

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



PROGETTO DEFINITIVO PARCO EOLICO VAL D'AGRI

Titolo elaborato:

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE

TL	GD	GD	EMISSIONE	07/12/22	0	0
REDATTO	CONTR.	APPROV.	DESCRIZIONE REVISIONE DOCUMENTO	DATA	REV	

PROPONENTE



BASILICATA PRIME S.R.L.

VIA G. GARIBALDI N. 15
74023 GROTTAGLIE (TA)

CONSULENZA



GE.CO.D'OR S.R.L.

VIA G. GARIBALDI N. 15
74023 GROTTAGLIE (TA)

PROGETTISTA

ING. GAETANO D'ORONZIO
VIA GOITO 14 – COLOBRARO (MT)

Codice
VAOE067

Formato
A4

Scala
/

Foglio
1 di 41

Sommarario

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO	3
3. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO.....	5
4. LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO.....	6
5. AEROGENERATORE DI PROGETTO	9
5.1 Descrizione generale dell'aerogeneratore.....	9
5.2 Quadri elettrici in Media Tensione a 33 kV degli aerogeneratori.....	12
6. DISTRIBUZIONE A 33 KV E SCHEMA ELETTRICO DEL PARCO EOLICO	14
6.1. Sistema di distribuzione a 33 kV	14
6.2. Schema di collegamento elettrico	19
6.3. Linee di cavi elettrici a 33 kV	21
6.4. Tipologia posa e dati tecnici del cavo di collegamento utilizzato	22
6.5. Dimensionamento delle linee elettriche a 33 kV	27
7. SOTTOSTAZIONE ELETTRICA DI UTENTE.....	28
7.1 Descrizione Stazione Elettrica Utente.....	30
7.2 Apparecchiature AT 150 KV	31
7.3 Sistemi di misura	32
7.4 Sistema di automazione	32
7.5 Sistema di protezione	32
7.6 Servizi ausiliari.....	32
7.7 Rete di terra	33
7.8 Edificio di comando e controllo	33
7.9 Opere civili	34
8. ANALISI DEL RISCHIO ELETTRICIZZAZIONE	35
9. STAZIONE DI CONDIVISIONE	36
10. CAVI IN ALTA TENSIONE	40

1. PREMESSA

La “**Basilicata Prime S.r.l.**” è una società costituita per realizzare un impianto eolico da 68,2 MW, denominato “**Parco Eolico Val d’Agri**”, nel territorio del Comune di Montemurro (PZ), Armento (PZ) e Gallicchio (PZ) nella Regione Basilicata con Stazione Elettrica di trasformazione Utente 150/33 kV (SEU) nel Comune di Armento, stazione in condivisione con altri produttori nel Comune di Aliano e punto di connessione a 150 kV in corrispondenza della Stazione Elettrica di trasformazione (SE) RTN Terna 380/150 kV anch’essa localizzata nel Comune di Aliano.

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 Basilicata 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).

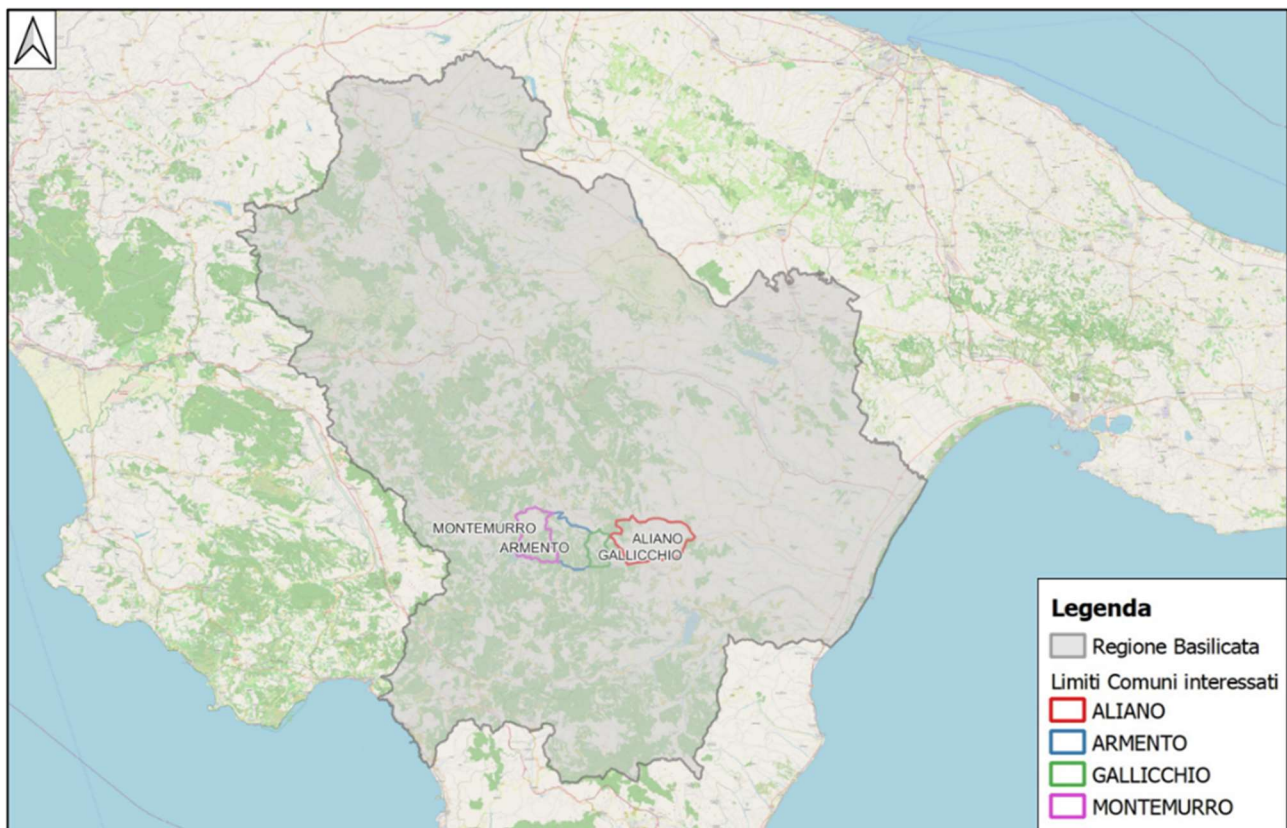


Figura 1.1: Localizzazione del Parco Eolico Val d’Agri

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 30 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 in immissione di 68,2 MWp ed è costituito da 11 aerogeneratori di potenza pari a 6,2 MWp, altezza torre pari a 115 m e rotore pari a 170 m, collegati tra loro mediante un sistema di cavi interrati a 33 kV, opportunamente dimensionati e collegati alla Stazione Elettrica di trasformazione Utente 150/33 kV all'interno del Comune di Armento.

La SEU 150/33 kV è collegata, mediante un cavo interrato in Alta Tensione a 150 kV di lunghezza di circa 18,485 km, con la stazione condivisa di Aliano, a sua volta collegata mediante un cavo interrato in Alta Tensione a 150 kV di lunghezza di circa 6 km alla Stazione Elettrica di trasformazione della RTN a 380/150 kV denominata “Aliano”.

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 (0,69/33 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.

Le opere ed infrastrutture previste riguardano:

- Opere civili: comprendenti l'esecuzione dei plinti di fondazione delle macchine eoliche, la realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori, l'adeguamento e/o ampliamento della rete viaria esistente nel sito e la realizzazione della viabilità di servizio interna all'impianto;
- Opere impiantistiche: comprendenti l'installazione degli aerogeneratori e l'esecuzione dei collegamenti elettrici in cavidotti interrati.

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

In quest'ultima è presente un trasformatore elevatore 150/33 kV di potenza di 90 MVA oltre al sistema di monitoraggio, comando, misura e supervisione dell'intero impianto, in grado di valutarne le prestazioni ed il funzionamento da remoto.

4. LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto interessa prevalentemente il Comune di Montemurro (PZ), ove ricadano 4 aerogeneratori, il Comune di Armento (PZ), ove ricadono 6 aerogeneratori e la SEU 150/33 kV, il Comune di Gallicchio (PZ), ove ricade 1 aerogeneratore, e il Comune di Aliano (MT) dove ricadono la sottostazione condivisa con altri produttori e la SE RTN Terna 380/150 kV all'interno della quale verrà realizzato il nuovo stallo AT 150 kV per connettere l'impianto eolico alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) (Figura 4.1).

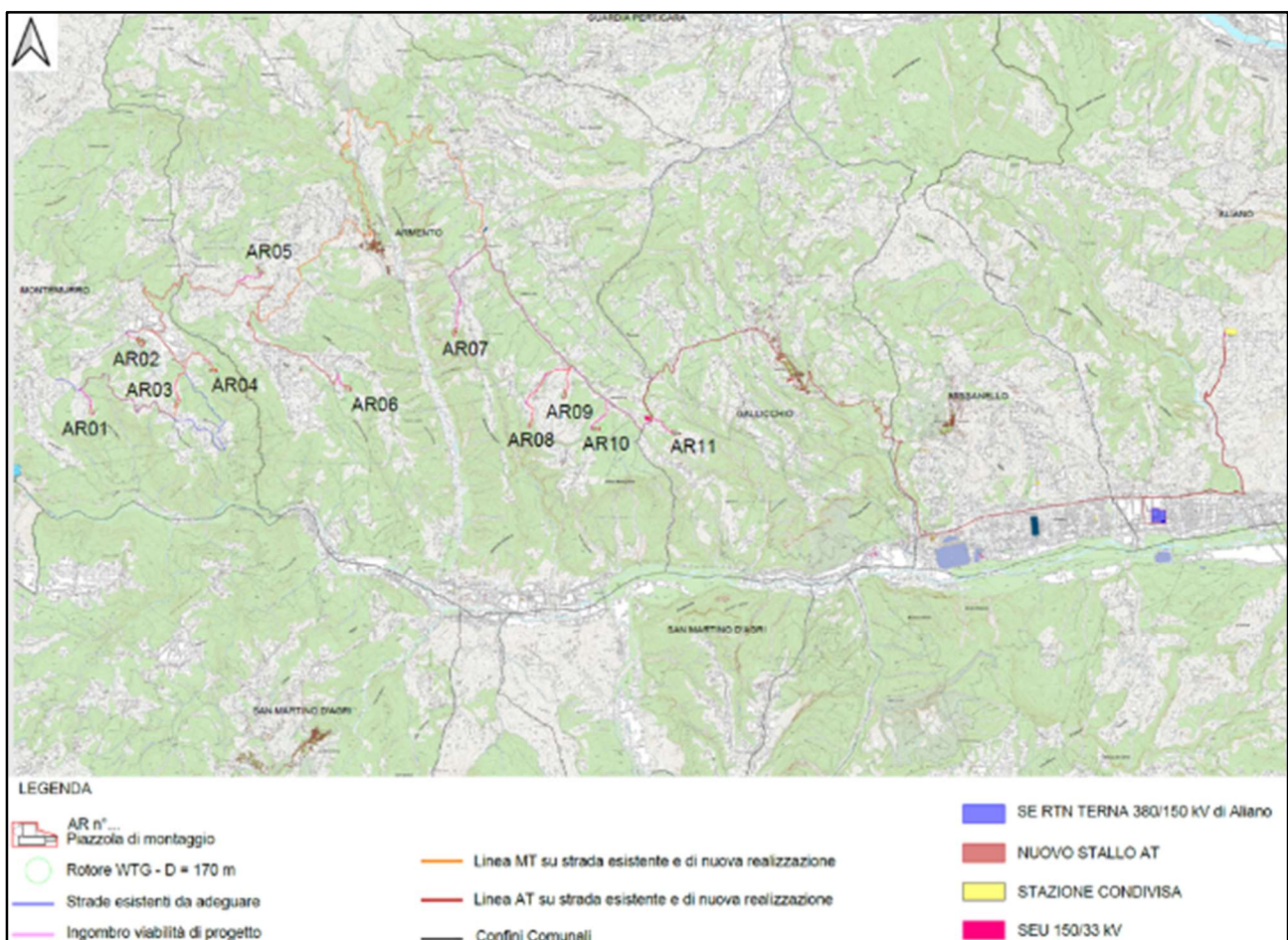


Figura 4.1: Inquadramento territoriale - Limiti amministrativi comuni interessati

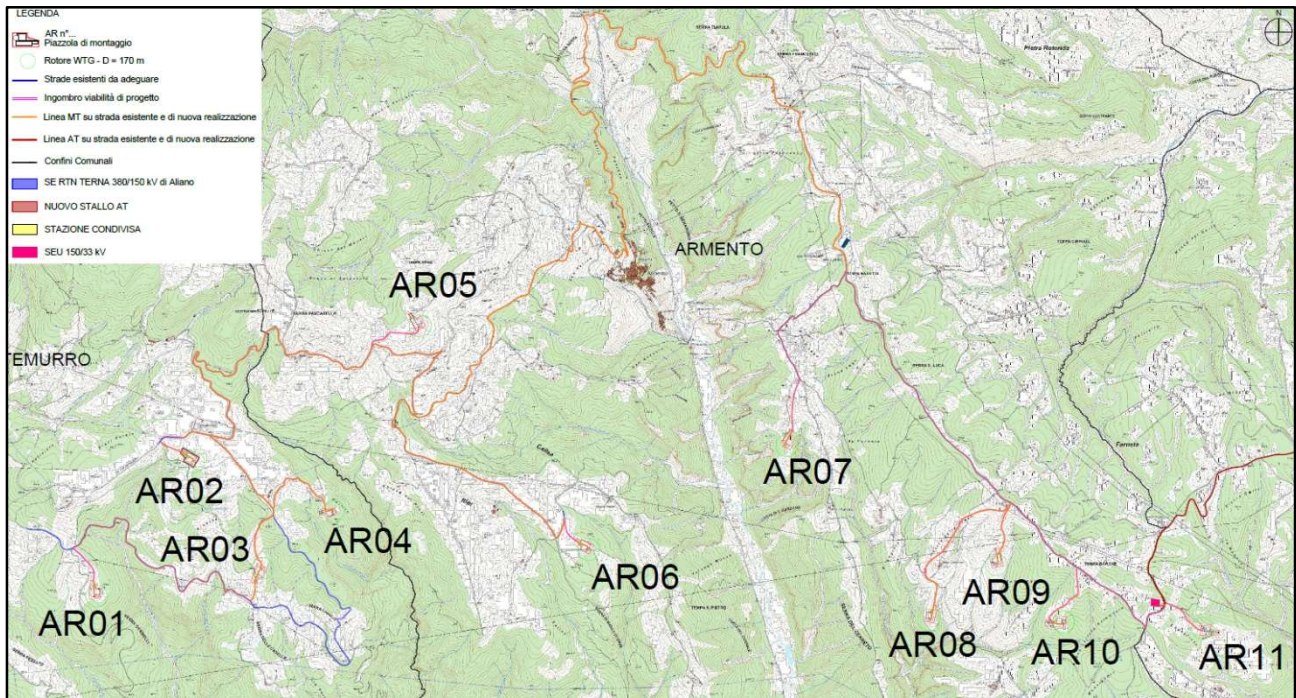


Figura 4.2: Layout d'impianto con aerogeneratori e SEU 150/33 kV su CTR

La soluzione di connessione (soluzione tecnica minima generale STMG - codice pratica del preventivo di connessione C.P. 202101538) prevede che l'impianto eolico venga collegato in antenna a 150 kV su un nuovo stallo della Stazione Elettrica di trasformazione della RTN (SE) a 380/150 kV denominata "Aliano" (Figura 4.3).

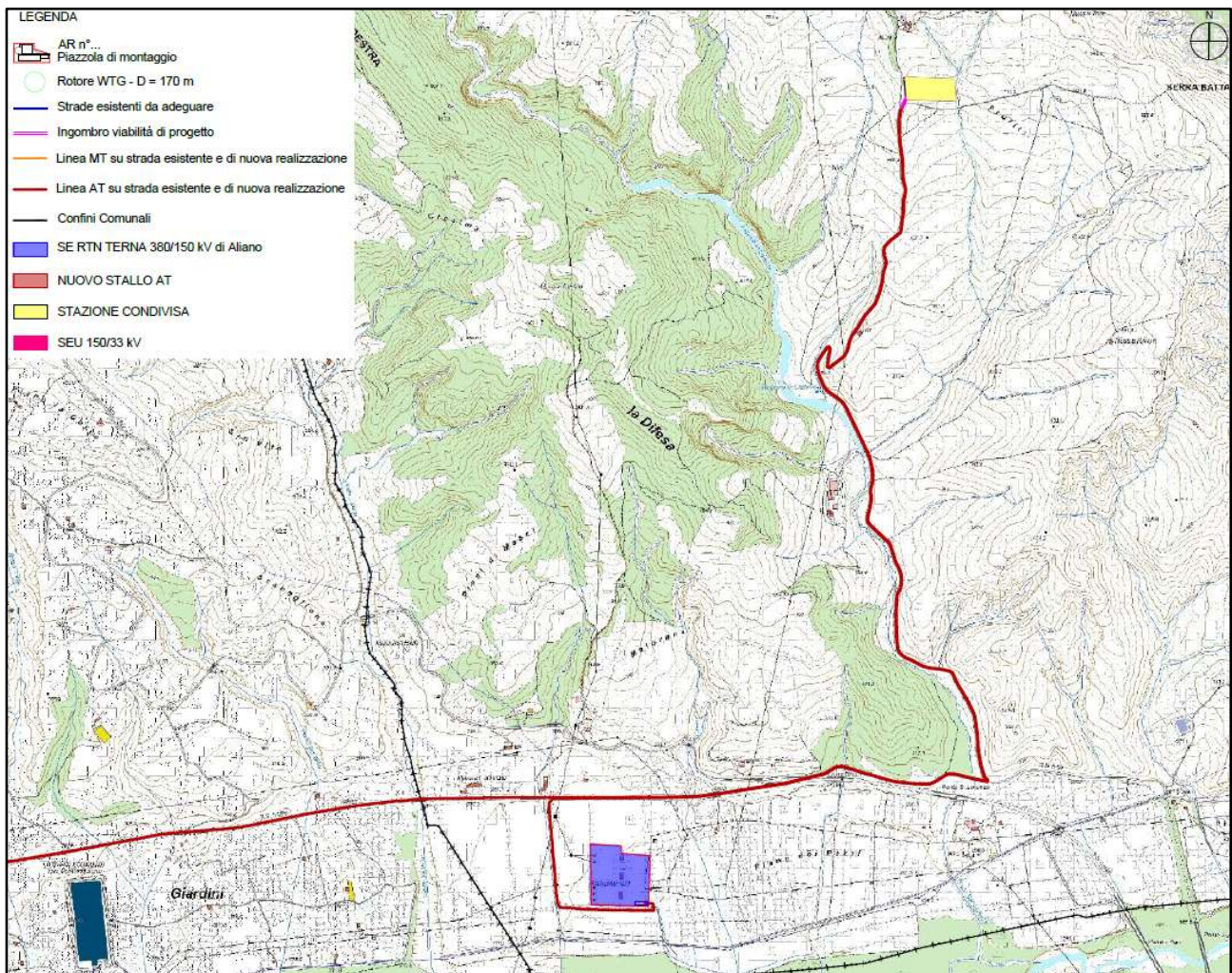


Figura 4.3: Stazione condivisa di Aliano e SE RTN Terna 380/150 kV Aliano su CTR

Il Gestore ha inoltre prescritto che lo stallo occupato dall'impianto debba essere condiviso con altri produttori e, a tal fine, si prevede di realizzare una stazione elettrica condivisa con altri produttori, collegata alla SE RTN mediante la posa in opera, su strade esistenti o da realizzarsi per lo scopo, di una linea Alta Tensione a 150 kV interrata di lunghezza complessiva di circa 6 km.

Le linee elettriche interrate a 33 kV sono allocate prevalentemente in corrispondenza del sistema di viabilità interna necessario anche per la costruzione e la gestione futura dell'impianto.

Il sistema di viabilità è realizzato prevalentemente adeguando il sistema viario esistente e realizzando nuovi tratti di raccordo per consentire il transito dei mezzi eccezionali.



Figura 4.4: Layout d'impianto con viabilità di progetto, strade esistenti o di nuova realizzazione, linee elettriche a 33 kV, linee a 150 kV, SEU 150/33 kV, stazione condivisa e SE 380/150 kV di Aliano su Ortofoto

Si riportano di seguito le coordinate delle posizioni scelte per l'installazione degli aerogeneratori e le relative caratteristiche.

ID	Comune	Foglio	Particella	Latitudine [°]	Longitudine [°]	D _{rotore} [m]	H _{tot} [m]	H _{hub} [m]
AR01	Montemurro	56	81	40.284384	16.015401	170	200	115
AR02	Montemurro	47	2	40.293744	16.024487	170	200	115
AR03	Montemurro	48	38	40.286214	16.030729	170	200	115
AR04	Montemurro	47	73	40.290155	16.037346	170	200	115
AR05	Armento	30	95	40.303170	16.045512	170	200	115
AR06	Armento	57	10	40.287263	16.060763	170	200	115
AR07	Armento	49	90	40.294414	16.079120	170	200	115
AR08	Armento	61	90	40.282025	16.092013	170	200	115
AR09	Armento	63	2	40.285832	16.098284	170	200	115
AR10	Armento	63	137	40.281757	16.104428	170	200	115
AR11	Galicchio	27	113	40.281172	16.117212	170	200	115

Tabella 4.1: Localizzazione e caratteristiche degli aerogeneratori di progetto

5. AEROGENERATORE DI PROGETTO

5.1 Descrizione generale dell'aerogeneratore

L'aerogeneratore è una macchina rotante che trasforma l'energia cinetica del vento in energia elettrica ed è essenzialmente costituito da una torre (suddivisa in più parti), dalla navicella, dal Drive Train, dall'Hub e tre pale che costituiscono il rotore.

Per il presente progetto una delle possibili macchine che potrebbe essere installata è il modello Siemens Gamesa SG 170, di potenza nominale pari a 6,2 MWp, altezza torre all'hub pari a 115 m e diametro del rotore di 170 m (**Figura 5.1.1**).

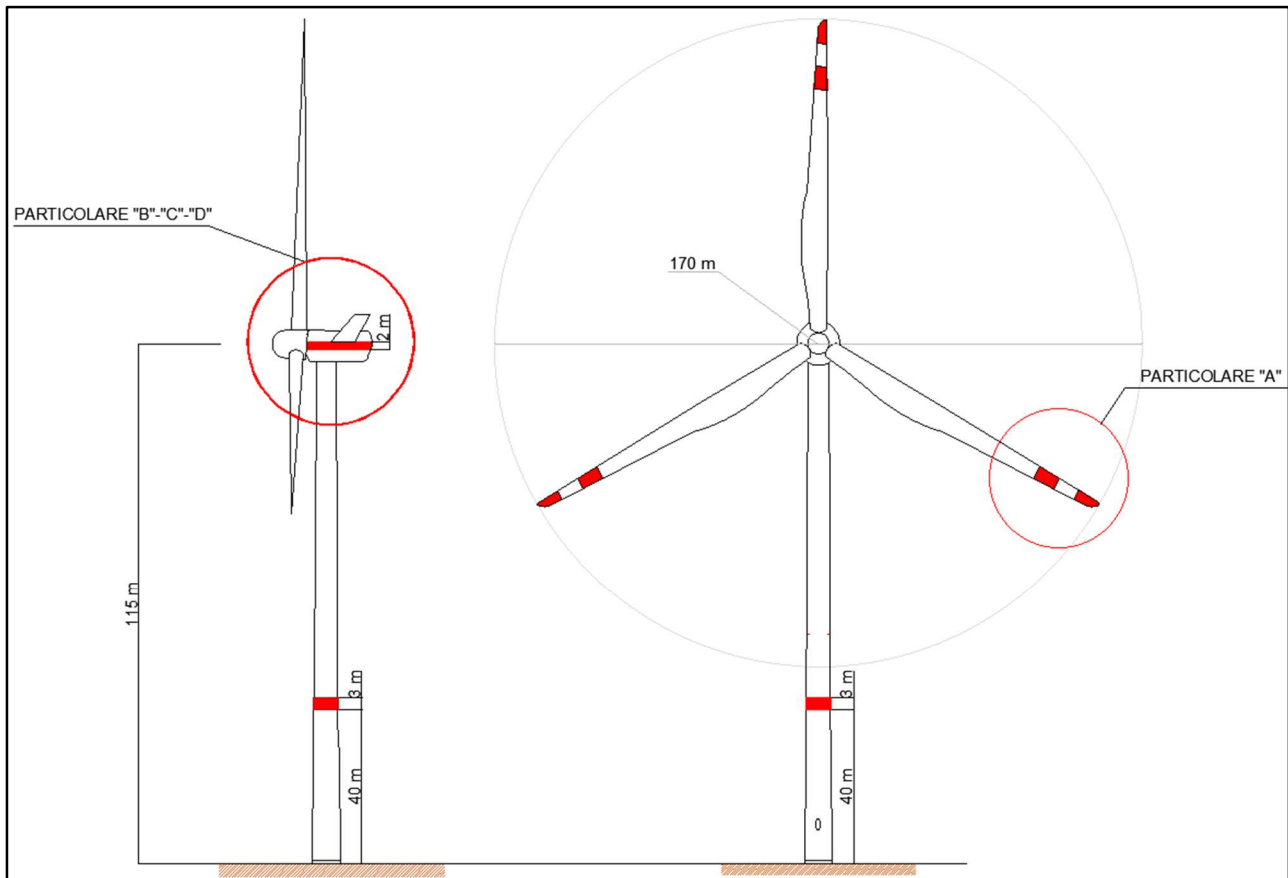


Figura 5.1.1: Profilo aerogeneratore SG170 da 6,2 MWp

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, di diametro pari a 170 metri, è a passo variabile in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro, posto sopravvento al sostegno, con mozzo rigido in acciaio. Altre specifiche tecniche sono riassunte nella **Tabella 5.1.1**.

Technical Specifications	
Rotor	
Type	3-bladed, horizontal axis
Position	Upwind
Diameter	170 m
Swept area	22,698 m ²
Power regulation	Pitch & torque regulation with variable speed
Rotor tilt	6 degrees
Blade	
Type	Self-supporting
Blade length	83.5 m
Max chord	4.5 m
Aerodynamic profile	Siemens Gamesa proprietary airfoils
Material	G (Glassfiber) – CRP (Carbon Reinforced Plastic)
Surface gloss	Semi-gloss, < 30 / ISO2813
Surface color	Light grey, RAL 7035 or White, RAL 9018
Aerodynamic Brake	
Type	Full span pitching
Activation	Active, hydraulic
Load-Supporting Parts	
Hub	Nodular cast iron
Main shaft	Nodular cast iron
Nacelle bed frame	Nodular cast iron
Mechanical Brake	
Type	Hydraulic disc brake
Position	Gearbox rear end
Nacelle Cover	
Type	Totally enclosed
Surface gloss	Semi-gloss, <30 / ISO2813
Color	Light Grey, RAL 7035 or White, RAL 9018
Generator	
Type	Asynchronous, DFIG
Grid Terminals (LV)	
Baseline nominal power ..	6.0 MW / 6.2 MW
Voltage	690 V
Frequency	50 Hz or 60 Hz
Yaw System	
Type	Active
Yaw bearing	Externally geared
Yaw drive	Electric gear motors
Yaw brake	Active friction brake
Controller	
Type	Siemens Integrated Control System (SICS)
SCADA system	SGRE SCADA
Tower	
Type	Tubular steel / Hybrid
Hub height	100 m to 165 m and site-specific
Corrosion protection	Painted
Surface gloss	Semi-gloss, <30 / ISO-2813
Color	Light grey, RAL 7035 or White, RAL 9018
Operational Data	
Cut-in wind speed	3 m/s
Rated wind speed	11.0 m/s (steady wind without turbulence, as defined by IEC61400-1)
Cut-out wind speed	25 m/s
Restart wind speed	22 m/s
Weight	
Modular approach	Different modules depending on restriction

Tabella 5.1.1: Specifiche tecniche aerogeneratore

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.

In accordo alle disposizioni dell'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile), ognuna delle macchine è dotata di un sistema di segnalazione notturna per la segnalazione aerea, che prevede l'utilizzo di una luce rossa sull'estradosso della navicella.

Una segnalazione diurna consistente nella verniciatura della parte estrema della pala con tre bande di colore rosso ciascuna di 6 m per un totale di 18 m è previsto per gli aerogeneratori di inizio e fine tratto. 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, rilevato l'eventuale incendio, attivano un sistema di spegnimento ad acqua atomizzata ad alta pressione nel caso di incendi dei componenti meccanici e a gas inerte (azoto) nel caso di incendi dei componenti elettrici (cabine elettriche e trasformatore).

Oltre a tale sistema 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 ed 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.

5.2 Quadri elettrici in Media Tensione a 33 kV degli aerogeneratori

Ad ognuno degli aerogeneratori corrisponde un Quadro Elettrico a 33 kV, costituito da componenti in Media Tensione sulla piattaforma più bassa e Interruttori di protezione del trasformatore.

A seconda della posizione di ogni turbina nello schema unifilare, successivamente riportato, si ha una particolare configurazione del Quadro a 33 kV.

In particolare, sono riportate nelle figure seguenti le due configurazioni elettriche dei Quadri elettrici considerate nello schema unifilare:

- Fine Linea

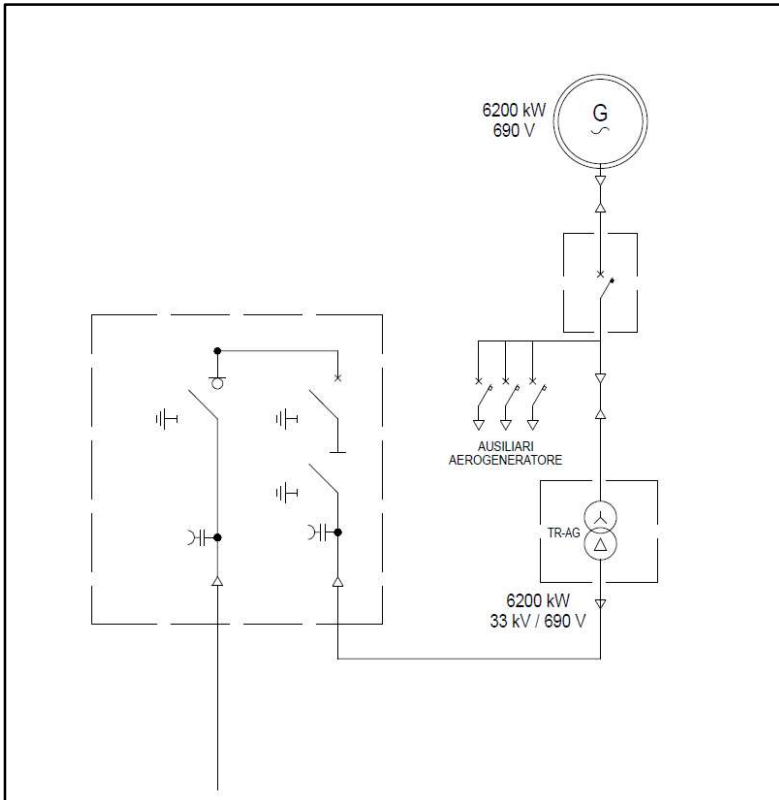


Figura 5.2.1: Configurazione di fine linea

- Entra – Esci

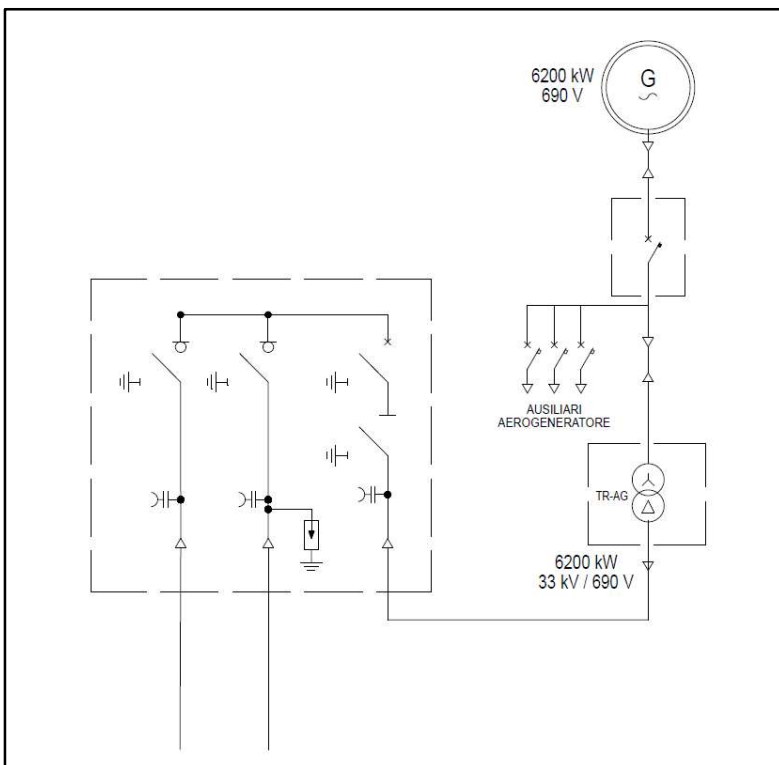


Figura 5.2.2: Configurazione di Entra – Esci

Gli aerogeneratori sono suddivisi in 5 sottocampi o circuiti, ognuno collegato alla Stazione Elettrica Utente e costituito da 2 o 3 macchine, collegate tra loro secondo lo schema riportato in tabella.

CIRCUITO	AEROGENERATORE	CONFIGURAZIONE QUADRO ELETTRICO AEROGENERATORE
CIRCUITO A	AR01	Fine Linea
	AR03	Entra – Esci
CIRCUITO B	AR04	Fine Linea
	AR02	Entra – Esci
CIRCUITO C	AR06	Fine Linea
	AR05	Entra – Esci
CIRCUITO D	AR07	Fine Linea
	AR08	Entra – Esci
CIRCUITO E	AR09	Fine Linea
	AR10	Entra – Esci
	AR11	Entra – Esci

Tabella 5.2.1: Suddivisione in circuiti degli aerogeneratori e tipologia di Quadro Elettrico

6. DISTRIBUZIONE A 33 KV E SCHEMA ELETTRICO DEL PARCO EOLICO

6.1. Sistema di distribuzione a 33 kV

Il “Parco Eolico Val D’Agri” è caratterizzato da una potenza complessiva di 68,2 MWp, ottenuta da 11 aerogeneratori di potenza 6,2 MWp ciascuno.

Gli aerogeneratori sono collegati elettricamente tra loro mediante cavi a 33 kV in modo da formare 5 sottocampi (Circuiti A, B, C, D e E) di 2 o 3 WTG (Wind Turbine Generator); ognuno di tali circuiti, associato ad un colore diverso per maggiore chiarezza di esposizione, è collegato mediante cavo interrato a 33 kV alla SEU 150/33 kV di Armento, come esplicitato nella **Tabella 6.1.1**.

Sottocampo o Circuito	Aerogeneratori	Potenza totale [MWp]
CIRCUITO A	AR01 – AR03	12,4
CIRCUITO B	AR04 – AR 02	12,4
CIRCUITO C	AR06 – AR05	12,4
CIRCUITO D	AR07 – AR08	12,4
CIRCUITO E	AR09 – AR10 – AR11	18,6

Tabella 6.1.1: Distribuzione linee a 33 kV

Gli aerogeneratori sono stati collegati elettricamente secondo un criterio che tiene in considerazione i valori di cadute di tensione e perdite di potenza e l’ottimizzazione delle lunghezze dei cavi utilizzati.

Lo schema a blocchi di riferimento, nel quale sono indicate le sezioni e le lunghezze del cavo di ogni tratto di linea e nel quale gli aerogeneratori di ogni linea sono collegati tra loro secondo lo schema in entra – esci e in fine linea, è riportato nella **Figura 6.1.1** (maggiori dettagli sono riportati nell’elaborato di progetto “VAOE074 Distribuzione MT – schema a blocchi”).

L'aerogeneratore capofila (fine linea) è collegato al resto del circuito, i restanti sono collegati tra loro in Entra – Esci e ognuno dei 5 circuiti è collegato alla SEU 150/33 kV di Armento.

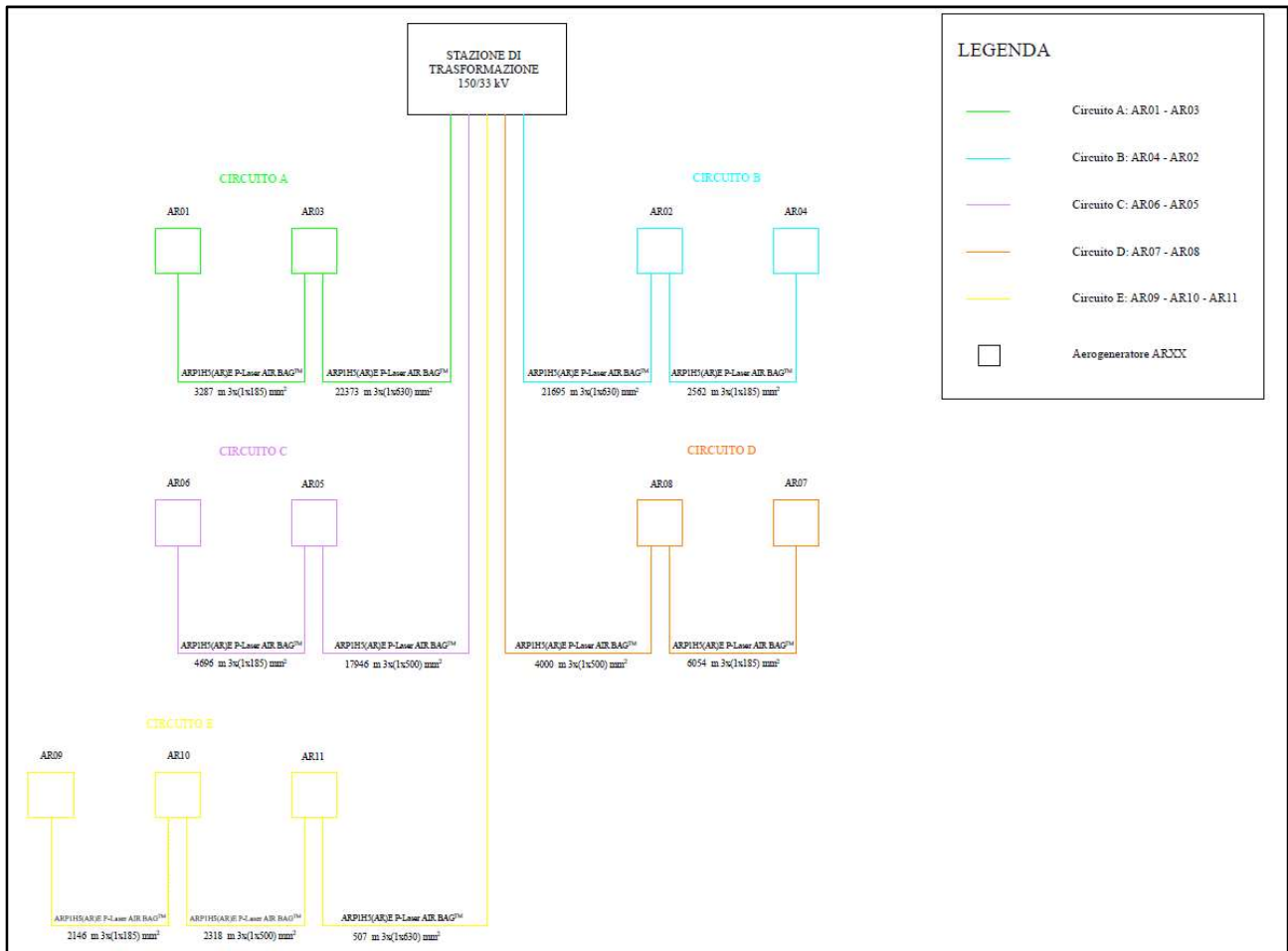


Figura 6.1.1: Schema a blocchi del Parco Eolico Val D'Agri

Nel seguito sono riportati la planimetria di distribuzione delle linee a 33 kV per i cinque circuiti e i relativi dettagli.

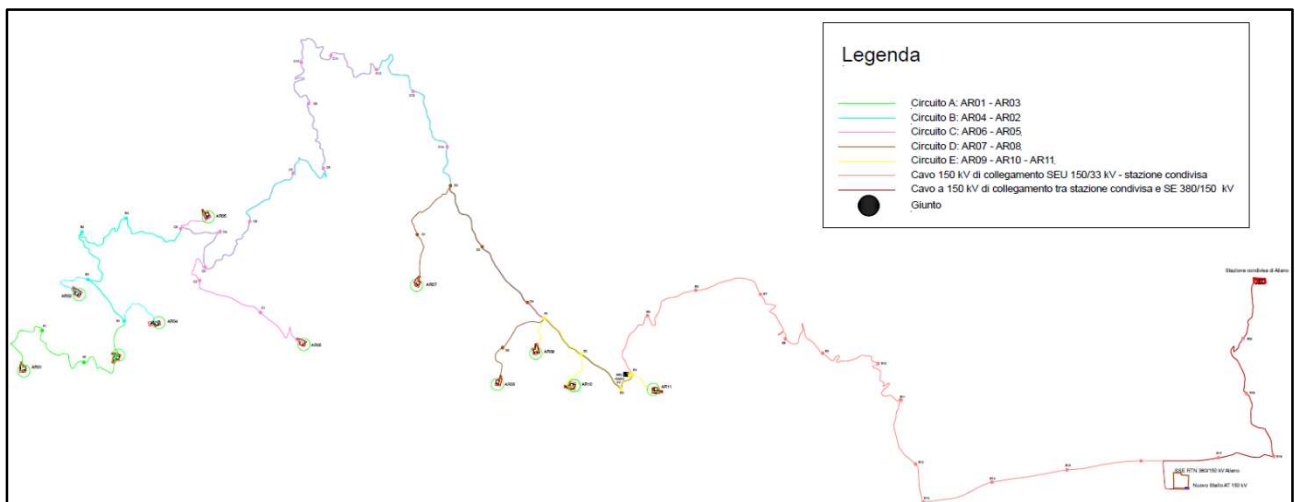


Figura 6.1.2: Planimetria generale di distribuzione linee a 33 kV e a 150 kV di collegamento

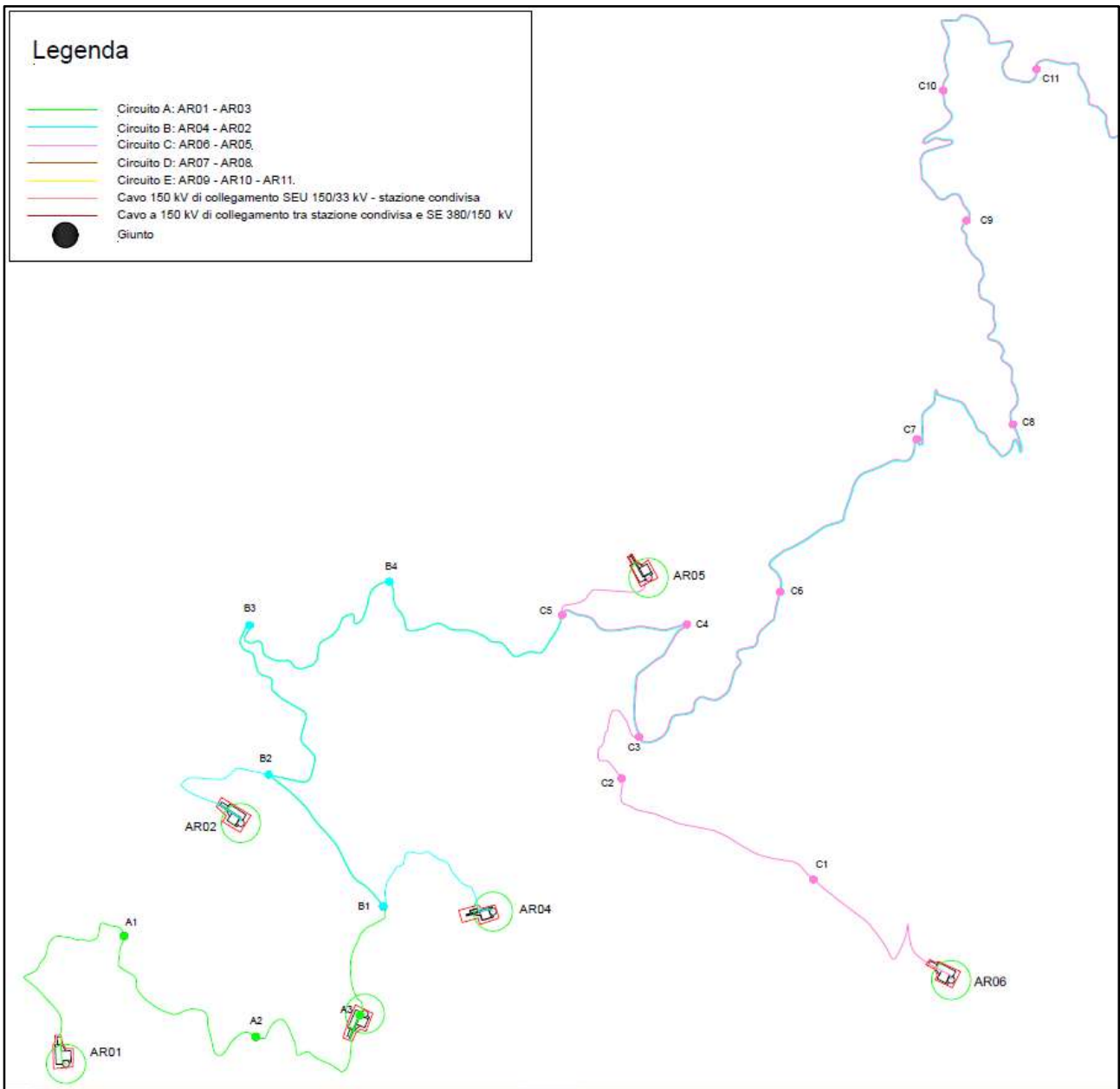


Figura 6.1.3: Dettaglio 1 - planimetria di distribuzione linee a 33 kV di collegamento tra gli aerogeneratori

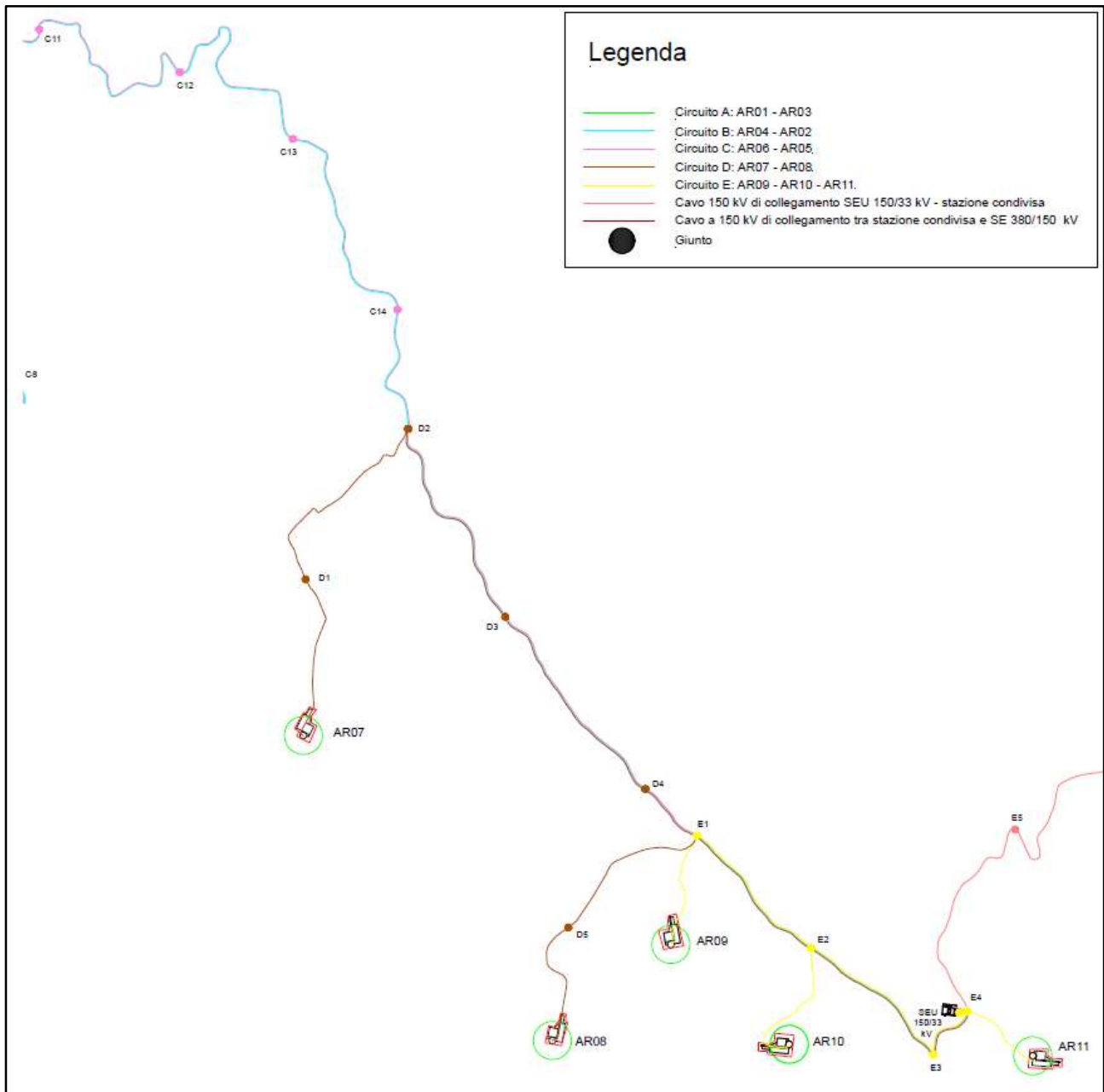


Figura 6.1.4: Dettaglio 2 - planimetria di distribuzione linee a 33 kV di collegamento tra gli aerogeneratori, tra i circuiti e la SEU 150/33 kV e linea a 150 kV di collegamento tra la SEU 150/33 kV e la stazione condivisa

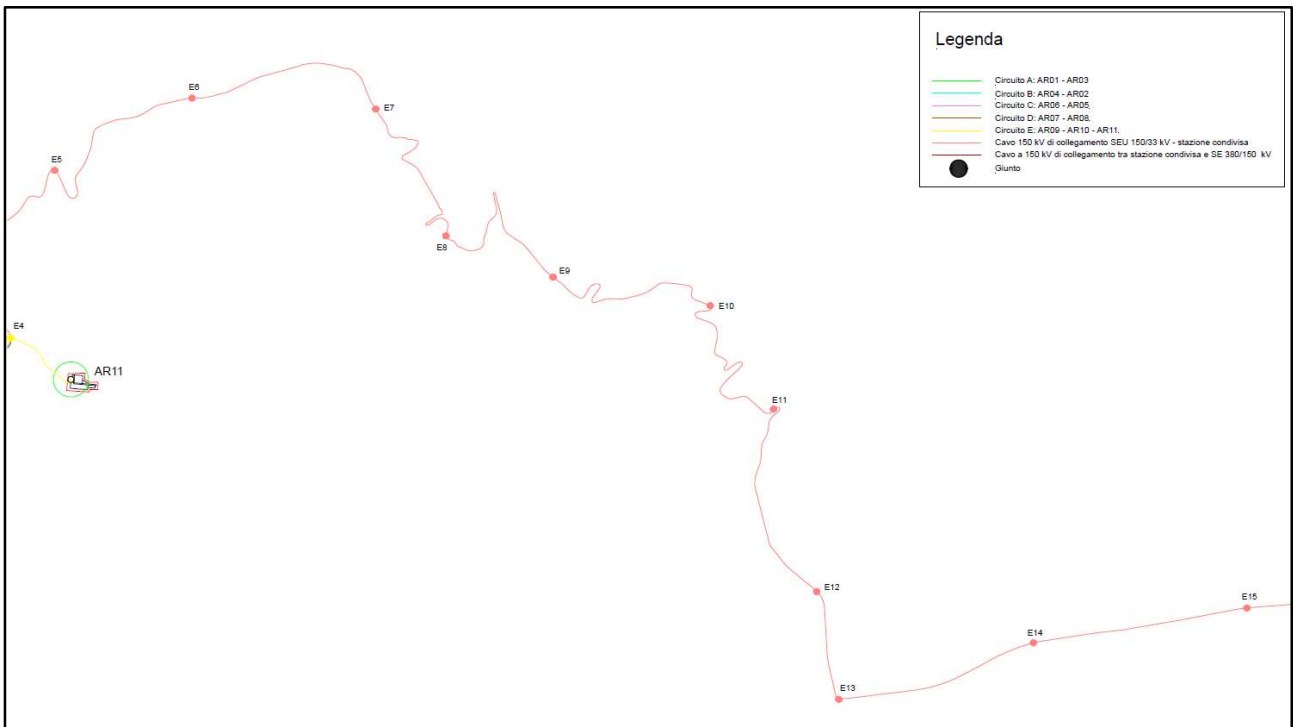


Figura 6.1.5: Dettaglio 3 - planimetria di distribuzione linea a 150 kV di collegamento tra la SEU 150/33 kV e la stazione condivisa

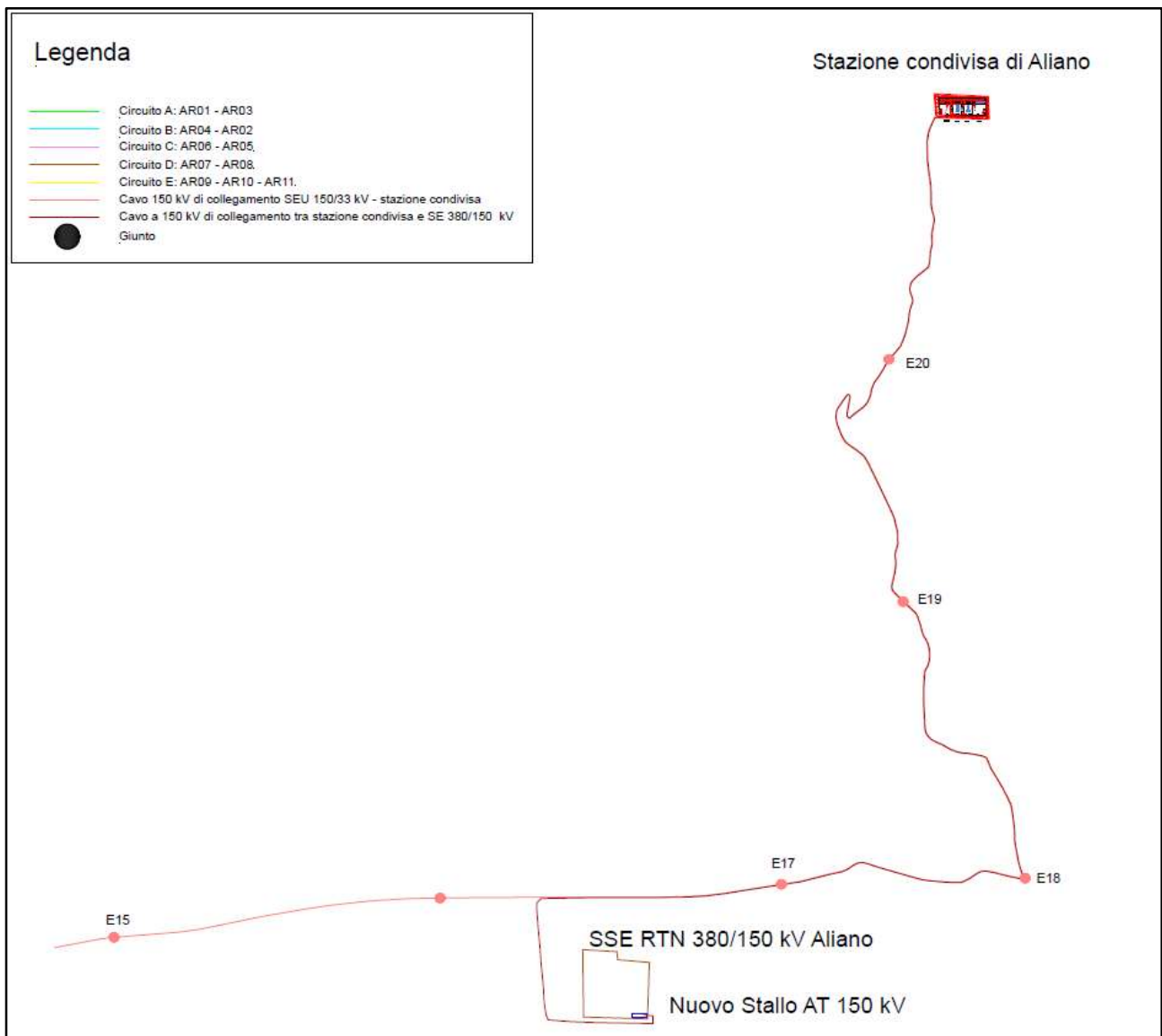


Figura 6.1.6: Dettaglio 4 - planimetria di distribuzione linee a 150 kV di collegamento tra la SEU 150/33 kV e la stazione condivisa e tra la stazione condivisa e la SE RTN 380/150 kV

6.2. Schema di collegamento elettrico

Nella figura seguente viene riportato lo schema elettrico unifilare del Parco Eolico Val D'Agri, nel quale si esplicita la suddivisione elettrica dei vari circuiti, le linee di collegamento, la SEU 150/33 kV e la stazione condivisa. Maggiori dettagli sono riportati negli elaborati di progetto "VAOE101 Sottostazione elettrica utente - schema unifilare", "VAOE083 Sottostazione elettrica utente - schema unifilare" e "VAOE094 Schema elettrico unifilare degli impianti di utente e di RTN (limitatamente allo stallo di competenza)".

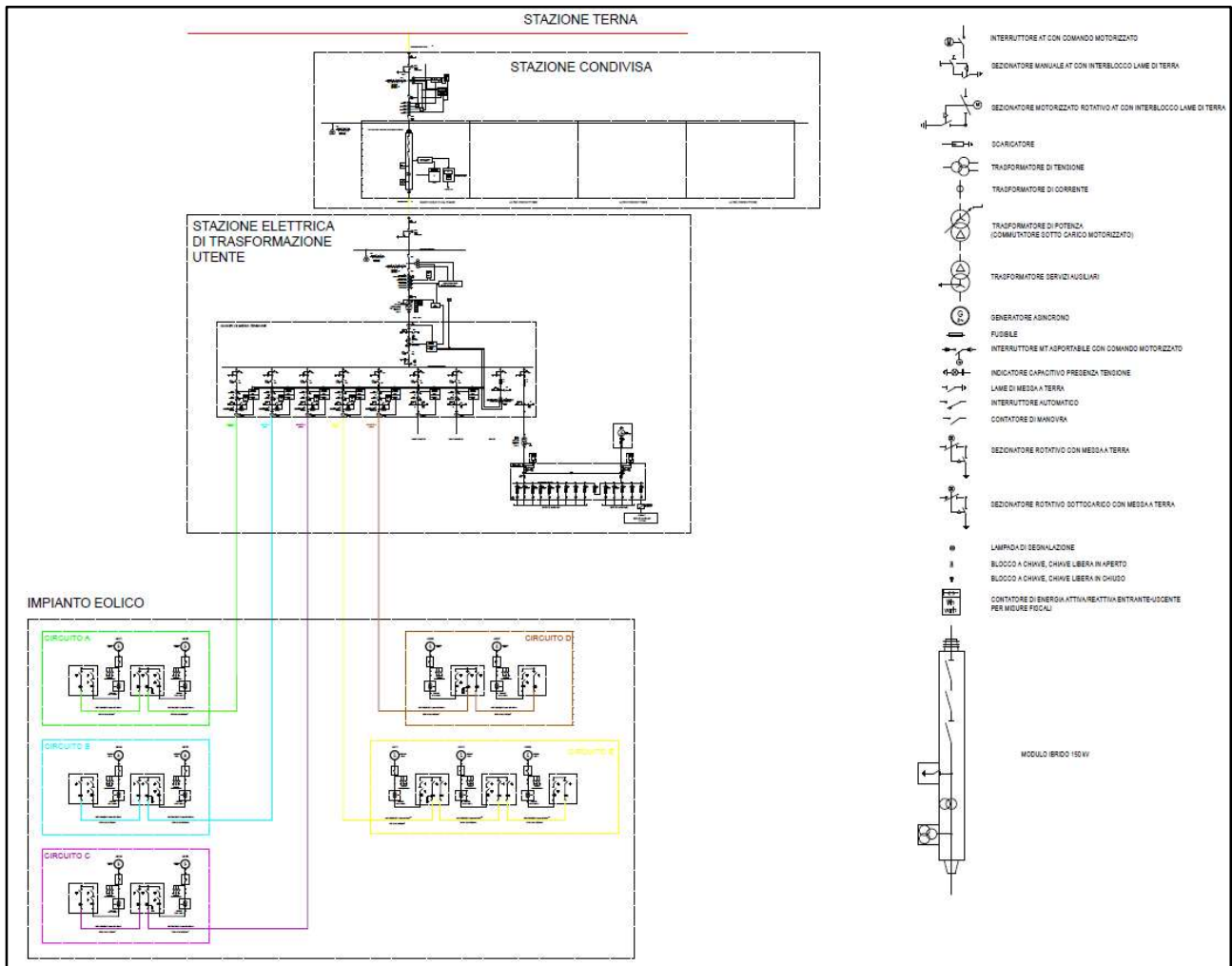


Figura 6.2.1: Schema elettrico unifilare dell'impianto utente

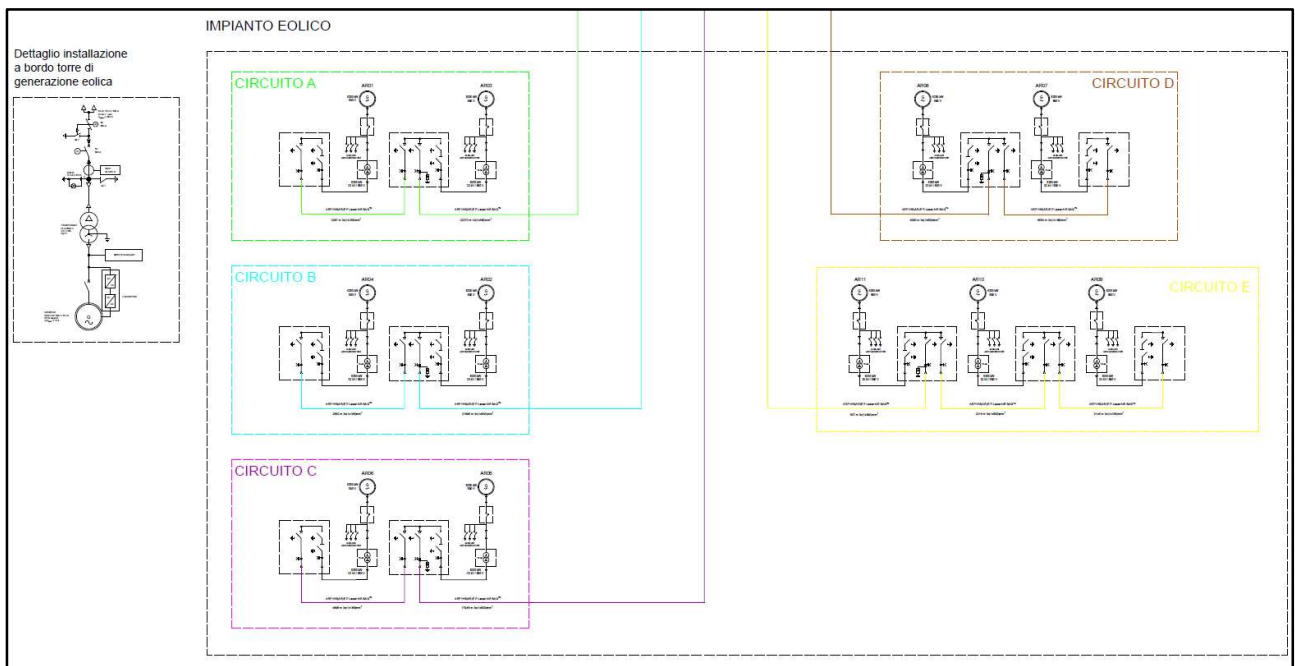


Figura 6.2.2: Dettaglio schema unifilare aerogeneratori di progetto

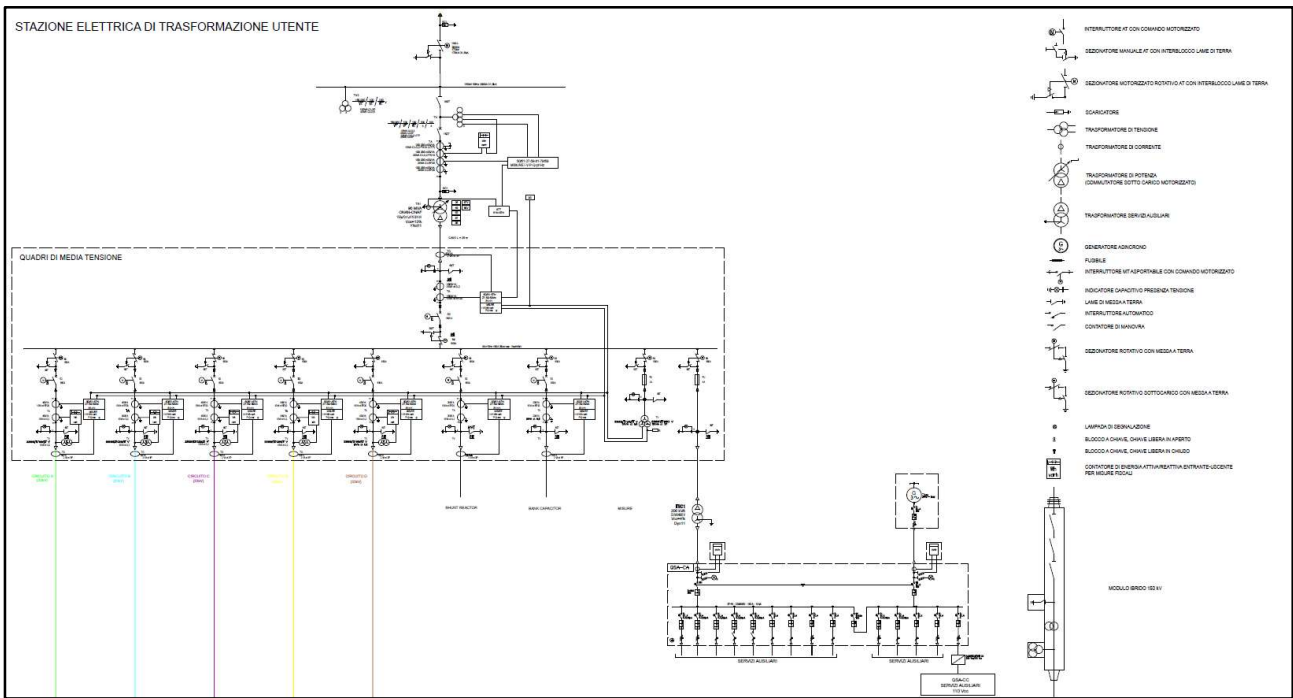


Figura 6.2.3: Dettaglio schema unifilare SEU 150/33 kV

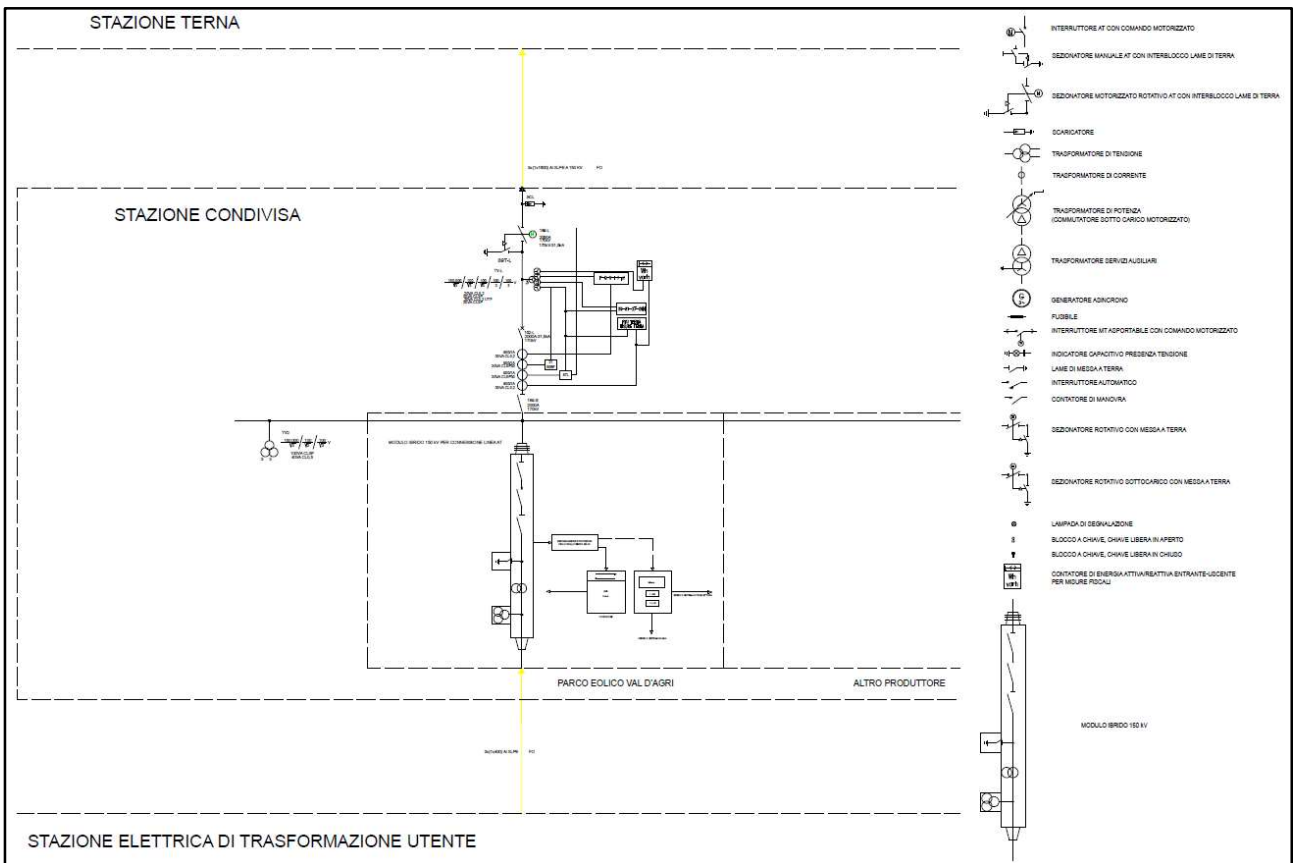


Figura 6.2.4: Dettaglio schema unifilare stazione condivisa

6.3. Linee di cavi elettrici a 33 kV

Le lunghezze e sezioni dei cavi per ogni linea a 33 kV di collegamento che costituisce una tratta del circuito sono indicate nella seguente tabella.

PARCO EOLICO VAL D'AGRI					
CIRCUITO A	Lunghezza tratta [m]	sezione cavo [mm ²]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
AR01 - AR03	3287	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
AR03 - SEU 150/33 kV	22373	630	AL 3x(1x630)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
CIRCUITO B	Lunghezza tratta [m]	sezione cavo [mm ²]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
AR04 - AR02	2562	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
AR02 - SEU 150/33 kV	21695	630	AL 3x(1x630)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
CIRCUITO C	Lunghezza tratta [m]	sezione cavo [mm ²]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
AR06 - AR05	4696	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
AR05 - SEU 150/33 kV	17946	500	AL 3x(1x500)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
CIRCUITO D	Lunghezza tratta [m]	sezione cavo [mm ²]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
AR07 - AR08	6054	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
AR08 - SEU 150/33 kV	4000	500	AL 3x(1x500)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
CIRCUITO E	Lunghezza tratta [m]	sezione cavo [mm ²]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
AR09 - AR10	2146	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
AR10 - AR11	2318	500	AL 3x(1x500)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
AR11 - SEU 150/33 kV	507	630	AL 3x(1x630)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian

Tabella 6.3.1: Lunghezze e sezioni linee a 33 kV

Tenendo presente lo schema a blocchi riportato nella **Figura 6.1.1** e le **Figure 6.1.2 ÷ 6.1.6**, nella tabella seguente è riportata la suddivisione in tratte di cavidotto per i circuiti.

TRATTA			CIRCUITO A		CIRCUITO B		CIRCUITO C		CIRCUITO D		CIRCUITO E		
DA	A	LUNGHEZZA [m]	N. CAVI	FORMAZIONE CAVO	N. CAVI	FORMAZIONE CAVO	N. CAVI	FORMAZIONE CAVO	N. CAVI	FORMAZIONE CAVO	N. CAVI	FORMAZIONE CAVO	
AR01	A1	1196	1	3x(1x185)									
	A1	A2	1136	1	3x(1x185)								
	A2	A3	909	1	3x(1x185)								
AR03	A3	46	2	3x(1x185) + 3x(1x630)									
	A3	B1	613	1	3x(1x630)								
AR04	B1	889			1	3x(1x185)							
	B1	B2	846	1	3x(1x630)	1	3x(1x185)						
AR02	B2	827			2	3x(1x185) + 3x(1x630)							
	B2	B3	1156	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)						
	B3	B4	1149	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)						
	B4	C5	1166	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)						
AR06	C1	1123					1	3x(1x185)					
	C1	C2	1122				1	3x(1x185)					
	C2	C3	609				1	3x(1x185)					
	C3	C4	647	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	2	3x(1x185) + 3x(1x500)				
	C4	C5	646	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	2	3x(1x185) + 3x(1x500)				
AR05	C5	549					2	3x(1x185) + 3x(1x500)					
	C3	C6	1168	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x500)				
	C6	C7	1170	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x500)				
	C7	C8	1116	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x500)				
	C8	C9	1158	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x500)				
	C9	C10	1133	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x500)				
	C10	C11	1153	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x500)				
	C11	C12	1180	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x500)				
	C12	C13	1198	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x500)				
	C13	C14	1118	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x500)				
	C14	D2	660	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x500)				
AR07	D1	852							1	3x(1x185)			
	D1	D2	1080						1	3x(1x185)			
	D2	D3	1123	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x500)	1	3x(1x185)		
	D3	D4	1112	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x500)	1	3x(1x185)		
	D4	E1	351	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x500)	1	3x(1x185)		
AR08	D5	686							2	3x(1x185) + 3x(1x500)			
	D5	E1	850						2	3x(1x185) + 3x(1x500)			
AR09	E1	600									1	3x(1x185)	
	E1	B2	803	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x500)	1	3x(1x185)		
AR10	E2	743									2	3x(1x185) + 3x(1x500)	
	E2	B3	818	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)		
	E3	B4	304	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)		
AR11	E4	453									2	3x(1x500) + 3x(1x630)	
	E4	SEU 150/33 kV	54	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)	1	3x(1x630)

Tabella 6.3.2: Suddivisione in tratte delle linee elettriche associate ai circuiti

6.4. Tipologia posa e dati tecnici del cavo di collegamento utilizzato

Il cavo impiegato per il collegamento di tutte le tratte in Media Tensione è il tipo ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™ (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 elastomero 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 monitore 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 nel documento di progetto "VAOE073 Distribuzione MT - sezioni tipiche delle trincee di cavidotto", nel quale le misure sono espresse in mm.

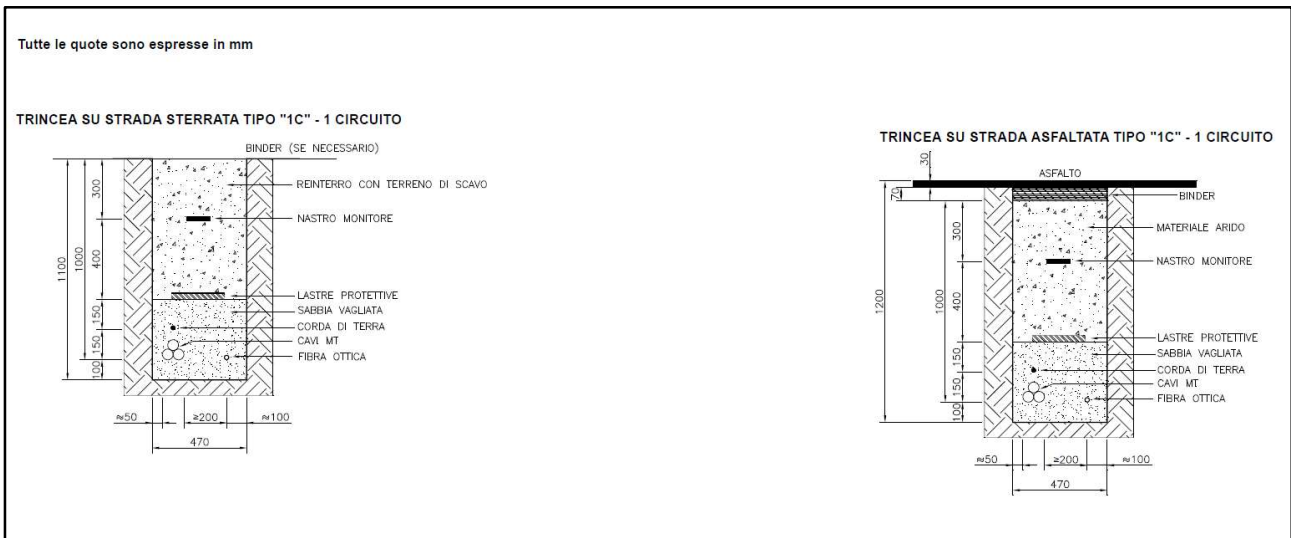


Figura 6.4.1: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto per una terna di cavi in parallelo su strada sterrata e asfaltata

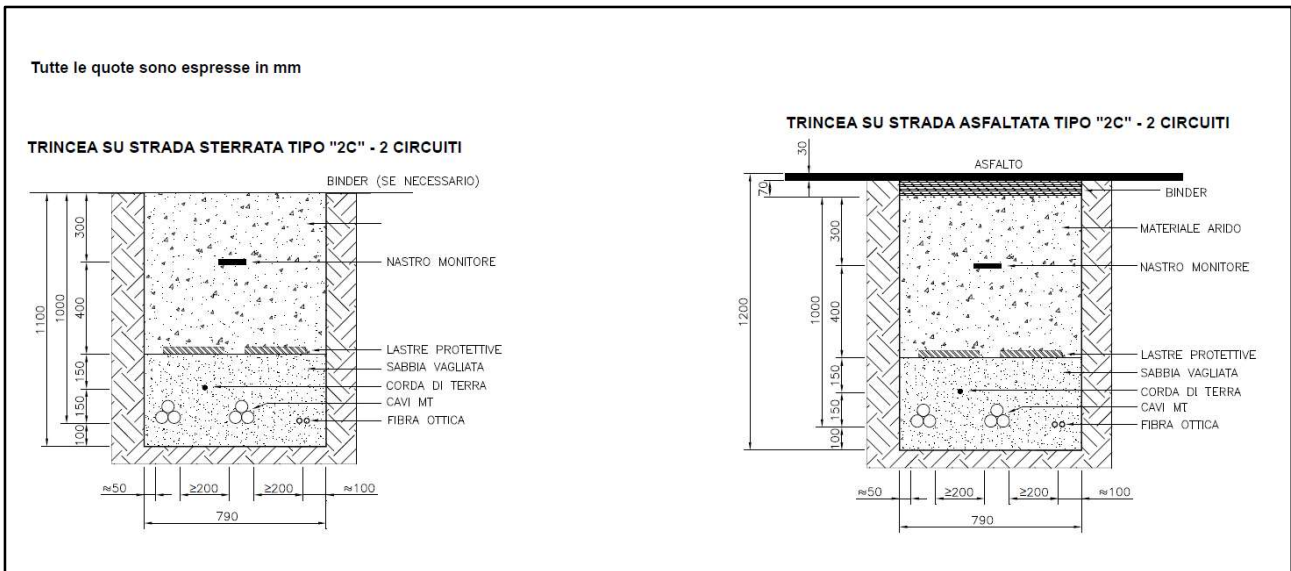


Figura 6.4.2: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto per due terne di cavi in parallelo su strada sterrata e asfaltata

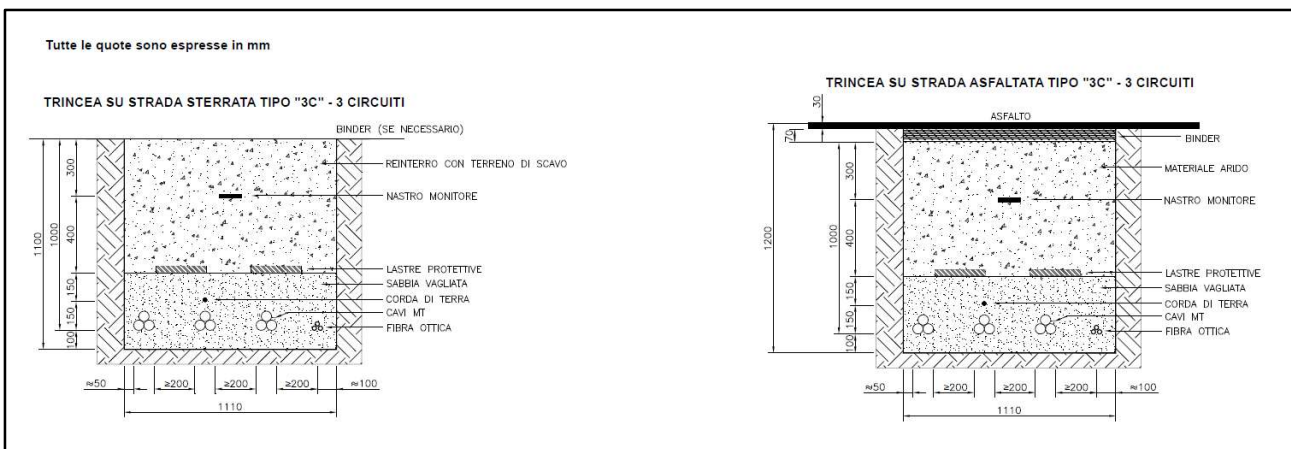


Figura 6.4.3: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto per tre terne di cavi in parallelo su strada sterrata e asfaltata

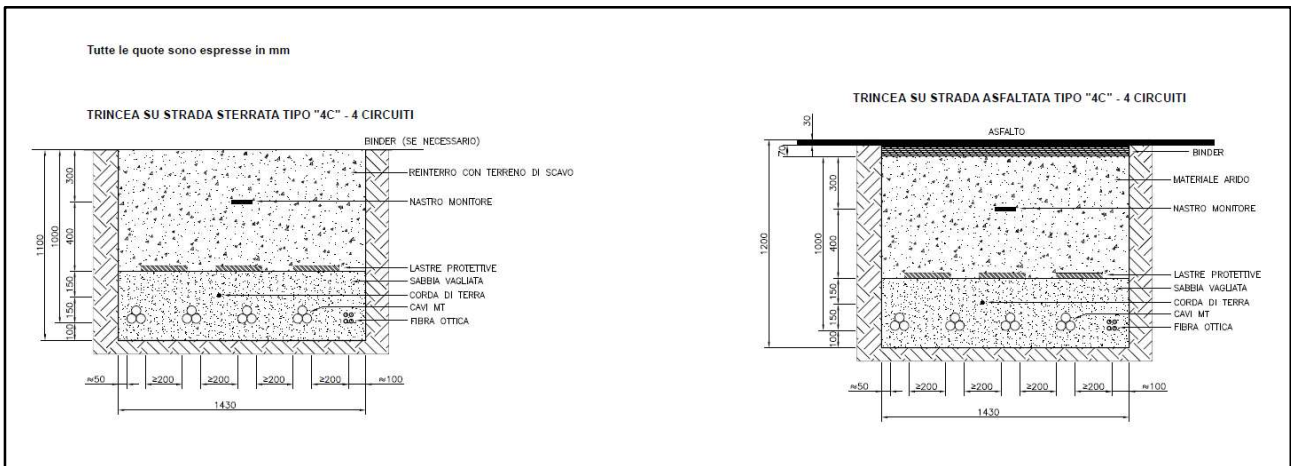


Figura 6.4.4: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto per quattro terne di cavi in parallelo su strada sterrata e asfaltata

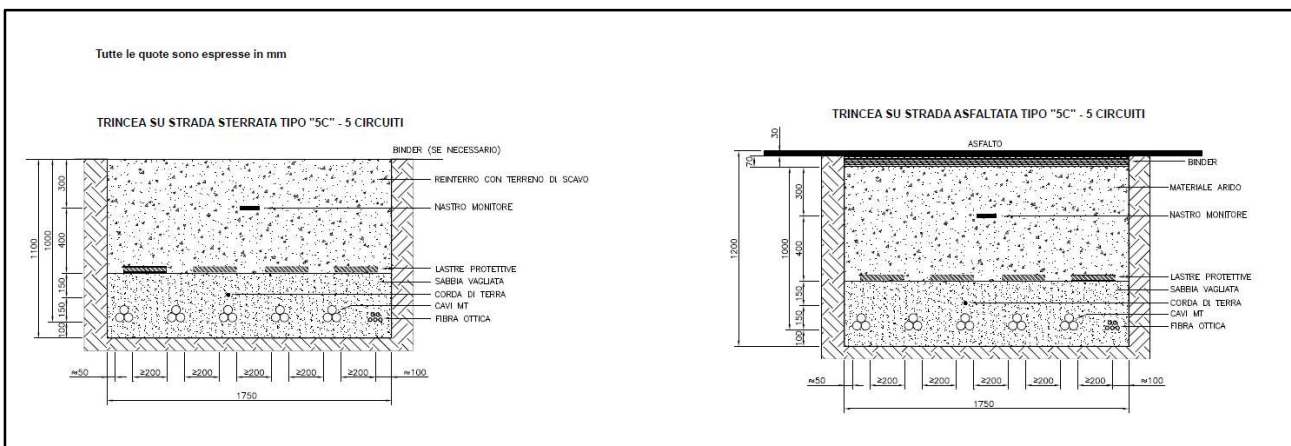


Figura 6.4.5: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto per cinque terne di cavi in parallelo su strada sterrata e asfaltata

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.

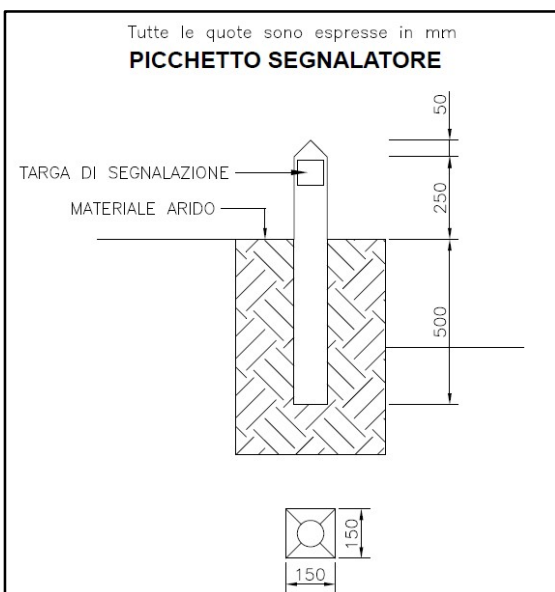


Figura 6.4.6: Sezione tipica del picchetto segnalatore

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.

Per realizzare il sistema di telecontrollo dell'intero impianto, come previsto dal progetto, 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 ("VAOE075 Schema rete di comunicazione Fibra Ottica").

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

In particolare, è previsto un sistema di terra relativo a ciascun aerogeneratore e costituito da anelli dispersori concentrici, collegati tra loro radialmente e collegati all'armatura del plinto di fondazione in vari punti, come rappresentato in dettaglio nell'elaborato di progetto "VAOE084 Schema rete di terra WTG".

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 mm², 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 "VAOE073 Distribuzione MT – sezioni tipiche delle trincee di cavidotto").

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 (maggiori dettagli sono riportati nell'elaborato di progetto "VAOE085 Schema rete di terra impianto eolico"), 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 cavo 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 lastra protettiva.

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.

6.5. 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 6.5.1** riporta i risultati ottenuti sul dimensionamento a 33 kV.

LINEA	DA	A	L [m]	SEZIONE [mm ²]	I _b [A]	I _z [A]	ΔV _r %	ΔP _r %TOT
CIRCUITO A	AR01	AR03	3.287	185	120,5	299,3	0,416	
	AR03	SEU 150/33 KV	22.373	630	241,0	443,0	2,45	
							SOMMA	SOMMA
							2,87	1,66
CIRCUITO B	AR04	AR02	2.562	185	120,5	299,3	0,324	
	AR02	SEU 150/33 KV	21.695	630	241,0	443,0	2,38	
							SOMMA	SOMMA
							2,70	1,58
CIRCUITO C	AR06	AR05	4.696	185	120,5	245,2	0,594	
	AR05	SEU 150/33 KV	17.946	500	241,0	388,6	2,25	
							SOMMA	SOMMA
							2,84	1,80
CIRCUITO D	AR07	AR08	6.054	185	120,5	245,2	0,765	
	AR08	SEU 150/33 KV	4.000	500	241,0	388,6	0,503	
							SOMMA	SOMMA
							1,27	0,690
CIRCUITO E	AR09	AR10	2.146	185	120,5	227,2	0,271	
	AR10	AR11	2.318	500	241,0	388,6	0,291	
	AR11	SEU 150/33 KV	507	630	361,6	443,0	0,0834	
							SOMMA	SOMMA
						0,645	0,264	

Tabella 6.5.1: 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 "VAOE068 Calcolo preliminare degli impianti elettrici".

7. SOTTOSTAZIONE ELETTRICA DI UTENTE

Il progetto prevede che l'impianto eolico, di potenza totale in immissione pari a 68,2 MWp e costituito da 11 aerogeneratori di potenza nominale pari a 6,2 MWp, collegati tra loro mediante un cavidotto interrato alla tensione nominale di 33 kV, convogli l'elettricità presso una Stazione Elettrica di trasformazione Utente 150/33 kV da ubicarsi nel Comune di Armento.

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).

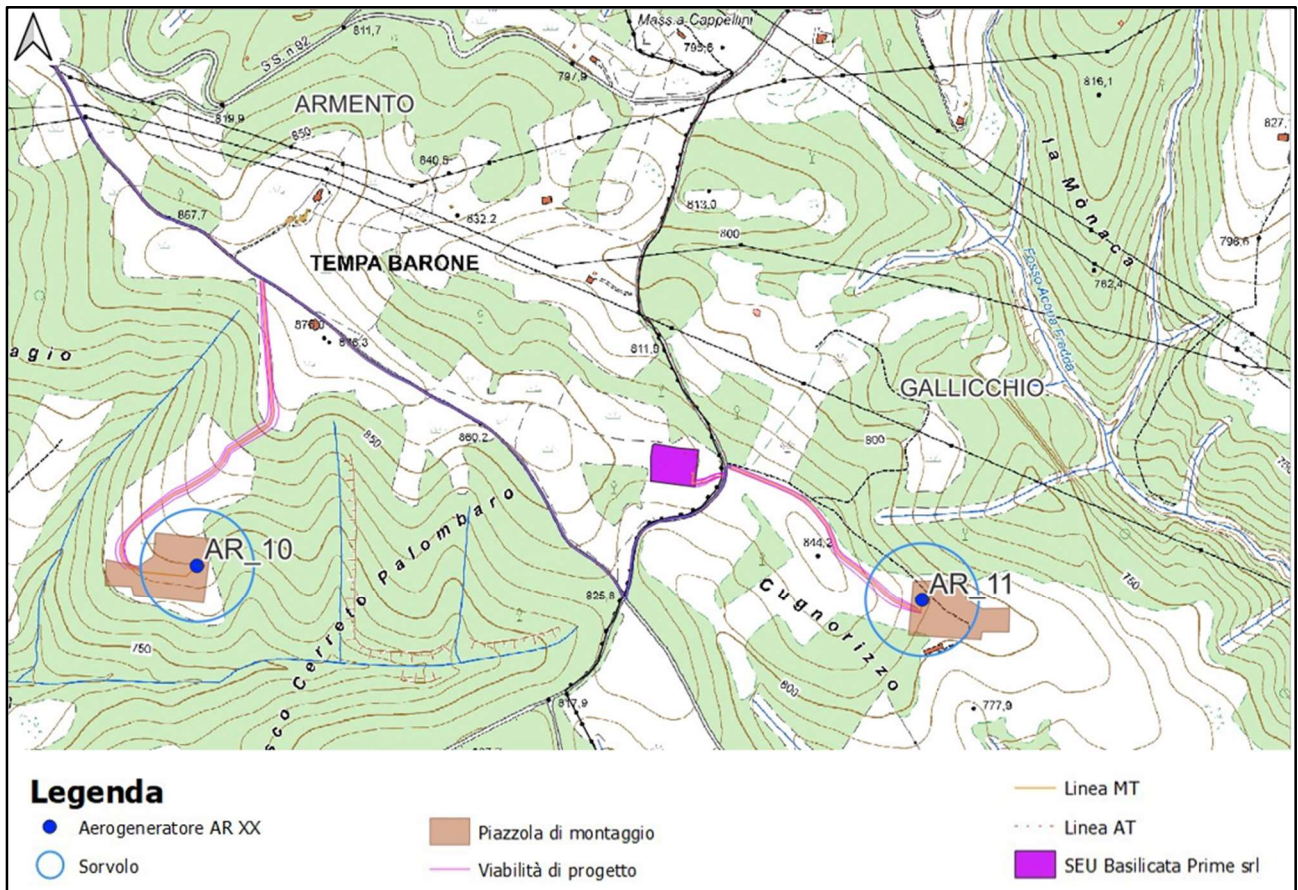


Figura 7.1: Localizzazione della SEU 150/33 kV nel Comune di Armento

La Stazione Elettrica Utente ha dimensioni in pianta di circa 59,6 m x 45,9 m.

Di seguito è riportata la planimetria della SEU (per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato di progetto "VAOE097 Sottostazione elettrica utente – planimetria e sezioni elettromeccaniche").

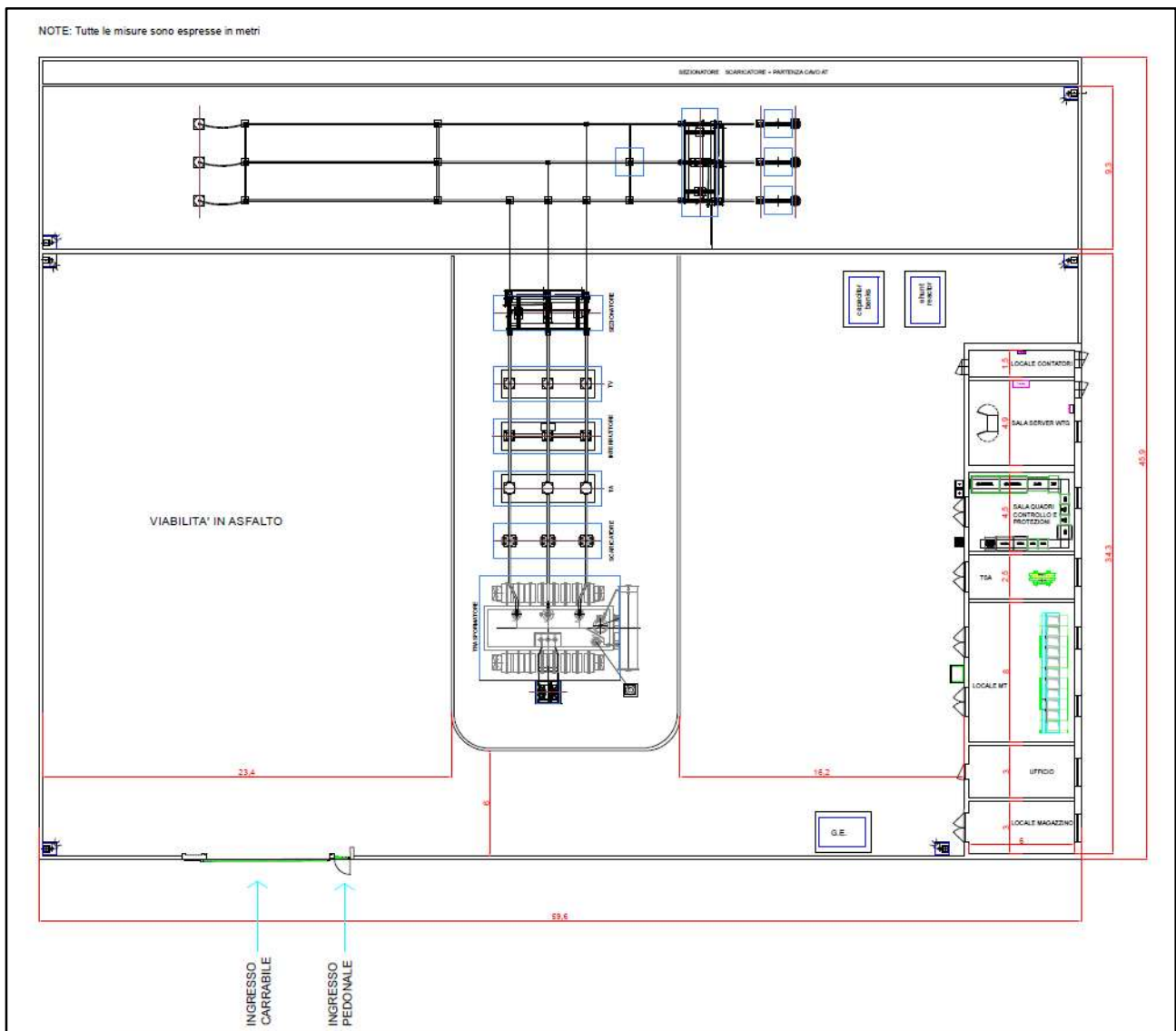


Figura 7.2: Planimetria elettromeccanica della SEU 150/33 kV

7.1 Descrizione Stazione Elettrica Utente

Il progetto prevede che la Stazione Elettrica Utente sia costituita dalle seguenti apparecchiature:

- 1 trasformatore da 150/33 kV di potenza 90 MVA ONAN/ONAF;
- interruttori tripolari;
- 1 sistema di distribuzione in sbarre;
- trasformatore di tensione;
- trasformatore di corrente;
- scaricatori;
- sezionatori tripolari;
- planimetria apparecchiature elettromeccaniche.

Le caratteristiche tecniche delle apparecchiature elencate sono riportate in dettaglio nell'elaborato di progetto "VAOE101 Sottostazione elettrica utente - schema unifilare".

La sezione a 33 kV e BT è costituita da:

- Sistema di alimentazione di emergenza e ausiliari;
- Trasformatori servizi ausiliari 33/0,4 kV 200 kVA (MT/BT);
- Quadri elettrici in Media Tensione a 33 kV;
- Sistema di protezione;
- Sistema di monitoraggio e controllo;
- Quadri misuratori fiscali.

In particolare, i quadri a 33 kV comprendono:

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

L'intera area è delimitata da una recinzione perimetrale realizzata con moduli in calcestruzzo prefabbricati di altezza pari a 2,5 m.

7.2 Apparecchiature AT 150 KV

La sezione AT 150 kV è caratterizzata da un punto di vista elettrico 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 a terra 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: 31,3 kA.

Di seguito sono riportate le principali caratteristiche del trasformatore di potenza.

- Rapporto di trasformazione AT/MT: 150 +/-10 x 1,25% / 33 kV;
- Potenza di targa: 90 MVA;
- Tipo di raffreddamento: ONAN/ONAF;

- Gruppo vettoriale: YNd₁₁ (stella/triangolo con neutro esterno lato 150 kV previsto per collegamento a terra);
- Tensione di cortocircuito: $V_{cc}=13\%$;
- Tipo di commutatore: sotto carico;
- Tipo di regolazione della tensione: sull'avvolgimento 150 kV;
- Tipo di isolamento degli avvolgimenti AT e MT: uniforme;
- Tensione massima avvolgimento AT: 170 kV.

7.3 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.

7.4 Sistema di automazione

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

7.5 Sistema di protezione

Al fine di assicurare la sicurezza del parco eolico, della Sottostazione, degli operatori, della Stazione di condivisione nonché della SE RTN Terna, sono previsti tutti i sistemi di protezione.

7.6 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.

7.7 Rete di terra

Il sistema di terra previsto presso la Sottostazione 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 AT/MT, come si può apprezzare dall'elaborato di progetto "VAOE082 Sottostazione elettrica utente - rete di terra", 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 Sottostazione, in considerazione delle specifiche indicazioni del gestore.

La rete di terra è collegata alle apparecchiature di Alta Tensione tramite cavo di rame nudo da 125 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 suppletivi per il collegamento delle apparecchiature e infittire la maglia di terra in corrispondenza delle apparecchiature di Alta Tensione.

7.8 Edificio di comando e controllo

Il progetto prevede la realizzazione di un edificio di dimensioni in pianta di 29,5 m x 6,7 m in grado di contenere locali tecnici e uffici, quali:

- locale contatori;
- sala server WTG;

- locale quadri BT e protezioni;
- locale per servizi ausiliari;
- locale quadri in Media Tensione a 33 kV;
- locale adibito ad ufficio;
- locale magazzino.

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

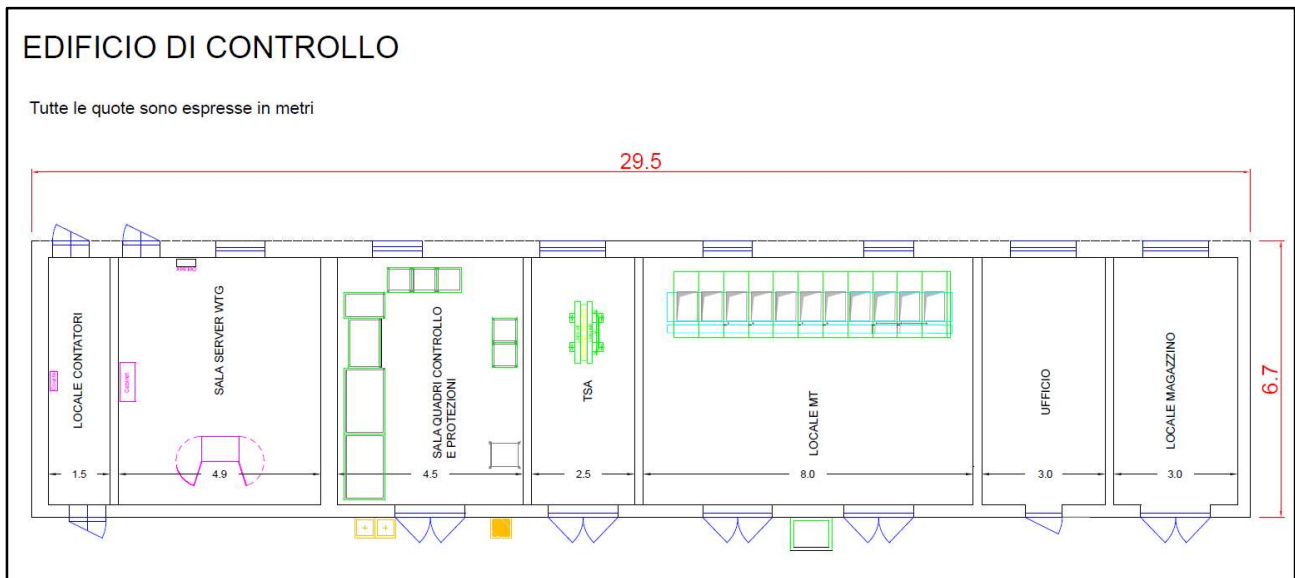


Figura 7.8.1: Edificio di comando e controllo

Maggiori dettagli sono riportati nell'elaborato di progetto "VAOE098 Sottostazione elettrica utente - piante, prospetti e sezioni".

7.9 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 ("VAOE099 Sottostazione elettrica utente - impianto raccolta acque meteoriche");
- Realizzazione fondazioni in c.a. per apparecchiature AT;
- Sistemazione delle aree sottostanti le apparecchiature AT con area inghiaata;
- Realizzazione di sottofondo stradale per lo spessore complessivo di 0,50 cm;
- Finitura aree con conglomerato bituminoso, con strato binder (7 cm) e strato usura (3 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 2,50 m;
- Realizzazione di un ingresso carrabile (larghezza 7 m) e di uno pedonale, lungo il muro perimetrale;
- Realizzazione accesso da pubblica viabilità sino al cancello di ingresso presso la SEU.

8. 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.

9. STAZIONE DI CONDIVISIONE

Il progetto prevede la realizzazione della stazione in condivisione al fine di collegare l'impianto eolico di Val D'Agri e gli impianti da fonte rinnovabile di altri 3 produttori con il medesimo stallo della Stazione Elettrica di trasformazione RTN Terna 380/150 kV nel Comune di Aliano (MT).

La nuova stazione di condivisione è situata nel territorio del Comune di Aliano.

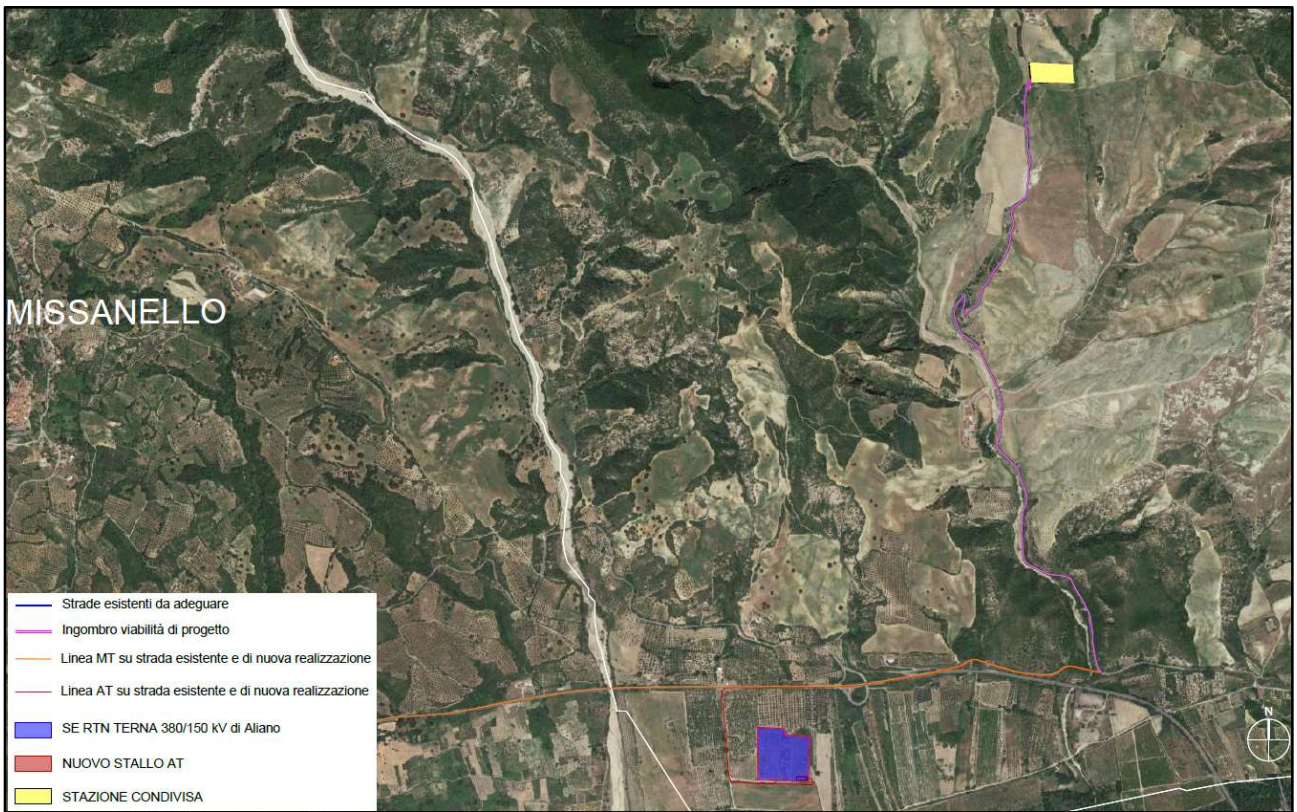


Figura 9.1: Localizzazione della stazione in condivisione di Aliano su Ortofoto

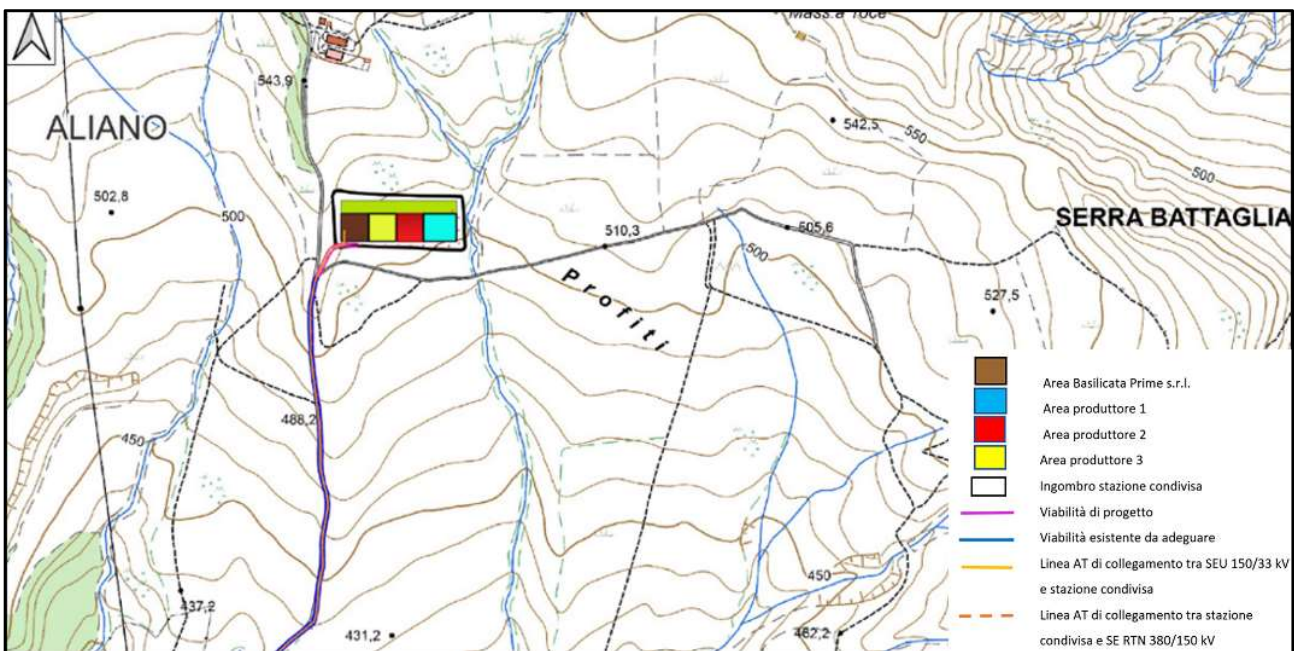


Figura 9.2: Area Sottostazione di condivisione Aliano

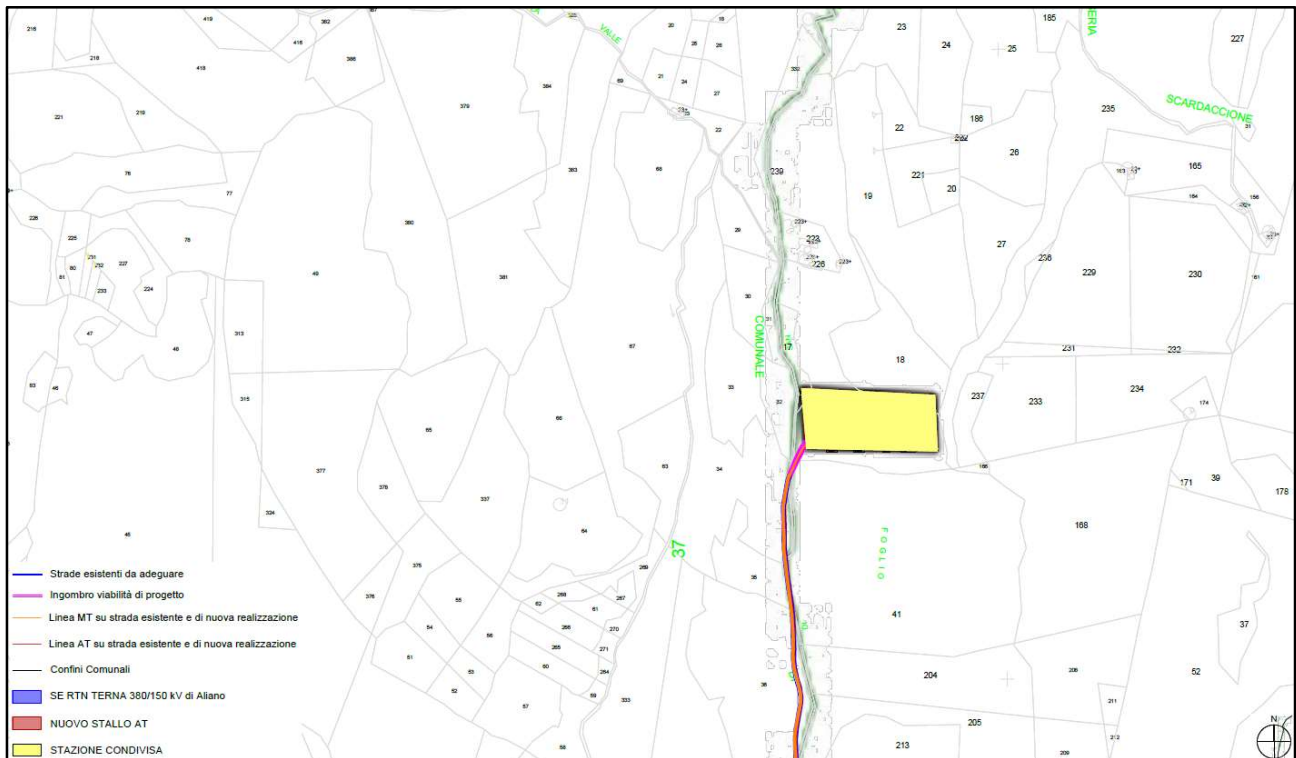


Figura 9.3: Area della stazione in condivisione di Aliano su catastale

La stazione è caratterizzata da 4 stalli di arrivo cavo collegati ad una sbarra comune e da uno stallo necessario alla connessione a 150 KV con la stazione RTN.

Lo stallo riservato al Parco Eolico Val D'Agri è costituito da un sistema ibrido compatto caratterizzato da apparecchiature prefabbricate e involucro metallico e che si compone delle seguenti componenti:

- scaricatore di sovratensione;
- trasformatore TV;
- interruttore;
- trasformatore TA;
- sezionatore.

I trasformatori TV e TA sono necessari per le misure fiscali e per le protezioni, in accordo con quanto prescritto da Terna e dalle normative in vigore.

Il sistema di controllo, di misura e di protezione è previsto nell'edificio presente in stazione, riportato in pianta nella **Figura 9.4** (elaborato di progetto "VAOE080 Sottostazione elettrica condivisa - piante, prospetti e sezioni"), e, grazie all'utilizzo cavi in fibra ottica, permette il controllo automatizzato dell'intera stazione, operazione peraltro possibile dalla sala quadri anche nell'eventualità in cui la teletrasmissione sia in uno stato di non servizio nel caso di manutenzione.

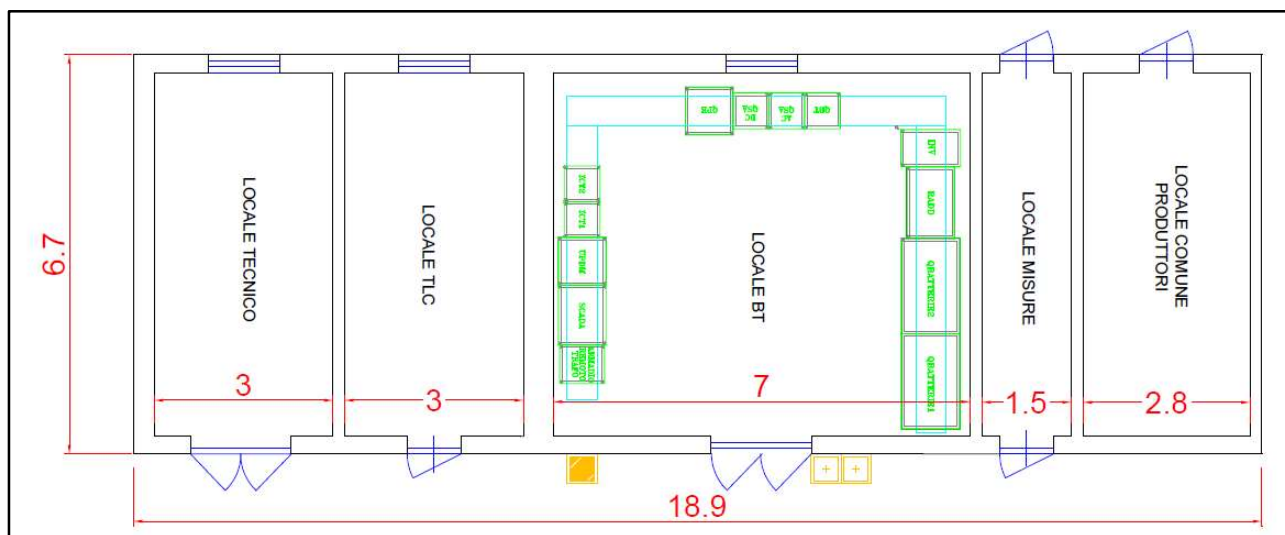


Figura 9.4: Edificio di controllo interno all'area della stazione condivisa riservata al Parco Eolico Val D'Agri

Le apparecchiature adoperate sono conformi alle norme CEI 99-2 e 99-3 e presentano le seguenti caratteristiche principali:

- tensione massimo di 170 kV;
- tensione nominale di tenuta ad impulso verso terra e tra le fasi di 750 kV;
- tensione nominale di prova a frequenza industriale verso terra e tra le fasi di 325 kV.

Ulteriori specifiche sono riportate nella seguente tabella.

Interruttori tripolari in SF6	
Corrente nominale	2000 A
Potere di cortocircuito	31,5 kA
Trasformatori di tensione	
Rapporto nominale di trasformazione	150.000/100 V/V
Trasformatori di corrente	
Rapporto nominale di trasformazione	400-1600/5 A/A
Corrente termica di cortocircuito	31,5 kA
Sezionatori tripolare verticale di sbarra	
Corrente nominale di breve durata	31,5 kA
Sezionatori orizzontali con lame di terra	
Corrente nominale	2000 A
Corrente nominale di breve durata	31,5 kA

Tabella 9.1: Specifiche tecniche del sistema ibrido multifunzione

La stazione in condivisione occupa un'area di dimensioni in pianta di circa 146 m x 52 m, come rappresentato nella figura seguente (maggiori dettagli sono riportati nell'elaborato di progetto "VAOE078 Sottostazione elettrica condivisa – planimetria e sezioni elettromeccaniche").

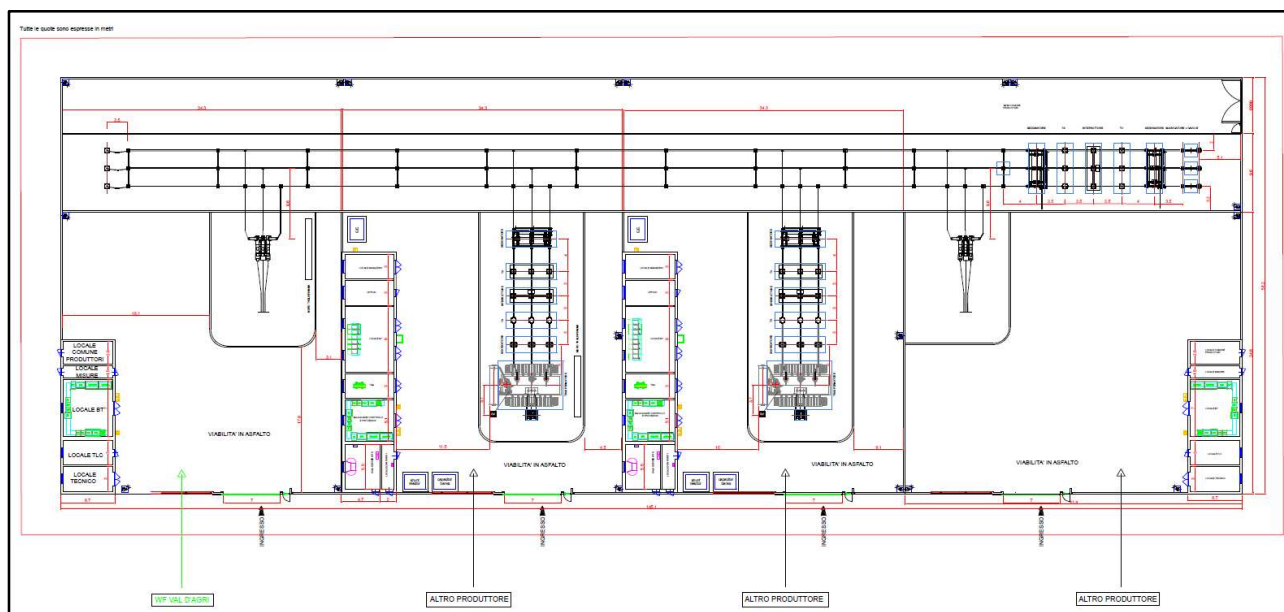


Figura 9.3: Planimetria elettromeccanica della sottostazione elettrica condivisa

La viabilità all'interno della stazione è realizzata in asfalto, mentre i cunicoli necessari al passaggio dei cavi sono realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera.

Il sistema di terra previsto presso la stazione in condivisione 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 (elaborato di progetto "VAOE082 Sottostazione elettrica condivisa - rete di terra").

L'impianto di terra è costituito da una maglia di terra in corda di rame nudo di sezione minima pari a 120 mm² e avente lato interno massimo da valutare in sede di progettazione esecutiva, ovvero nel momento in cui saranno effettuate le misure della resistività del terreno (un possibile valore da poter adottare per il lato della maglia è quello di 5 m, valore standard solitamente adottato per stazioni in simili condizioni della suddetta).

10. CAVI IN ALTA TENSIONE

Il collegamento tra la Stazione Elettrica di trasformazione Utente 150/33 kV, nel Comune di Armento, e la stazione condivisa, nel Comune di Aliano, è realizzato tramite una linea interrata a 150 kV di lunghezza di circa 18,485 km ed è composta da una terna di cavi unipolari ARE4H5E (o similari) del costruttore Prysmian, di sezione di 400 mm², in accordo con lo standard IEC 60840, con conduttore in alluminio, schermo semiconduttivo del conduttore, isolamento in polietilene reticolato XLPE, U₀/U_n (U_{max}) 87/150 (170) kV, portata nominale di 450 A, schermo semiconduttivo dell'isolamento, schermo metallico e guaina di protezione esterna in alluminio saldata longitudinalmente.

Il collegamento tra la stazione condivisa e il nuovo stallo del futuro ampliamento della Stazione Elettrica di trasformazione della RTN a 380/150 kV, denominata "Aliano", è realizzato tramite una linea interrata

a 150 kV di lunghezza di circa 6 km ed è composta da una terna di cavi unipolari ARE4H5E (o similari) del costruttore Prysmian, di sezione di 1600 mm², in accordo con lo standard IEC 60840, con conduttore in alluminio, schermo semiconduttivo del conduttore, isolamento in polietilene reticolato XLPE, U₀/U_n (U_{max}) 87/150 (170) kV, portata nominale di 900 A, schermo semiconduttivo dell'isolamento, schermo metallico e guaina di protezione esterna in alluminio saldata longitudinalmente.

Entrambi i cavi a 150 kV sono installati secondo una posa a trifoglio a 1,60 m dal piano del suolo e su un letto di sabbia di 0,1 m, sono ricoperti da uno strato di sabbia di 0,4 m al di sopra del quale 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 ad eventuali scavi da parte di terzi.

Ognuna delle terne di cavi in 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 "VAOE092 Sezione tipica delle trincee di cavidotto AT".

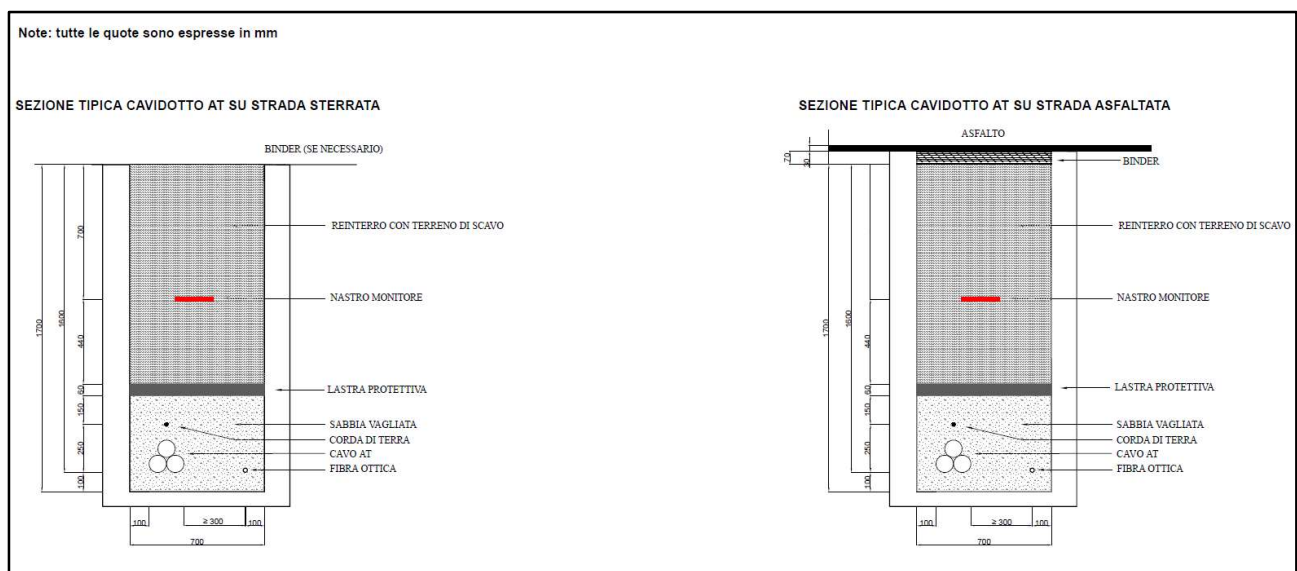


Figura 10.1: Sezione tipica del cavidotto AT di connessione tra la SEU 150/33 kV e la stazione condivisa e tra la stazione condivisa e il nuovo stallo della Stazione Elettrica di trasformazione 380/150 kV denominata "Aliano" su strada sterrata e asfaltata

La scelta della sezione dei cavi presi in considerazione è stata effettuata in modo che la corrente di impiego I_b risulti inferiore alla portata effettiva del cavo stesso e tenendo presente le condizioni di posa adottate.

La scelta dei particolari cavi AT e delle relative condizioni di posa potranno comunque subire modifiche, non sostanziali, in fase di progettazione esecutiva, a seconda delle condizioni operative riscontrate.