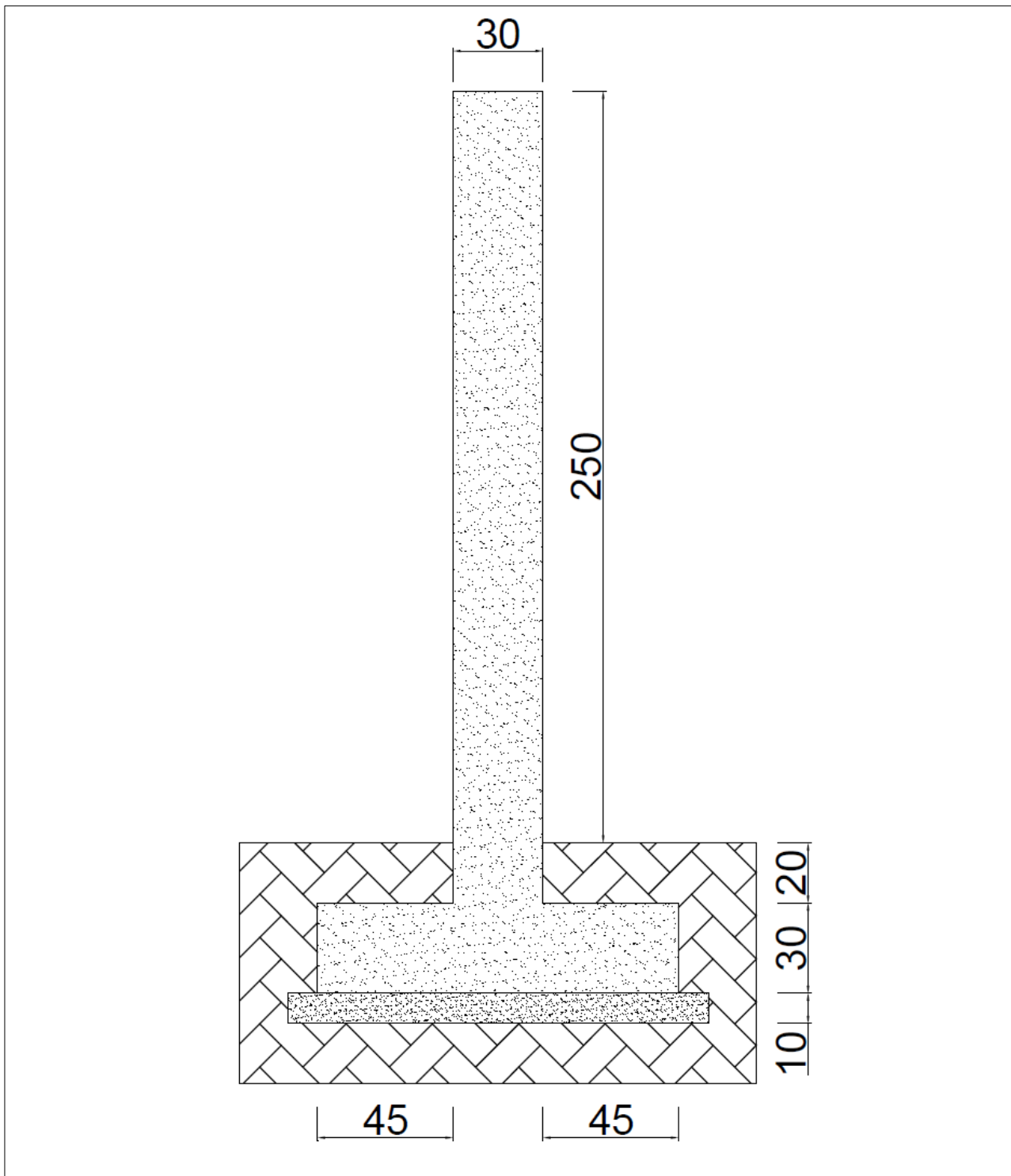


Figura 6.3: Sezione recinzione della SEU 150/33 kV

Di seguito è riportato uno stralcio della planimetria della SEU 150/33 kV e delle sbarre a 150 kV in comune con altri operatori (maggiori dettagli sono deducibili dall'elaborato di progetto "MLOE074 Sottostazione Elettrica Utente – planimetria e sezioni elettromeccaniche").

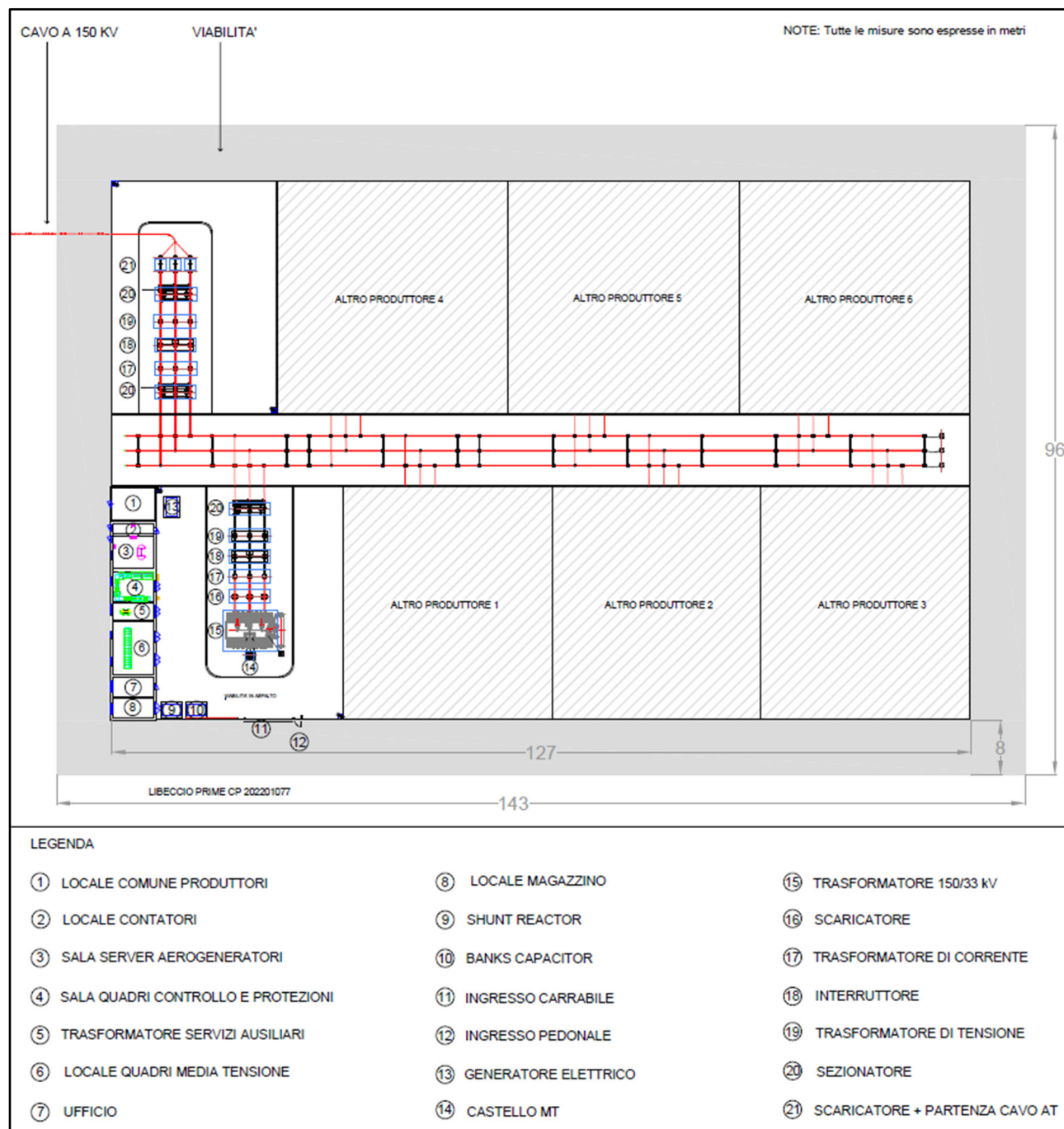


Figura 6.4: Planimetria elettromeccanica della SEU 150/33 kV

6.1 Descrizione Stazione Elettrica Utente

Il progetto prevede che all'interno della Stazione Elettrica Utente sia installato un trasformatore 150/33 kV, di potenza non inferiore a 50 MVA, tensione nominale primaria di 150 kV e tensione nominale secondaria di 33 kV.

Le principali caratteristiche dei trasformatori sono di seguito sintetizzate:

- tipo di raffreddamento: ONAN/ONAF;
- potenza di targa: 50 MVA;

- Gruppo: YNd11;
- Vcc %: 13 %;
- regolazione della tensione ± 10 gradini di 1,25 % della tensione nominale;
- frequenza: 50 Hz.

Le sezioni MT e BT sono costituite da:

- sistema di alimentazione di emergenza e ausiliari;
- trasformatori servizi ausiliari 33/0,4 kV 200 kVA;
- quadri MT a 33 kV;
- sistema di protezione 150 kV, MT, BT;
- sistema di monitoraggio e controllo;
- quadri misuratori fiscali.

In particolare, i quadri MT a 33 kV comprendono:

- scomparti di sezionamento linee di campo;
- scomparto trasformatore ausiliario;
- scomparto di misura;
- scomparto Shunt Reactor;
- scomparto Bank Capacitor.

La sezione AT 150 kV è caratterizzata dai seguenti parametri:

- tensione di esercizio AT: 150 kV;
- tensione massima di sistema: 170 kV;
- frequenza: 50 Hz;
- tensione di tenuta alla frequenza industriale:
 - Fase-fase e fase a terra: 325 kV;
 - Sulla distanza di isolamento: 375 kV;
- tensione di tenuta ad impulso (1.2-50us):
 - Fase-fase e fase terra: 750 kV;
 - Sulla distanza di isolamento: 860 kV;
- corrente nominale sulle sbarre: 2000 A;
- corrente nominale di stallo: 1250 A;
- corrente di corto circuito: 31,5 kA.

Le caratteristiche tecniche delle apparecchiature elencate sono riportate in dettaglio nell'elaborato di progetto "MLOE072 Schema elettrico unifilare impianto utente".

6.2 Sistemi di misura

Il progetto prevede l'installazione di un sistema di misura UTF, collegato con i dispositivi di lettura all'interno del locale misure, al fine di contabilizzare l'energia prodotta dal parco eolico.

Tale sistema è corredato da un gruppo per la misura dei consumi dei sistemi ausiliari.

In accordo con le procedure di Terna e con quanto stabilito nel Regolamento di Esercizio, è altresì predisposto un sistema di trasmissione remoto delle misure verso Terna.

6.3 Sistema di automazione

Le apparecchiature di sezionamento, manovra e di misura sono monitorate e controllate da remoto da un sistema SCADA.

6.4 Sistema di protezione

Al fine di assicurare la sicurezza del parco eolico, degli operatori e della SEU 36/33 kV sono previsti tutti i sistemi di protezione.

6.5 Servizi ausiliari

L'alimentazione dei servizi ausiliari avviene mediante il trasformatore 33/0,4 kV, in derivazione dai quadri generali a 33 kV.

Inoltre, un generatore ausiliario assicura la massima continuità di servizio e il riarmo delle apparecchiature.

I trasformatori e il generatore ausiliario alimentano il Quadro dei Servizi Ausiliari, a cui sono collegate le utenze in corrente alternata in Bassa Tensione quali:

- ausiliari sezione a 33 kV;
- ausiliari sezione AT;
- illuminazione aree esterne;
- circuiti prese e circuiti illuminazione edificio della stazione elettrica;
- motori e pompe;
- raddrizzatore BT;
- sistema di monitoraggio;
- altre utenze minori.

Inoltre, dal Quadro dei Servizi Ausiliari verrà derivata l'alimentazione dei circuiti di protezione e comando.

6.6 Rete di terra

Il sistema di terra previsto presso la SEU 150/33 kV è dimensionato tenendo in conto le norme CEI EN 50522 (CEI 99-3) e CEI EN 61936-1 (CEI 99-2), le prescrizioni Terna, il tempo di eliminazione del guasto di 0,5 s e la corrente di guasto che sarà comunicata da Terna.

L'impianto di terra è costituito da una maglia di terra in corda di rame nudo di sezione minima pari a 120 mm², interrato a 60 cm dal piano del suolo e avente lato interno massimo da valutare in sede di progettazione esecutiva.

Presso il trasformatore 150/33 kV l'impianto di terra è costituito da ulteriori dispersori verticali.

Inoltre, il sistema di terra è collegato all'impianto di terra presso l'edificio della stazione, in considerazione delle specifiche indicazioni del gestore.

La rete di terra è collegata alle apparecchiature alla tensione 150 kV tramite cavo di rame nudo da 95 mm².

Il collegamento tra i conduttori in rame è realizzato tramite morsetti in rame a compressione, le connessioni tra i conduttori e i sostegni metallici delle apparecchiature sono realizzate tramite capicorda e bulloni di fissaggio.

In definitiva si realizza un sistema di terra completo in grado di assicurare un sufficiente livello di sicurezza per quanto riguarda la capacità di dispersione.

Come anticipato, in sede di progettazione sarà eventualmente possibile individuare aree in cui inserire sistemi di dispersione ausiliaria, al fine di garantire il rispetto delle tensioni limite sulla base delle norme citate, installare conduttori di terra supplementari per il collegamento delle apparecchiature e infittire la maglia di terra in corrispondenza delle apparecchiature di Alta Tensione.

6.7 Edificio di comando e controllo

Il progetto prevede la realizzazione di un edificio di dimensioni in pianta di circa 34,7 m x 6,7 m in grado di contenere i seguenti locali:

- locale comune produttori;
- locale contatori;
- ufficio;
- Locale MT;
- TSA (Trasformatore Servizi Ausiliari);

- sala quadri controllo e protezioni;
- sala server WTG
- locale magazzino.

L'edificio di comando e controllo è completo di illuminazioni e prese e potrà subire modifiche migliorative nel suo assetto in fase di progettazione esecutiva.

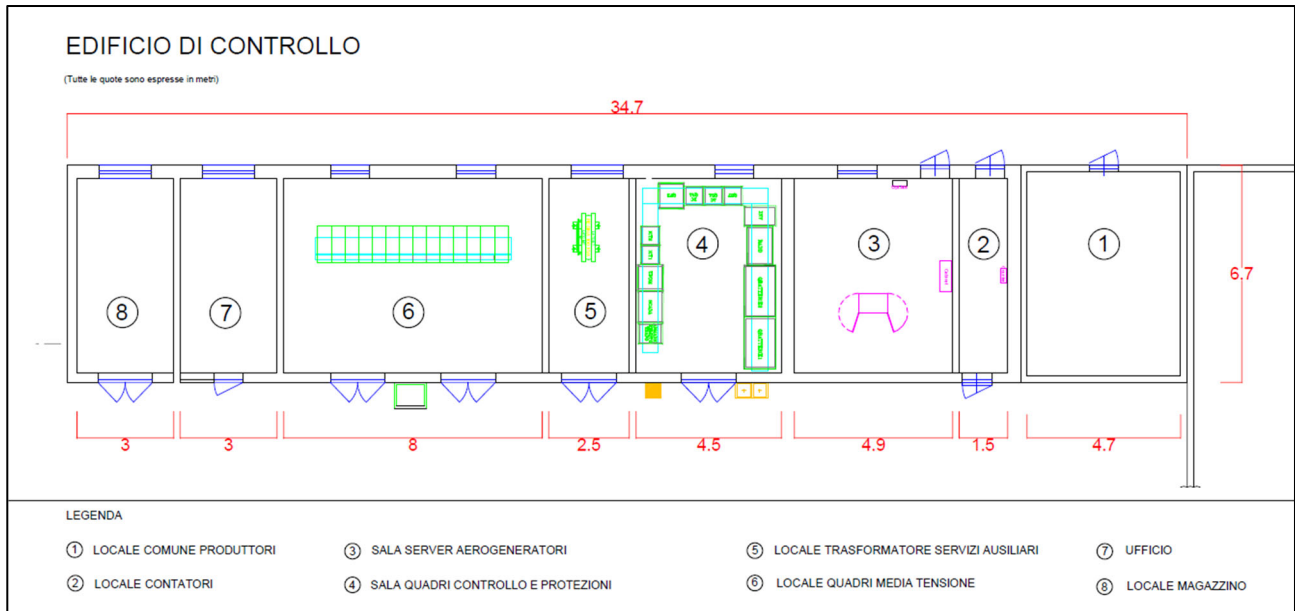


Figura 6.7.1: Edificio di comando e controllo (le quote sono espresse in metri)

Maggiori dettagli sono riportati negli elaborati di progetto “MLOE075 Sottostazione Elettrica Utente - piante, prospetti e sezioni” e “MLOE074 Sottostazione Elettrica Utente - planimetria e sezioni elettromeccaniche”.

6.8 Opere civili

Le principali opere civili previste riguardano:

- scotico superficiale;
- scavo di sbancamento e successivo consolidamento per garantire la necessaria qualità del sottofondo;
- eventuali opere strutturali necessarie alla preparazione dell'area (palificate e/o gabbionate);
- realizzazione della rete di terra;
- realizzazione della rete idraulica di smaltimento acque bianche;
- realizzazione fondazioni in c.a. per apparecchiature a 150 kV;
- sistemazione delle aree sottostanti le apparecchiature 150 kV con area inghiaziata;
- realizzazione di sottofondo stradale per lo spessore complessivo di 0,50 cm;

- realizzazione dell'impianto di illuminazione esterna, con l'installazione di corpi illuminanti LED su pali tronco conici a stelo dritto lungo il perimetro;
- realizzazione muro perimetrale, del tipo chiuso con pannelli prefabbricati in calcestruzzo e paletti in calcestruzzo, infissi su fondazione in c.a., per una altezza complessiva fuori terra pari a 2,5 m;
- realizzazione di un ingresso carrabile (larghezza 7 m) e di uno pedonale, lungo il muro perimetrale;
- realizzazione viabilità perimetrale di larghezza di 8 m intorno alla SEU 150/33 kV;
- realizzazione accesso da pubblica viabilità sino al cancello di ingresso presso la SEU 150/33 kV.

7. ANALISI DEL RISCHIO ELETTROCUZIONE

L'elettrocuzione si verifica con il passaggio di corrente nel corpo umano dovuto al contatto diretto tra corpo – elemento in tensione.

L'entità del danno provocato dall'elettrocuzione dipende dalla durata del fenomeno, dall'intensità della corrente che attraversa l'organismo, dalle condizioni dell'organismo coinvolto e dagli organi interessati dal passaggio di corrente.

In questa trattazione si valuta il rischio di elettrocuzione nelle seguenti situazioni:

- contatti elettrici diretti;
- contatti elettrici indiretti;
- fulminazione diretta.

Per quanto riguarda i **contatti elettrici diretti**, la norma CEI 11-1 classifica le parti di impianto quali aerogeneratori e stazione di trasformazione come aree elettriche chiuse e gli elettrodotti interrati come esterni ad aree elettriche chiuse.

Pertanto, nel caso di aerogeneratori e stazione di trasformazione, le misure di protezione riguardano involucri, barriere, ostacoli e distanziamento, sulla base delle misure di cui al punto 7.1.3.2 della norma stessa.

Nel caso degli elettrodotti interrati, in base al punto 7.1.3.1 della norma citata, si adottano misure di protezione contro i contatti elettrici diretti quali distanziamento e involucri (nello specifico si adoperano cavi con guaina e schermo di isolamento e si farà ricorso alla metodologia di posa tipo M indicata dalla norma CEI 11-17).

Inoltre, si adoperano ulteriori accorgimenti relativamente ad eventuali contatti diretti:

- utilizzo di componenti dotati di marchio CE (Direttiva CEE 73/23);
- utilizzo di componenti aventi un idoneo grado di protezione alla penetrazione di solidi e liquidi;

- collegamenti effettuati utilizzando cavo rivestito con guaina esterna protettiva, idoneo per la tensione nominale utilizzata e alloggiato in condotto portacavi idoneo allo scopo.

La Norma CEI 64-8 Parte 4 “Prescrizioni per la sicurezza” e la Norma CEI 11-1 parte 7 “Misure di Sicurezza vengono comunque rispettate.

Per quanto riguarda i **contatti elettrici indiretti**, presso ogni aerogeneratore è realizzato un impianto di terra, costituito da anelli concentrici in alluminio interrati e connessi con le fondazioni dell'aerogeneratore.

Essi sono collegati alle sbarre di terra, presso le quali vengono connesse tutte le parti metalliche presenti all'interno dell'aerogeneratore.

Gli accorgimenti relativi ad eventuali contatti indiretti, in presenza dell'elettrodotto interrato, riguarda la posa, sul fondo dello scavo, di una treccia di rame della sezione di 90 mm², tale da connettere tra loro tutte le maglie di terra intorno agli aerogeneratori, formando un unico impianto di terra.

Gli schermi dei cavi in corrispondenza dei giunti sono collegati a tale treccia.

Per quanto riguarda la sottostazione, la protezione da contatti indiretti è assicurata dall'impianto di terra, connesso a tutte le parti metalliche non in tensione e al centro stella del trasformatore.

In particolare, si prendono i seguenti accorgimenti:

- collegamento al conduttore di protezione PE di tutte le masse, ivi compresi i centri stella dei trasformatori MT/BT installati presso gli aerogeneratori, ad eccezione degli involucri metallici delle apparecchiature di Classe II;
- i dispositivi di protezione intervengono in caso di primo guasto verso terra con un ritardo massimo di 0,4 secondi, oppure entro 55 secondi con la tensione sulle masse in quel periodo non superiore a 50 V. In ogni caso verranno rispettate le prescrizioni riportate nella Norma CEI 64-8 Parte 4 “Prescrizioni per la sicurezza” e della Norma CEI 11-1 parte 7 “Misure di Sicurezza.

Per quanto riguarda la protezione contro le **fulminazioni dirette**, gli aerogeneratori sono dotati di un sistema di protezione, costituito da un anello di alluminio disposto sulle pale, una rete di terra intorno alla relativa fondazione e una linea di drenaggio.

8. COLLEGAMENTO ELETTRICO A 150 KV

Il collegamento tra la Stazione Elettrica Condivisa e il futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) 380/150 kV della RTN, nel Comune di Melfi, è realizzato tramite una linea interrata a 150 kV di lunghezza pari a circa 5.494 m ed è composta da una terna di cavi unipolari di sezione di 1200 mm², con conduttore a corda rigida rotonda, compatta e tamponata di rame ricotto non stagnato, isolante costituito da uno strato di polietilene reticolato estruso insieme ai 2 strati semiconduttivi (tripla

estrusione), schermo a fili di rame con sovrapposizione di una guaina in alluminio saldata longitudinalmente, una guaina esterna in PE qualità ST7 con rivestimento in grafite, U_0/U_n (U_{max}) 87/150 (170) kV e portata nominale di 1200 A.

La terna di cavi a 150 kV è installata secondo una posa a trifoglio a 1,60 m dal piano del suolo e su un letto di sabbia di 0,1 m, è ricoperta da uno strato di sabbia di 0,4 m, mentre una lastra protettiva in cemento ne assicura la protezione meccanica.

A 0,7 m dal piano del suolo un nastro monitore ha lo scopo di segnalare la presenza dei cavi al fine di evitarne eventuali danneggiamenti seguenti a scavi da parte di terzi.

La terna di cavi AT è distante sul piano orizzontale almeno 0,3 m dal cavo in fibra ottica, mentre nel letto di sabbia è previsto anche un cavo unipolare di protezione, così come rappresentato nel dettaglio dell'elaborato di progetto "MLOE092 Sezione tipica della trincea di cavidotto AT" nella figura seguente.

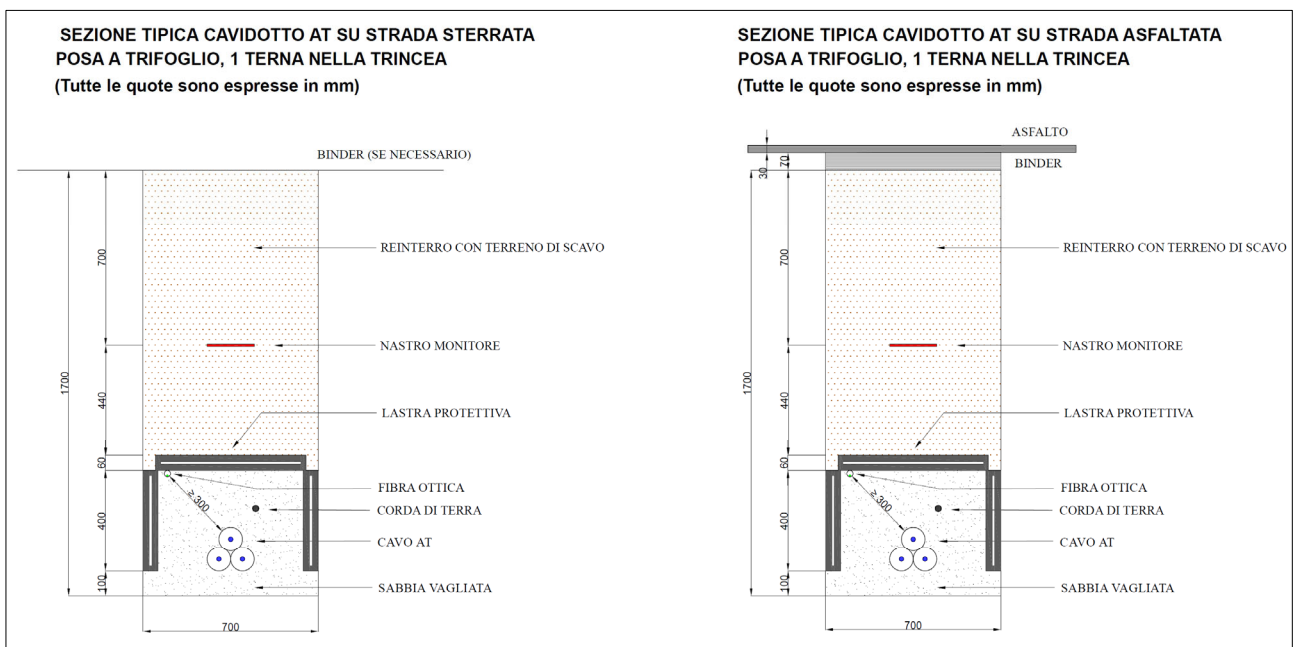


Figura 8.1: Sezione tipica della terna di cavi AT su strada sterrata e asfaltata

Il dimensionamento dei cavi è stato effettuato in modo che la corrente di impiego I_b risulti inferiore alla portata effettiva del cavo stesso I'_z , ottenuta a partire dalla portata nominale del cavo I_z e tenendo presente le condizioni di posa adottate, e considerando una potenza totale ipotetica di 250 MW (nel calcolo è stata assunta una temperatura del terreno di 20 °C, una profondità di posa dei cavi di 1,6 m, un valore di resistività termica del terreno di 1,5 K m/W e, per maggiore cautela, un fattore di potenza di 0,90).

LINEA	DA	A	L [m]	SEZIONE [mm ²]	I_b [A]	I'_z [A]	$\Delta V_r, \%$	$\Delta P_r, \%_{TOT}$
Linea a 150 kV	SEC	Ampliamento della SE RTN Terna 380/150 kV	5.494	1200	1069,2	1164,0	0,387	0,057

Tabella 8.1: Calcolo del dimensionamento della linea elettrica a 150 kV

La scelta della sezione, della tipologia e delle condizioni di posa dei cavi presi in considerazione potrà eventualmente subire modifiche in fase di progettazione esecutiva, a seconda delle condizioni operative riscontrate (un valore di resistività termica del terreno lungo il tracciato previsto, ottenuto in seguito ad una misurazione, potrà eventualmente rendere il calcolo più accurato).