

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



## PROGETTO DEFINITIVO PARCO EOLICO TURSI SANT'ARCANGELO

Titolo elaborato:

### RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA CONNESSIONE RTN TERNA

LT	GD	GD	EMISSIONE	11/04/22	0	0
REDATTO	CONTR.	APPROV.	DESCRIZIONE REVISIONE DOCUMENTO	DATA	REV	

#### PROPONENTE



**ENERGY 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  
TSOE091

Formato  
A4

Scala  
/

Foglio  
1 di 40

## Sommarario

1. PREMESSA .....	4
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	4
3. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO.....	5
4. LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO.....	6
5. AEROGENERATORE DI PROGETTO.....	8
5.1 Descrizione generale dell'aerogeneratore.....	8
5.2 Quadri elettrici di media tensione degli aerogeneratori.....	11
6. SCHEMA ELETTRICO E DISTRIBUZIONE MT DEL PARCO EOLICO .....	14
6.1. Sistema di distribuzione in media tensione.....	14
6.2. Schema di collegamento elettrico .....	15
6.3. Linee elettriche MT.....	17
6.4. Tipologia posa cavi.....	18
6.5. Dimensionamento delle linee elettriche MT .....	21
7. SOTTOSTAZIONE ELETTRICA DI UTENTE.....	22
7.1 Descrizione sottostazione elettrica di utente .....	23
7.2 Apparecchiature at 150 kv .....	24
7.3 Sistemi di misura .....	25
7.4 Sistema di automazione .....	25
7.5 Sistema di protezione .....	25
7.6 Servizi ausiliari.....	25
7.7 Rete di terra .....	26
7.8 Edificio di comando e controllo .....	27
7.9 Opere civili .....	27
8. ANALISI DEL RISCHIO ELETTROCUZIONE .....	28
9. SISTEMA BESS .....	29

10. STAZIONE DI CONDIVISIONE .....33

11. CAVI IN ALTA TENSIONE .....35

12. STALLO ARRIVO PRODUTTORE.....37

## **1. PREMESSA**

La Energy Prime S.r.l. è una società costituita per realizzare un impianto eolico in Basilicata, denominato "Parco Eolico Tursi Sant'Arcangelo", nel territorio dei Comuni di Tursi (Provincia di Matera) e Sant'Arcangelo (Provincia di Potenza) e punto di connessione alla sezione 150 kV in corrispondenza della stazione elettrica di trasformazione Terna 380/150 kV nel Comune di Aliano (Provincia di Matera).

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 Energy 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).

Nella presente trattazione sono descritte le opere elettriche inerenti al parco eolico in questione, ovvero il collegamento elettrico tra gli aerogeneratori e la Sottostazione Elettrica di trasformazione Utente (SEU).

## **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 nominale totale in immissione pari a 101 MWp ed è costituito da 11 aerogeneratori di potenza nominale pari a 6 MWp, altezza torre pari a 135 m e rotore pari a 170 m, e un sistema di accumulo di energia (BESS, Battery Energy Storage System) di potenza pari a 35 MWp.

Gli aerogeneratori sono collegati tra loro mediante cavi interrati in media tensione che convogliano l'elettricità presso una sottostazione di trasformazione 150/33 kV al fine di collegarsi, tramite un cavo interrato in alta tensione, ad una stazione in condivisione con altri produttori (nel seguito descritta), a sua volta connessa su un nuovo stallo della Stazione Elettrica di Trasformazione RTN Terna (SE) 380/150 kV nel Comune di Aliano (MT), in accordo con la soluzione di connessione (Soluzione Tecnica Minima Generale STMG - codice pratica del preventivo di connessione C.P. 202100990) che prevede il collegamento in antenna dell'impianto su un nuovo stallo della suddetta stazione.

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 a Media Tensione (0,69/33 kV);
- Sistema di rifasamento del trasformatore;
- Cella Media Tensione 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 tra i singoli aerogeneratori e tra aerogeneratori e Stazione Elettrica di Utente (SEU).

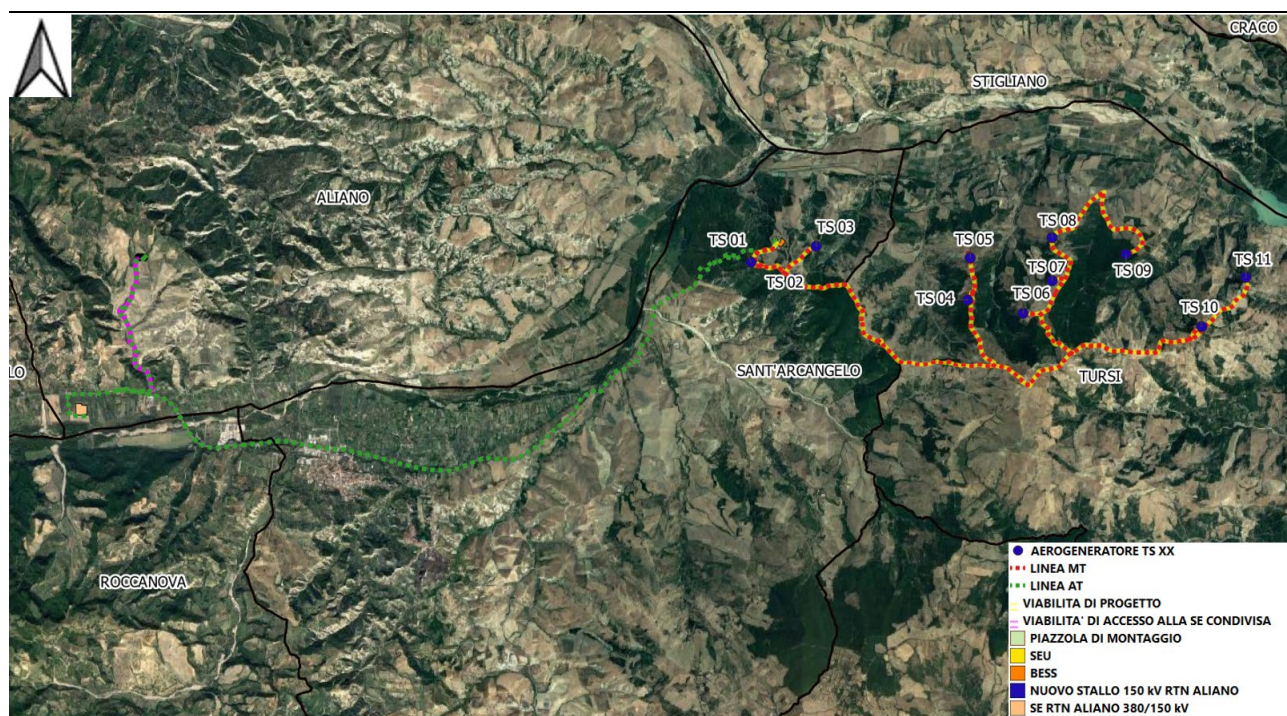
All'interno della Stazione Elettrica Utente è raccolta l'energia prodotta a 33 kV (Media Tensione) e trasformata a 150 kV (Alta Tensione).

In quest'ultima è presente un trasformatore elevatore 150/33 kV di potenza di 130 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 i Comuni di Tursi (MT), ove ricadono 8 aerogeneratori, il Comune di Sant'Arcangelo (PZ), ove ricadono 3 aerogeneratori, il BESS e la sottostazione elettrica di

trasformazione 150/33 kV, il Comune di Aliano (MT), ove ricadono la stazione di condivisione e la stazione elettrica di trasformazione della RTN Terna 380/150 kV e il Comune di Roccanova (PZ), ove ricade un breve tratto di linea interrato in alta tensione 150 kV, come illustrato nella **Figura 4.1**.



**Figura 4.1:** Layout d'impianto su ortofoto

Gli aerogeneratori sono installati all'interno di piazzole collegate tra loro dalla viabilità interna.

Inoltre, non è prevista la costruzione di cabine di macchina in quanto i trasformatori da Bassa a Media Tensione sono presenti all'interno della Navicella.

Le posizioni degli aerogeneratori e le aree delle relative piazzole sono riportate negli elaborati grafici di progetto.

Nel seguito si mostra il layout dell'impianto su Carta Tecnica Regionale (CTR) suddiviso per zone.

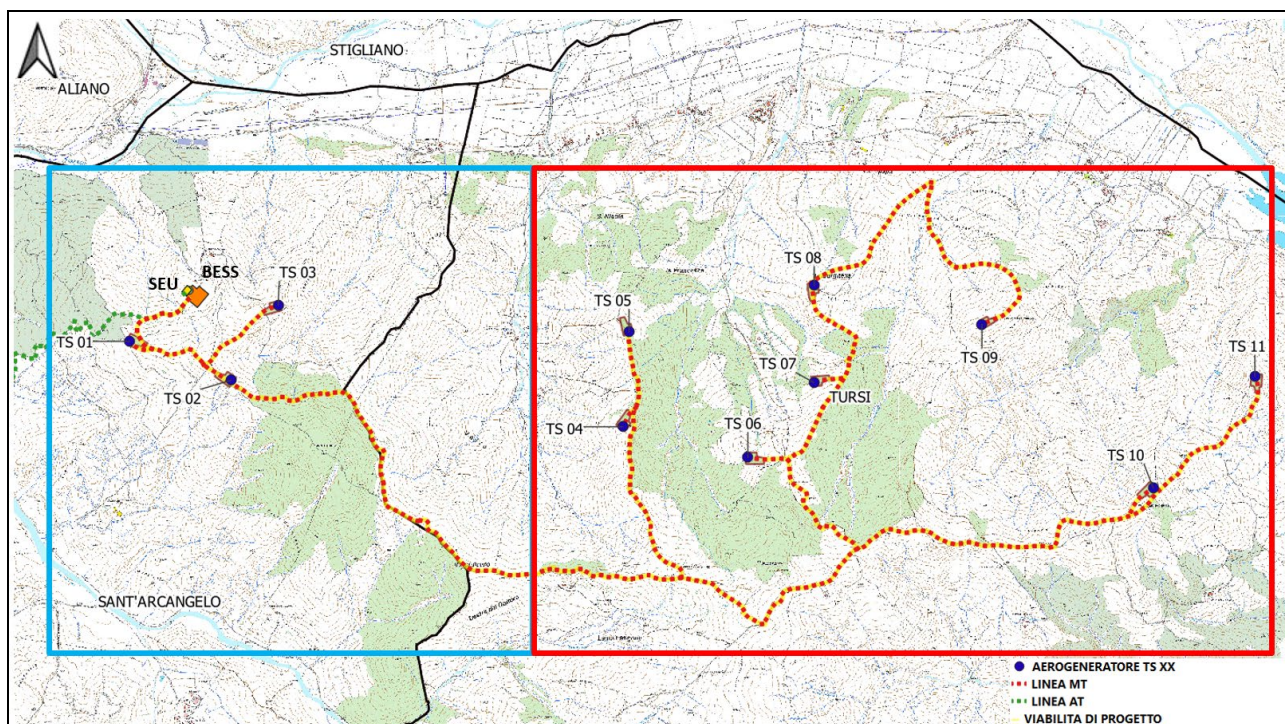


Figura 4.2: Layout d'impianto su CTR suddiviso per zone

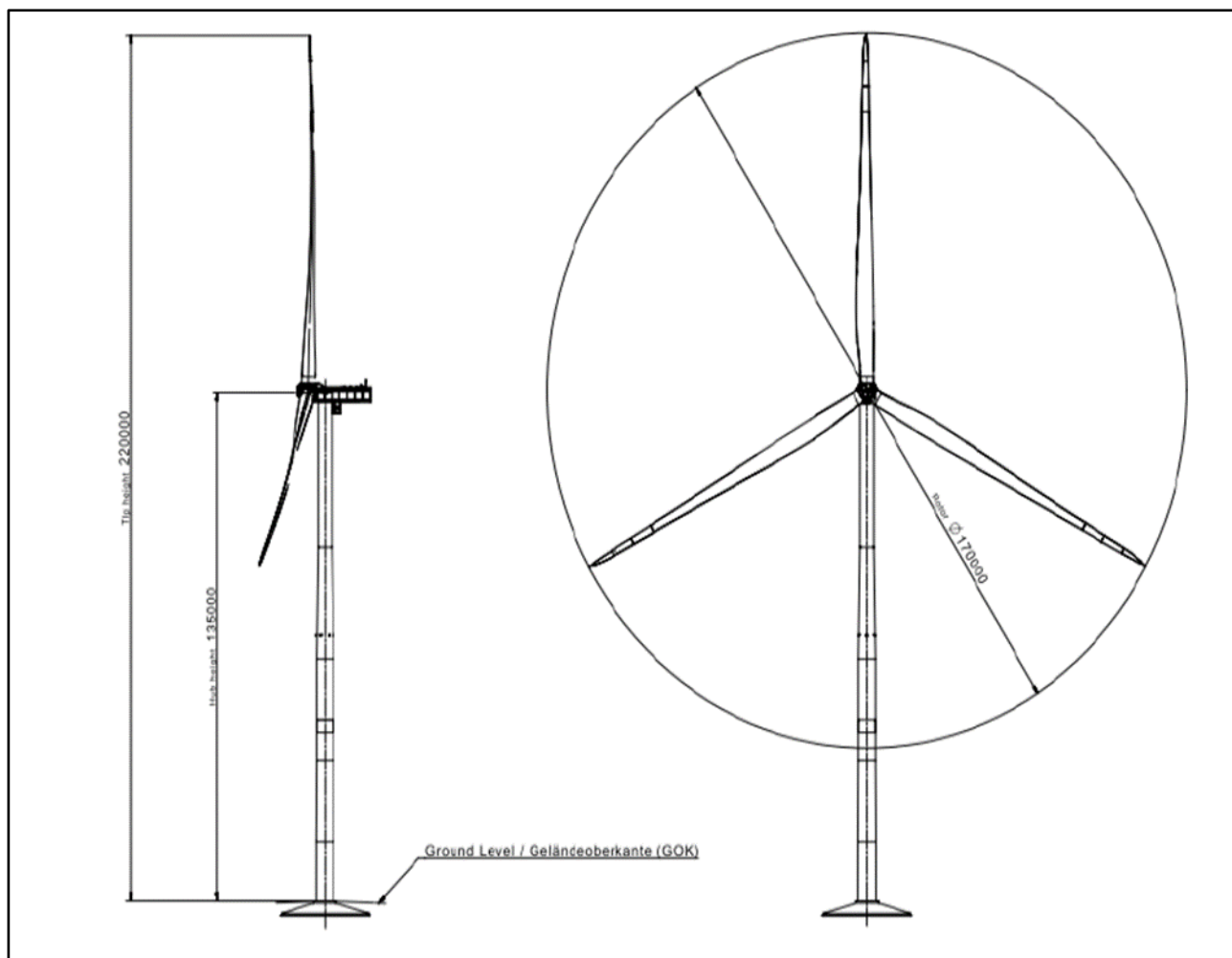
## 5. AEROGENERATORE DI PROGETTO

### 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 uno dei possibili aerogeneratori che potrebbe essere installato è il modello Siemens Gamesa SG 170 di potenza nominale pari a 6 MW, altezza torre all'hub pari a 135 m e diametro del rotore 170 m (**Figura 5.1.1**).





**Figura 5.1.1:** Profilo aerogeneratore SG170 da 6 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	
<b>Rotor</b>	
Type .....	3-bladed, horizontal axis
Position .....	Upwind
Diameter .....	170 m
Swept area .....	22,698 m <sup>2</sup>
Power regulation .....	Pitch & torque regulation with variable speed
Rotor tilt .....	6 degrees
<b>Blade</b>	
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
<b>Aerodynamic Brake</b>	
Type .....	Full span pitching
Activation .....	Active, hydraulic
<b>Load-Supporting Parts</b>	
Hub .....	Nodular cast iron
Main shaft .....	Nodular cast iron
Nacelle bed frame .....	Nodular cast iron
<b>Mechanical Brake</b>	
Type .....	Hydraulic disc brake
Position .....	Gearbox rear end
<b>Nacelle Cover</b>	
Type .....	Totally enclosed
Surface gloss .....	Semi-gloss, <30 / ISO2813
Color .....	Light Grey, RAL 7035 or White, RAL 9018
<b>Generator</b>	
Type .....	Asynchronous, DFIG
<b>Grid Terminals (LV)</b>	
Baseline nominal power ..	6.0 MW / 6.2 MW
Voltage .....	690 V
Frequency .....	50 Hz or 60 Hz
<b>Yaw System</b>	
Type .....	Active
Yaw bearing .....	Externally geared
Yaw drive .....	Electric gear motors
Yaw brake .....	Active friction brake
<b>Controller</b>	
Type .....	Siemens Integrated Control System (SICS)
SCADA system .....	SGRE SCADA
<b>Tower</b>	
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
<b>Operational Data</b>	
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
<b>Weight</b>	
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 di media tensione degli aerogeneratori**

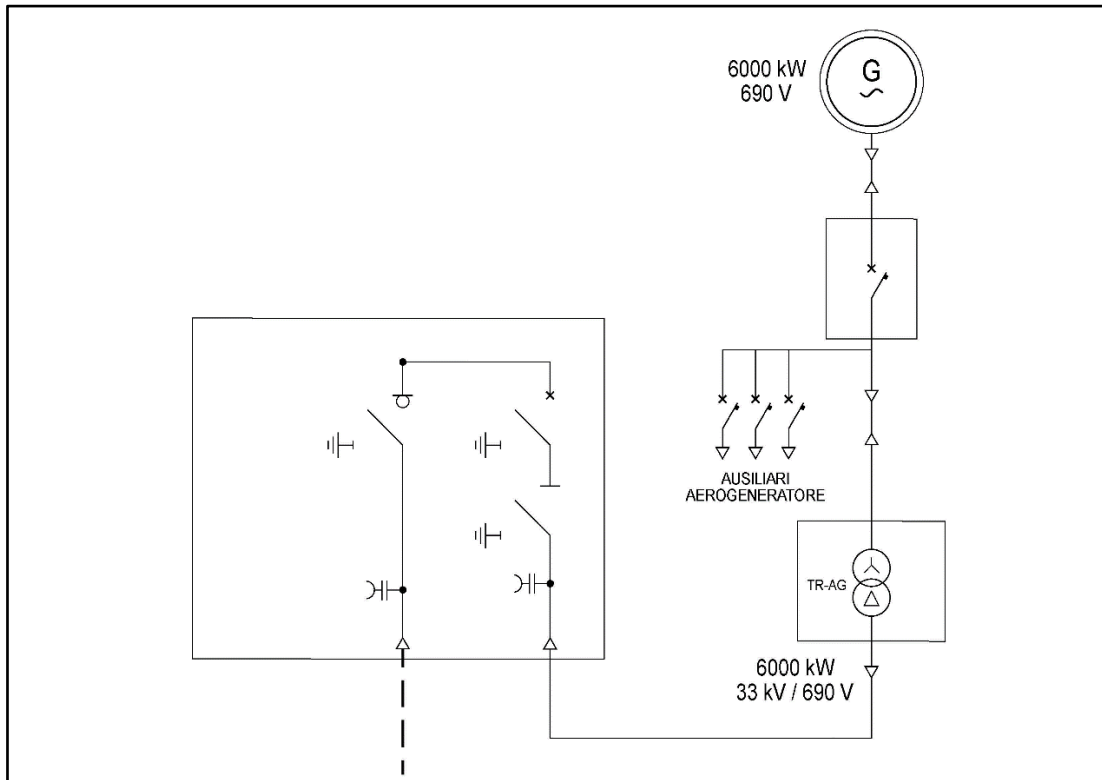
---

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

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

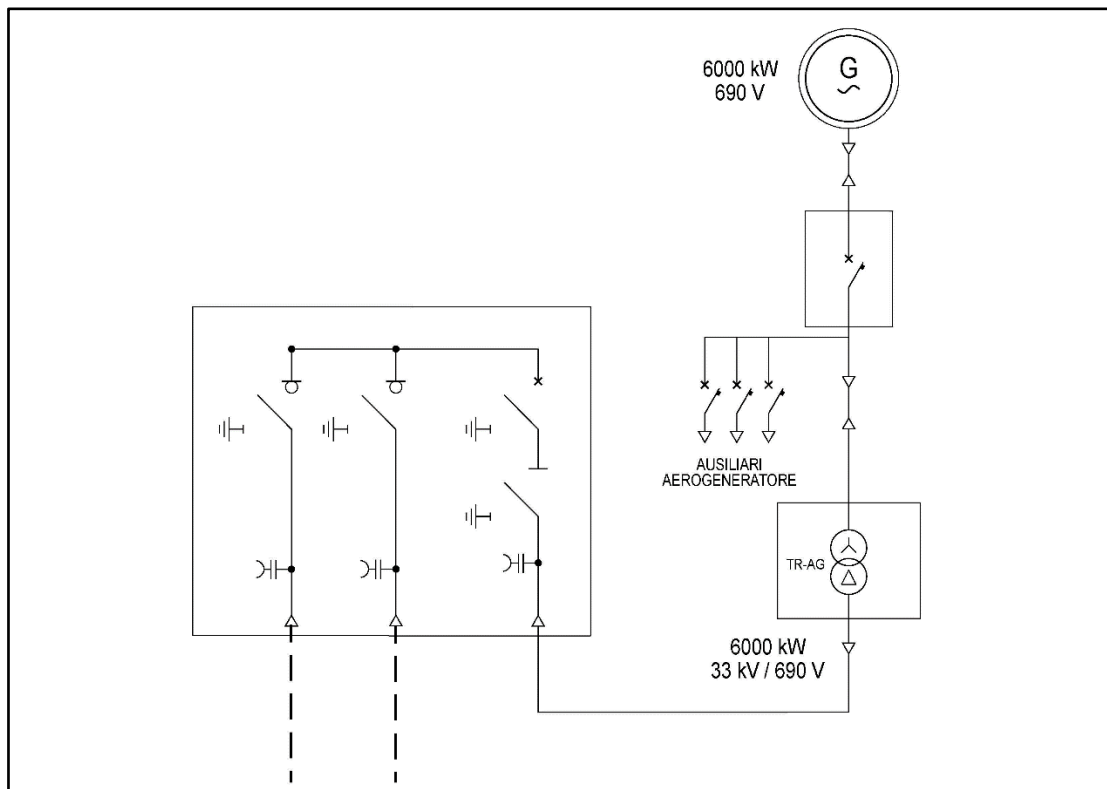
In particolare, sono riportate nella figura seguente le tre configurazioni elettriche dei Quadri elettrici in Media Tensione considerate nello schema unifilare:

- Fine Linea



**Figura 5.2.1:** Fine linea

- Entra – Esci



**Figura 5.2.2:** Entra – Esci

- Smistamento

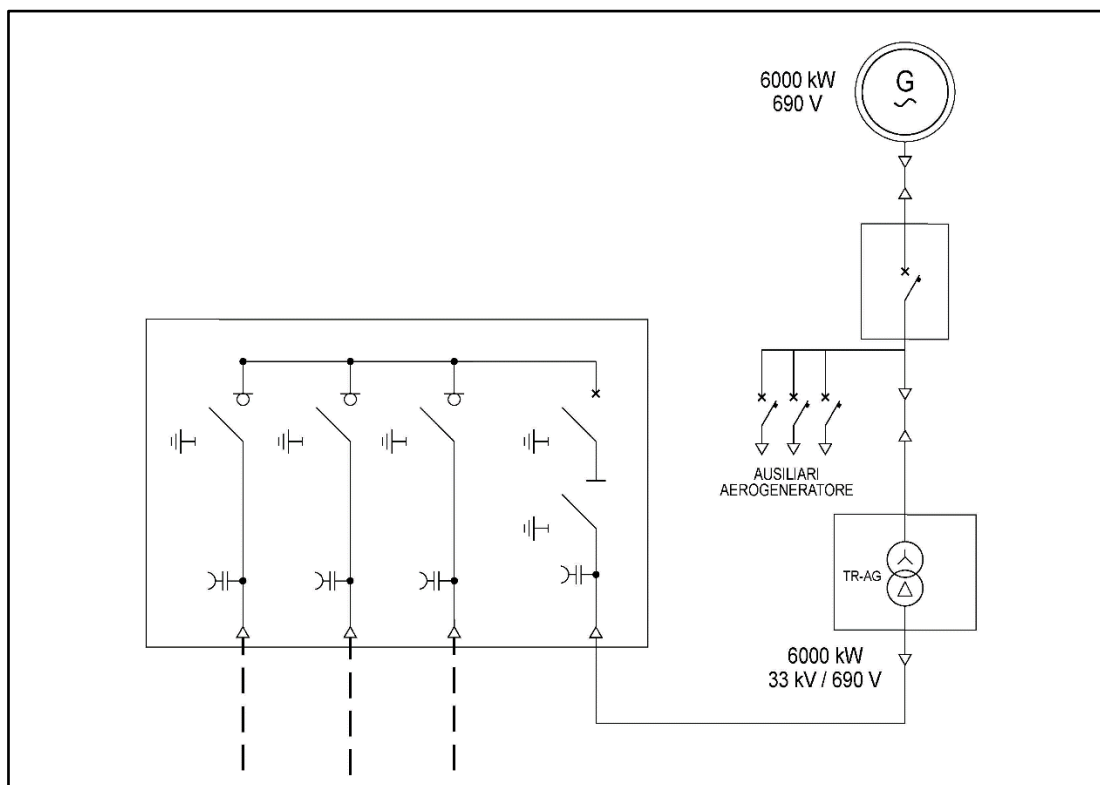


Figura 5.2.3: Smistamento

Gli aerogeneratori sono suddivisi in 4 sottocampi o circuiti, ognuno collegato alla Stazione Elettrica Utente e costituiti da 2 o 3 macchine, collegate tra loro secondo lo schema riportato in tabella.

CIRCUITO	AEROGENERATORE	CONFIGURAZIONE QUADRO MT AEROGENERATORE
CIRCUITO A	TS-11	Fine Linea
	TS-10	Entra – Esci
CIRCUITO B	TS-09	Fine Linea
	TS-08	Entra – Esci
	TS-07	Entra - Esci
CIRCUITO C	TS-06	Fine Linea
	TS-04	Smistamento
	TS-05	Fine Linea
CIRCUITO D	TS-03	Fine Linea
	TS-02	Entra – Esci
	TS-01	Entra - Esci

Tabella 5.2.1: Suddivisione in sottocampi degli aerogeneratori e tipologia di Quadro MT

## 6. SCHEMA ELETTRICO E DISTRIBUZIONE MT DEL PARCO EOLICO

### 6.1. Sistema di distribuzione in media tensione

L'impianto "Parco Eolico Tursi Sant'Arcangelo" è caratterizzato da una potenza complessiva di 101 MW, ottenuta da 11 aerogeneratori di potenza di 6 MW ciascuno e dall'impianto di accumulo di 35 MW.

Gli aerogeneratori sono collegati elettricamente tra loro mediante cavi in media tensione a 33 kV in modo da formare 4 sottocampi (Circuiti A, B, C, D) di 2 o 3 WTG (Wind Turbine Generator); ognuno di tali circuiti è associato ad un colore diverso per maggiore chiarezza, come esplicitato dalla seguente tabella:

Sottocampo o Circuito	Aerogeneratori	Potenza totale [MW]
CIRCUITO A	TS-11 – TS-10	12
CIRCUITO B	TS-09 – TS-08 – TS-07	18
CIRCUITO C	TS-06 – TS-04 – TS-05	18
CIRCUITO D	TS-03 – TS-02 – TS-01	18

**Tabella 6.1.1:** Distribuzione linee MT

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, in smistamento e in fine linea, è riportato nella **Figura 6.1.1**.

L'aerogeneratore capofila (fine linea) è collegato al resto del circuito, i restanti sono collegati tra loro in Entra – Esci o smistamento (TS-04) e ognuno dei 4 circuiti è collegato alla Stazione Elettrica Utente 150/33 kV.

I cavi utilizzati sia per i collegamenti interni ai singoli circuiti che per il collegamento di ogni circuito alla suddetta Stazione sono del tipo standard in alluminio con schermatura elettrica e protezione meccanica integrata.

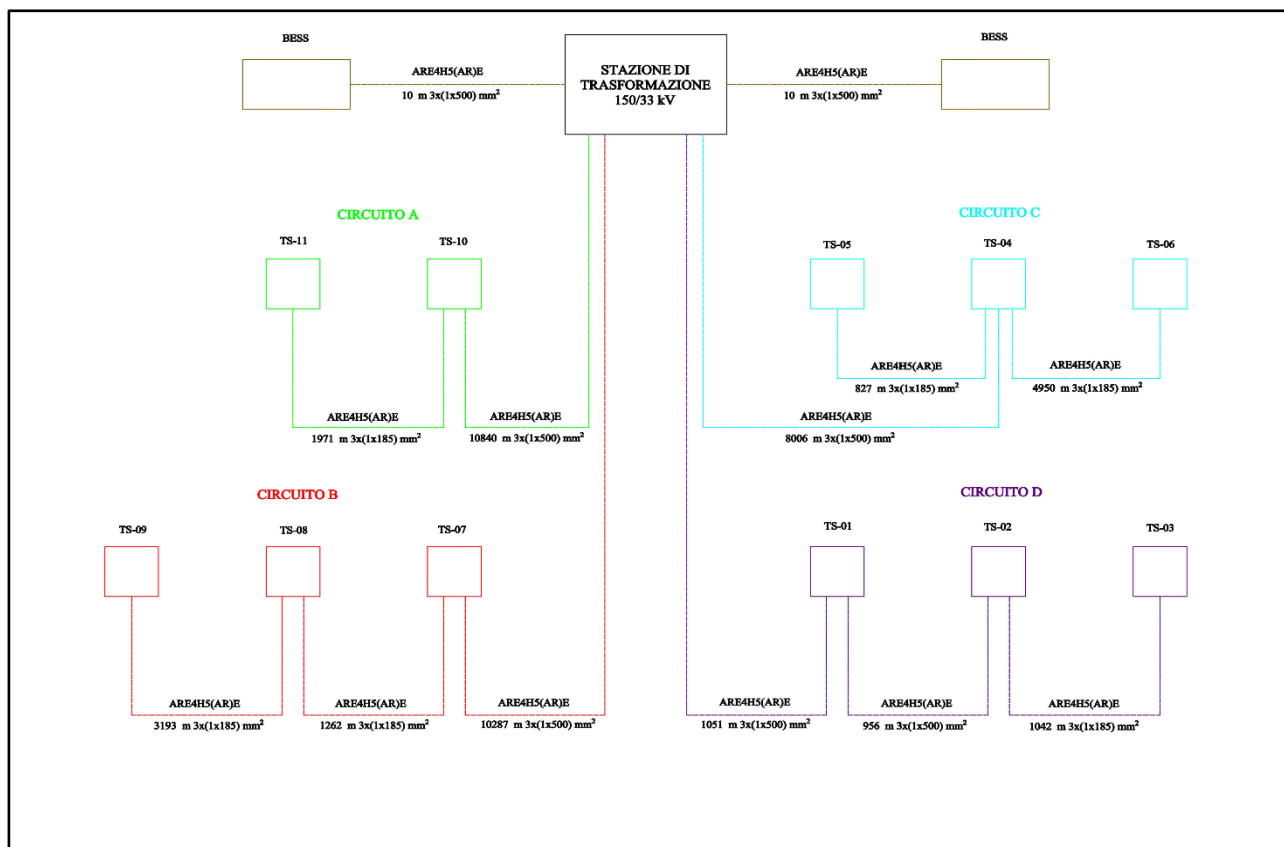


Figura 6.1.1: Schema a blocchi del Parco Eolico Tursi Sant'Arcangelo

Nel seguito è riportata la planimetria di distribuzione delle linee in Media Tensione per i vari circuiti.

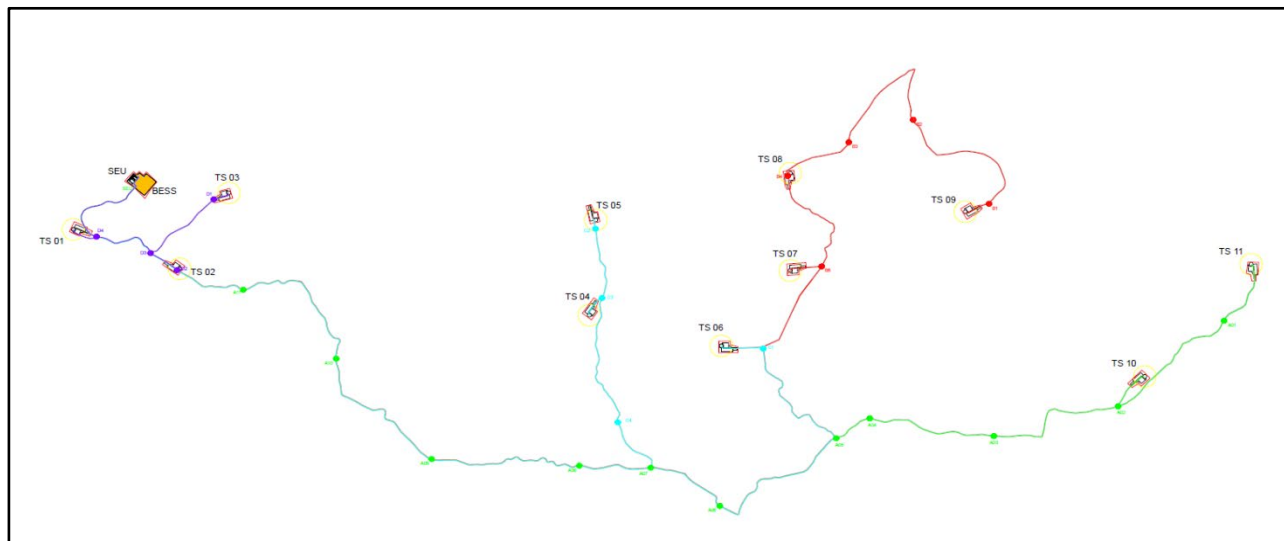


Figura 6.1.2: Planimetria di distribuzione linee MT dell'intero impianto

### 6.2. Schema di collegamento elettrico

Nella figura seguente viene riportato lo schema elettrico unifilare del Parco Eolico Tursi Sant'Arcangelo, nel quale si esplicita la suddivisione elettrica dei vari circuiti, le linee di collegamento e le stazioni elettriche. Maggiori dettagli sono riportati nell'elaborato "TSOE098\_ Schema elettrico unifilare degli impianti di utente e di RTN (limitatamente allo stallo di competenza)".

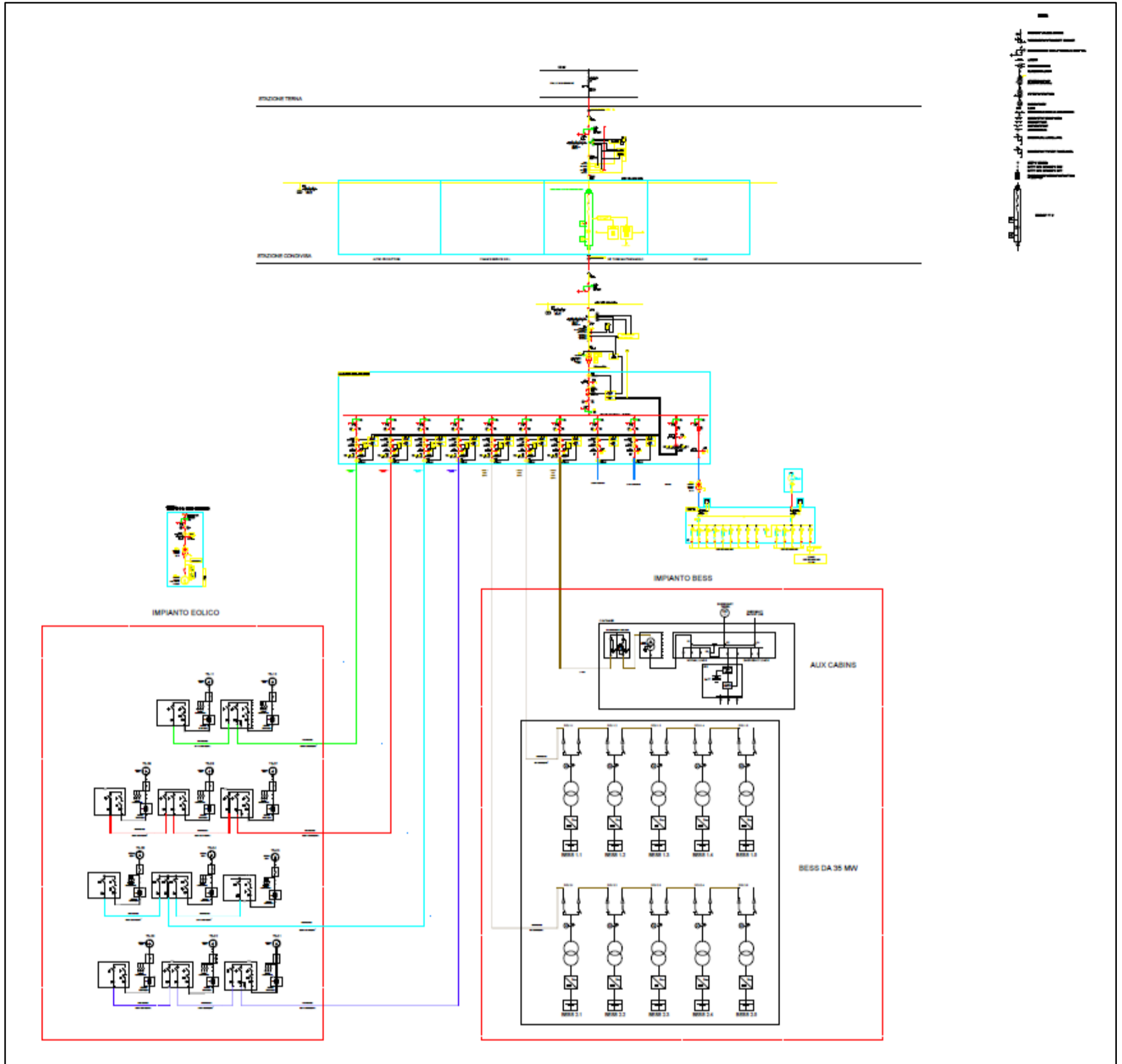


Figura 6.2.1: Schema elettrico unifilare dell'impianto



### 6.3. Linee elettriche MT

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

Inoltre, nel caso di eventuali interferenze e particolari attraversamenti, in accordo con la Norma CEI 11 – 17, tale modalità di posa sarà 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.

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

CIRCUITO	Linea MT	Lunghezza della tratta [m]	Sezione del cavo [mm <sup>2</sup> ]	Tipologia di cavo
CIRCUITO A	TS-11 – TS-10	1971	185	AL 3x(1x185)
	TS-10 - SEU 150/33 kV	10840	500	AL 3x(1x500)
CIRCUITO B	TS-09 – TS-08	3193	185	AL 3x(1x185)
	TS-08 – TS-07	1262	185	AL 3x(1x185)
	TS-07 - SEU 150/33 kV	10287	500	AL 3x(1x500)
CIRCUITO C	TS-06 – TS-04	4950	185	AL 3x(1x185)
	TS-05 – TS-04	827	185	AL 3x(1x185)
	TS-04 - SEU 150/33 kV	8006	500	AL 3x(1x500)
CIRCUITO D	TS-03 – TS-02	1042	185	AL 3x(1x185)
	TS-02 – TS-01	956	500	AL 3x(1x500)
	TS-01 - SEU 150/33 kV	1051	500	AL 3x(1x500)

**Tabella 6.3.1:** Lunghezze e sezioni linee MT

IL BESS è collegato alla stazione di trasformazione 150/33 kV attraverso due linee a 33kV, come esplicitato nella tabella seguente.

LINEA	Lunghezza della tratta [m]	Sezione del cavo [mm <sup>2</sup> ]	Tipologia di cavo
LINEA 1 BESS	10	500	AL 3x(1x500)
LINEA 1 BESS	10	500	AL 3x(1x500)

**Tabella 6.3.2:** Lunghezze e sezioni linee BESS

Nella tabella seguente è riportata la suddivisione dei vari circuiti per le varie tratte di cavidotto.

TRATTA			CIRCUITO A		CIRCUITO B		CIRCUITO C		CIRCUITO D		BESS 1 - SEU		BESS 2 - SEU	
DA	A	LUNGHEZZA [m]	N. CAVI	FORMAZIONE CAVO	N. CAVI	FORMAZIONE CAVO	N. CAVI	FORMAZIONE CAVO	N. CAVI	FORMAZIONE CAVO	N. CAVI	FORMAZIONE	N. CAVI	FORMAZIONE
TS-11	A1	551	1	3x(1x185)										
A1	A2	1099	1	3x(1x185)										
TS-10	A2	321	2	3x(1x185) + 3x(1x500)										
A2	A3	1112	1	3x(1x500)										
A3	A4	981	1	3x(1x500)										
A4	A5	309	1	3x(1x500)										
A5	A6	1200	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)	1	3x(1x185)						
A6	A7	644	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)	1	3x(1x185)						
A7	A8	556	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)						
A8	A9	1200	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)						
A9	A10	1200	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)						
A10	A11	1200	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)						
A11	D2	559	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)						
D2	D3	239	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)	2	3x(1x185) + 3x(1x500)				
D3	D4	488	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)				
D4	SEU	844	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)				
TS-09	B1	191			1	3x(1x185)								
B1	B2	1200			1	3x(1x185)								
B2	B3	1200			1	3x(1x185)								
B3	B4	576			1	3x(1x185)								
TS-08	B4	26			2	2x3x(1x185)								
B4	B5	942			1	3x(1x185)								
TS-07	B5	294			2	3x(1x185) + 3x(1x500)								
B5	C1	803			1	3x(1x500)								
TS-06	C1	326			1	3x(1x185)								
C1	A5	1060			1	3x(1x500)	1	3x(1x185)						
TS-05	C2	80					1	3x(1x185)						
C2	C3	569					1	3x(1x185)						
TS-04	C3	178					3	2x3x(1x185) + 3x(1x500)						
C3	C4	1065					2	3x(1x185) + 3x(1x500)						
C4	A7	477					2	3x(1x185) + 3x(1x500)						
TS-03	D1	132							1	3x(1x185)				
D1	D3	649							1	3x(1x185)				
D3	D2	239	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)	2	3x(1x185)+3x(1x500)				
TS-02	D2	22							2	3x(1x185)+3x(1x500)				
TS-01	D4	207							2	3x(1x500)				
BESS	SEU	10									1	3x(1x500)	1	3x(1x500)

Tabella 6.3.3: Suddivisione dei circuiti per ogni tratta di cavidotto

#### 6.4. Tipologia posa cavi

Il cavo impiegato per il collegamento di tutte le tratte in media tensione è il tipo ARE4H5(AR)E AIRBAG® COMPACT, a norma IEC 60502-2 e HD 620, del primario costruttore Prysmian.

Come anticipato, per ogni tratto di collegamento si prevede una posa direttamente interrata di cavo, essendo il cavo in questione idoneo alla stessa e meccanicamente protetto.

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

La figura seguente, nella quale le misure sono espresse in cm, mostra la modalità di posa; maggiori dettagli sono apprezzabili nell'elaborato "TSOE076\_Distribuzione MT - sezioni tipiche delle trincee cavidotto".

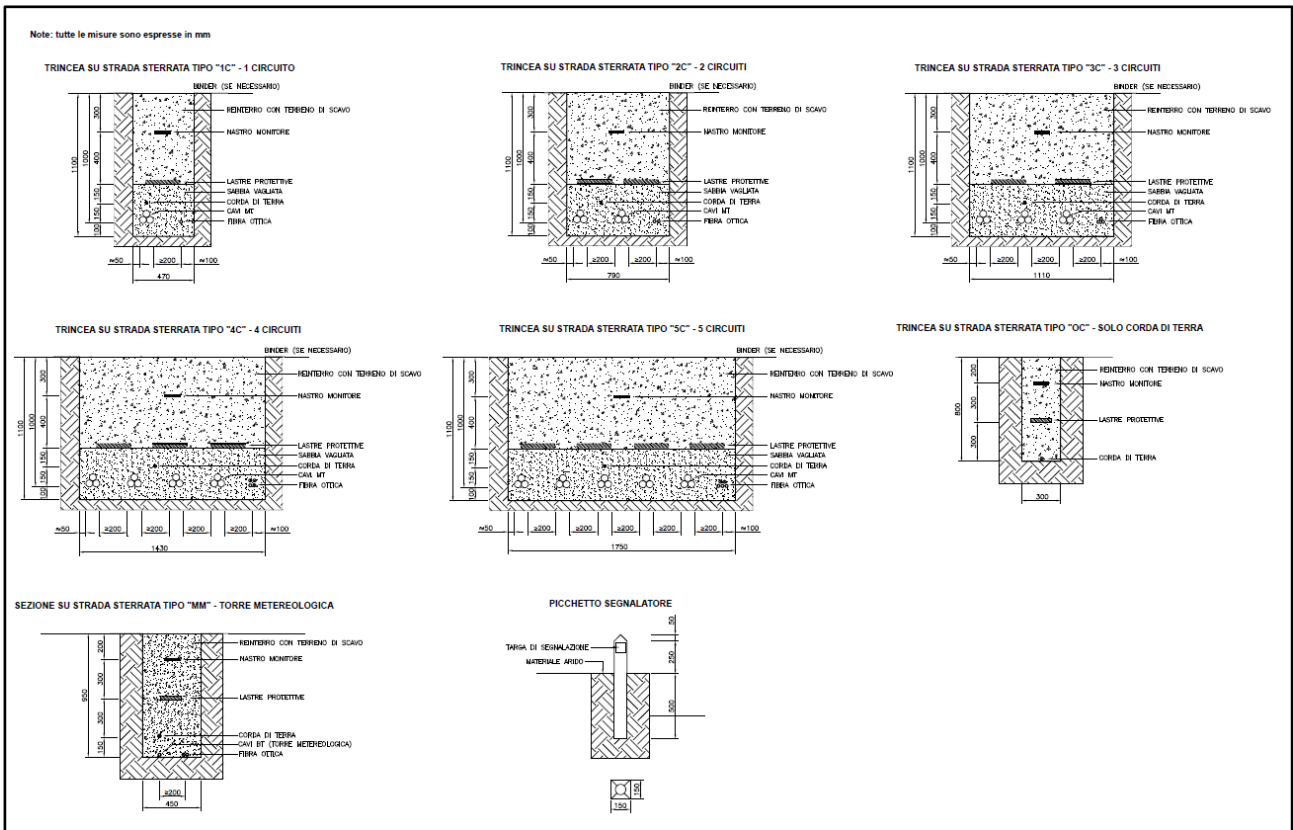


Figura 6.4.1: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto su strada sterrata

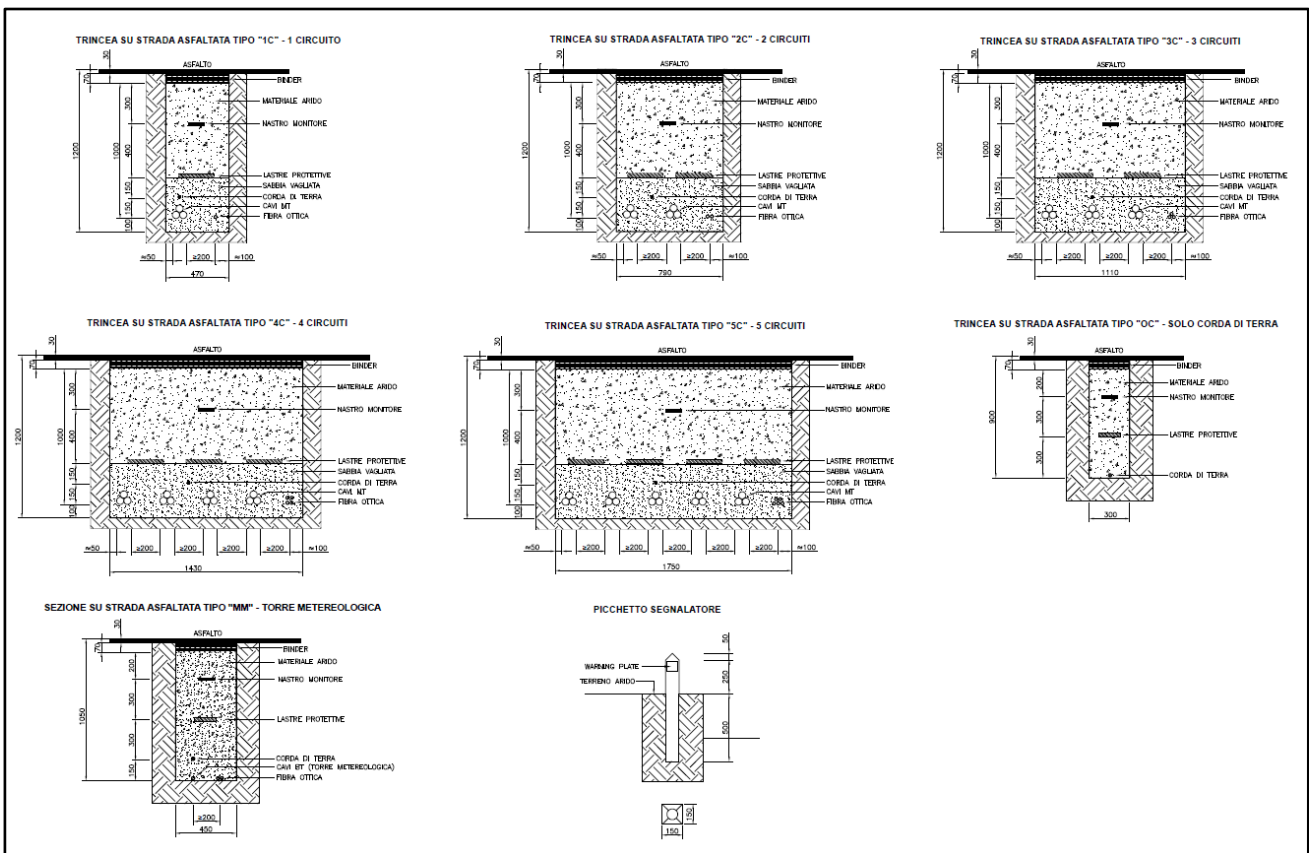


Figura 6.4.2: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto su strada asfaltata

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 (TSOE078\_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 TSOE087\_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 mm<sup>2</sup>, interrata all'interno della trincea in cui sono posati i cavi di Media Tensione e di fibra ottica e ad una profondità di 0,85 m e 0,95 m dal piano di calpestio rispettivamente nel caso di strada sterrata o asfalto (elaborato di progetto TSOE088\_Distribuzione MT – sezioni tipiche delle trincee 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 mm<sup>2</sup> 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 mm<sup>2</sup>.

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 (elaborato di progetto TSOE088\_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 sul fondo 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, per uno spessore di 25 cm, materiale proveniente dagli scavi compattato.

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 30 cm fino al piano stradale di progetto.

Solitamente per l'ultimo strato si adopera materiale proveniente da cava e/o si riutilizza materiale precedentemente estratto.

#### **6.5. Dimensionamento delle linee elettriche MT**

La sezione dei cavi elettrici in media tensione 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.
- $\Delta V$  rappresenta la massima caduta di tensione su ogni sottocampo ed è valutata a partire dalla cabina d'impianto fino all'aerogeneratore più lontano.
- $\Delta P$  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.

Per dettagli relativi al dimensionamento elettrico delle linee MT si rimanda all'elaborato di progetto "TSOE070 Calcolo preliminare degli impianti elettrici".

## **7. SOTTOSTAZIONE ELETTRICA DI UTENTE**

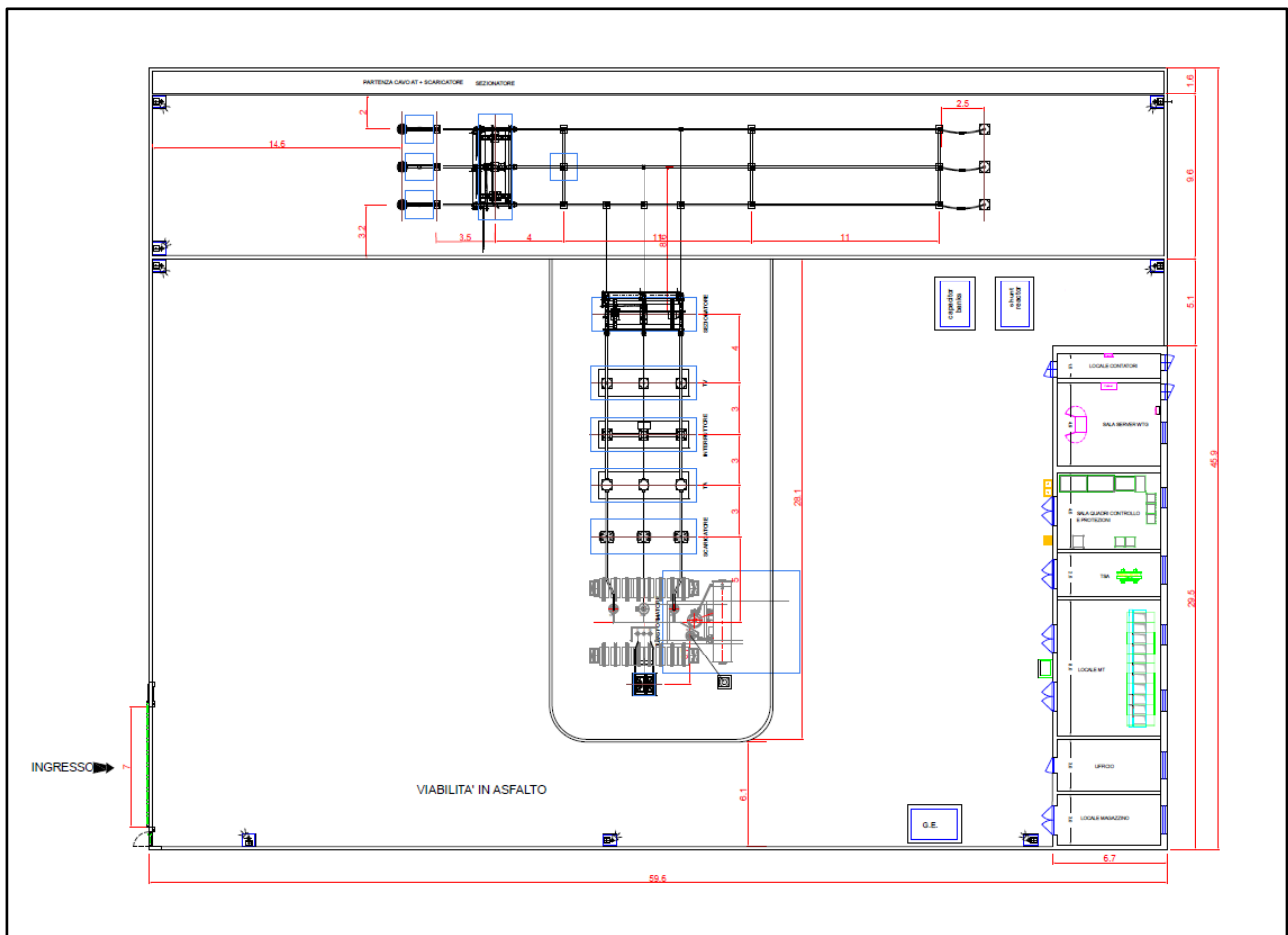
---

Il progetto prevede che l'impianto eolico, di potenza totale in immissione pari a 101 MWp e costituito da 11 aerogeneratori di potenza nominale pari a 6 MWp, collegati tra loro mediante un cavidotto interrato in media tensione, e da un sistema di accumulo di 35 MWp, convogli l'elettricità presso una sottostazione di trasformazione AT/MT da ubicarsi nel Comune di Sant'Arcangelo.

All'interno della Stazione Elettrica Utente è raccolta l'energia prodotta a 33 kV (Media Tensione) e trasformata a 150 kV (Alta Tensione).

La Stazione Elettrica Utente occupa una superficie di circa 3000 m<sup>2</sup>.

Di seguito è riportata la planimetria della Sottostazione Elettrica di Utente; per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato di progetto "TSOE081\_Sottostazione elettrica utente - planimetria elettromeccanica".



**Figura 7.1:** Planimetria elettromeccanica della Stazione di trasformazione 150/33 kV

### 7.1 Descrizione sottostazione elettrica di utente

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

- 1 Trasformatore da 150/33 kV di potenza 130 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 delle apparecchiature elencate sono riportate in dettaglio nell'elaborato di progetto TSOE086\_Sottostazione elettrica utente - schema unifilare”.

La sezione MT e BT è costituita da:

- Sistema di alimentazione di emergenza e ausiliari;
- Trasformatori servizi ausiliari 33/0,4 kV 200 kVA MT/BT;

- Quadri MT a 33 kV;
- Sistema di protezione AT, 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;
- Scomparti relativi al BESS;
- Scomparti trasformatore ausiliario;
- Scomparti di misura;
- Scomparto Shunt Reactor;
- Scomparto Bank Capacitor.

Presso la Sottostazione Elettrica Utente è prevista la realizzazione di un edificio, di dimensioni in pianta di 29,5 x 6,7 m<sup>2</sup>, all'interno del quale siano ubicati i quadri MT, i trasformatori MT/BT, i quadri ausiliari e di protezione oltre al locale misure e servizi.

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: 130 MVA;
- Tipo di raffreddamento: ONAN/ONAF;
- Gruppo vettoriale: YNd<sub>11</sub> (stella/triangolo con neutro esterno lato 150 kV previsto per collegamento a terra);
- Tensione di cortocircuito: V<sub>cc</sub>=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;
- Tensione massima avvolgimento MT: 36 kV.

### **7.3 Sistemi di misura**

---

Il progetto prevede l'installazione di un sistema di misura UTF posizionato sullo stallo a 150 kV e 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 connessione 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 MT/BT 33/0,4 kV, in derivazione dai quadri generali MT.

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 MT;
- Ausiliari sezione AT;
- Illuminazione aree esterne;
- Circuiti prese e circuiti illuminazione edificio SSE;
- 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 pari a 63 mm<sup>2</sup>, interrato a 60 cm dal piano di calpestio e avente lato interno massimo da valutare in sede di progettazione esecutiva.

Presso i trasformatori AT/MT, come si può apprezzare dall'elaborato di progetto "TSOE085\_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 mm<sup>2</sup>. 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 in 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 per servizi ausiliari;
- Locale quadri MT;
- Locale quadri BT e protezioni;
- 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.

### **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;
- 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), 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 mm<sup>2</sup>, 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:

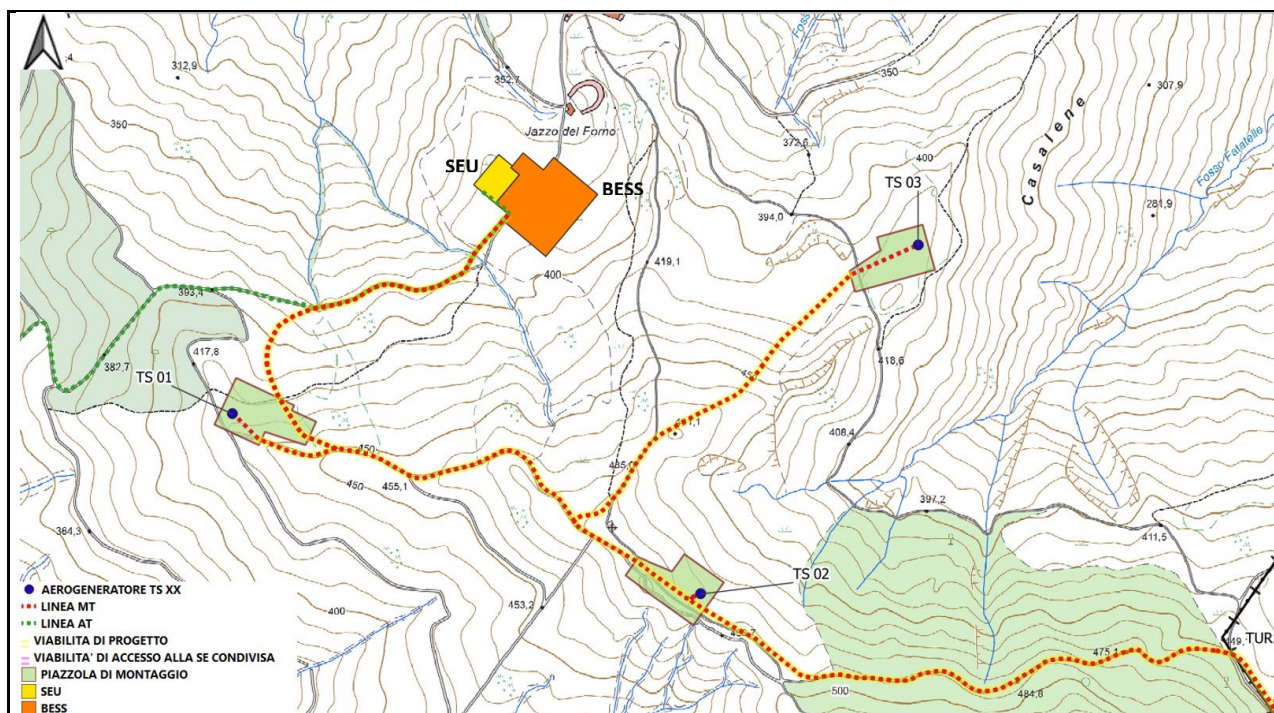
- Collegamento al conduttore di protezione PE di tutte le masse, ivi compresi i centri stella dei trasformatori MT/BT installati presso gli aerogeneratori, ad eccezione degli involucri metallici delle apparecchiature di Classe II;
- I dispositivi di protezione intervengono in caso di primo guasto verso 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. SISTEMA BESS**

L'impianto eolico è connesso ad un sistema di accumulo di energia (BESS, Battery Energy Storage System) di potenza pari a 35 MWp.

Il BESS è localizzato nelle immediate vicinanze della Stazione Elettrica Utente, come rappresentato dalla figura seguente.



**Figura 9.1:** Localizzazione SEU 150/33 kV e BESS su CTR

Il BESS è un sistema costituito da apparecchiature e dispositivi in grado di immagazzinare a livello elettrochimico l'energia al fine di convertirla in energia elettrica in media tensione.

In particolare, il sistema BESS è costituito da un insieme di celle elettrochimiche connesse elettricamente tra loro in serie e parallelo in modo da formare i singoli moduli batterie, i quali, a loro volta, sono connessi elettricamente tra loro in serie e parallelo e assemblati in un unico sistema (armadio batteria).

Le batterie adoperate sono agli ioni di litio e presentano un'aspettativa di vita pari alla vita di impianto prevista in condizioni operative standard all'aperto.

Un sistema di controllo batterie (BMS, Battery Management System) assicura la gestione, il controllo e il monitoraggio locale degli assemblati-batterie, mentre il PCS (Power Conversion System) assicura la conversione bidirezionale della corrente da AC/DC.

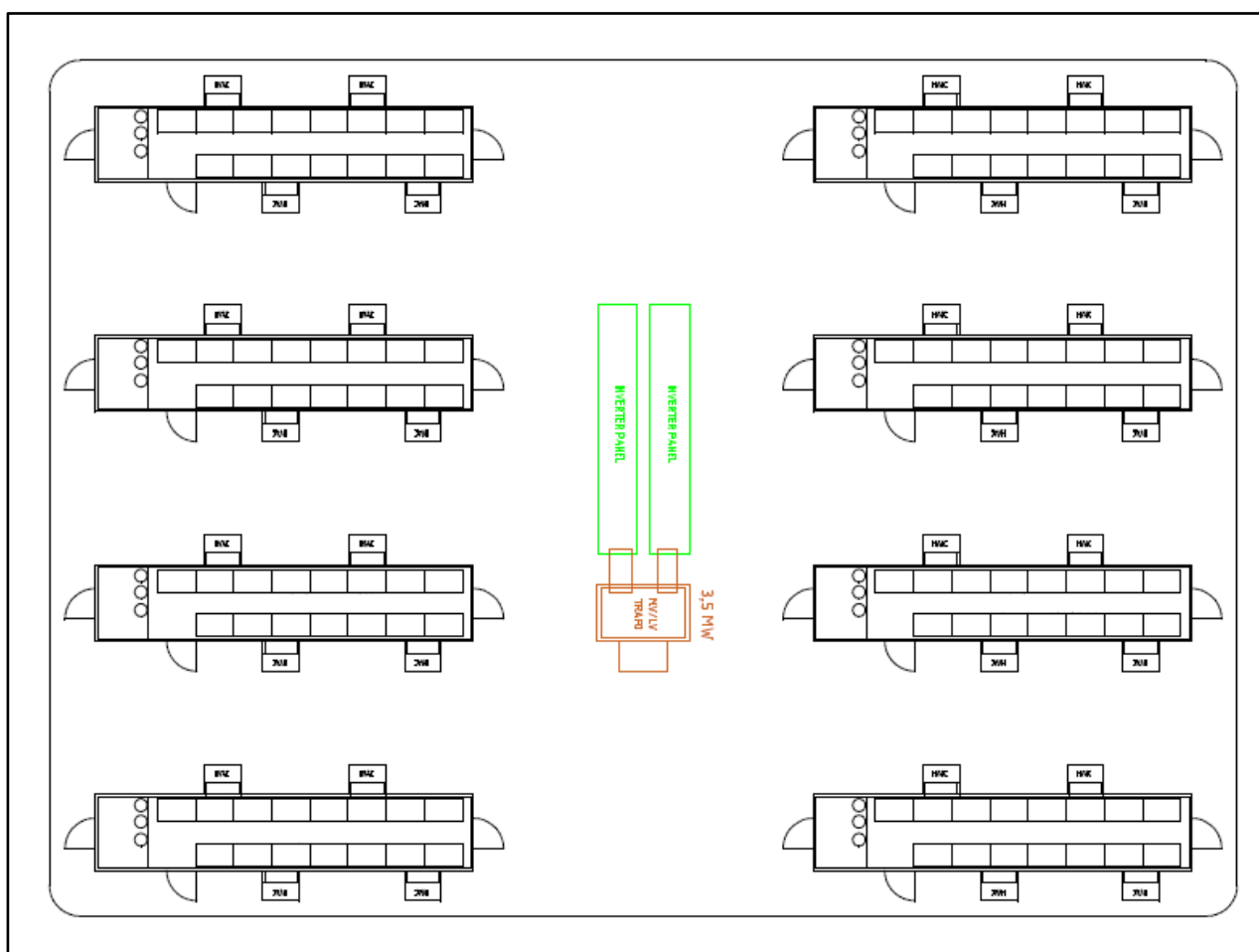
La gestione e il controllo locale dell'impianto è assicurato dal Sistema di Controllo Integrato (SCI).

I componenti e le apparecchiature principali del sistema di accumulo sono di seguito elencati:

- Celle elettrochimiche
- Moduli batterie
- Sistema di gestione, controllo e monitoraggio locale delle batterie (BMS)
- Sistema di conversione di corrente AC/DC (PCS)
- Sistema di gestione e controllo dell'impianto (SCI)
- Trasformatori di potenza MT/BT
- Quadri elettrici MT

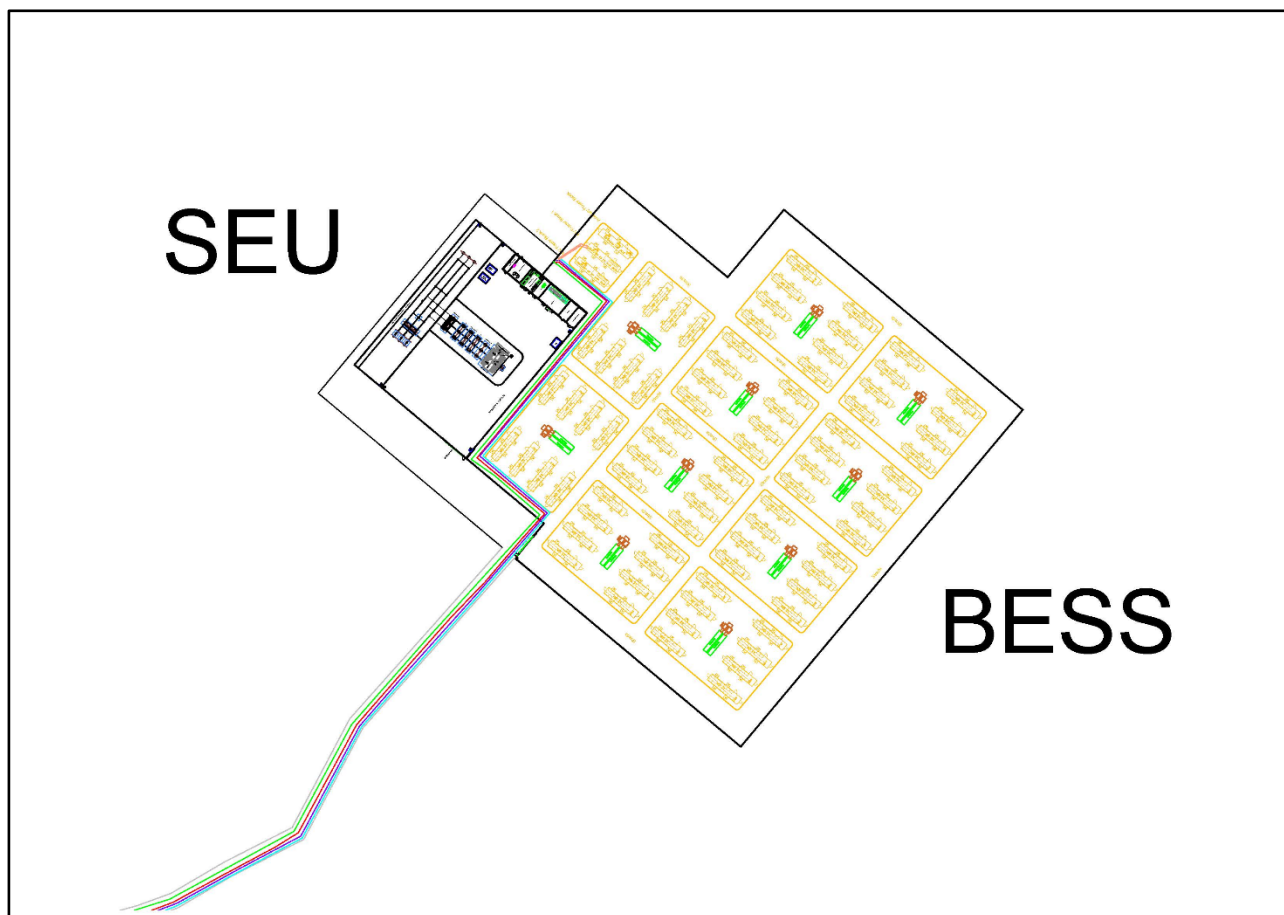
- Sistema di misurazione
- Servizi ausiliari
- Sistema SCADA in grado di garantire la supervisione, il controllo e la raccolta dei dati relativi all'impianto
- Container batterie

Nella **Figure 9.2** è rappresentata una configurazione di esempio delle unità base presa in considerazione, ovvero quella relativa a 3.5 MW di potenza erogabile o assorbibile.



**Figura 9.2:** Unità base da 3.5 MW del BESS

Partendo dalla configurazione di esempio, il sistema BESS per il progetto in oggetto potrebbe essere costituito da 10 unità da 3.5 MW per una potenza totale di 35 MWp (**Figura 9.3**).



**Figura 9.3:** Esempio di configurazione BESS di potenza 35 MW

Nel caso in cui si considerasse la configurazione sopra rappresentata, tenendo presente lo schema unifilare riportato in **Figura 6.2.1** e la **Figura 9.3**, la configurazione complessiva del BESS è costituita da 2 gruppi di 5 blocchi da 3,5 MW ciascuno; in ogni gruppo i 5 blocchi sono collegati tra loro in entra ed esci.

Ognuno dei 2 gruppi (potenza 17,5 MW e, per un fattore di potenza  $\cos\varphi$  di 0,9, corrente massima di 374 A) distribuisce la potenza assorbita/erogata dalle batterie verso un quadro MT del Power Block, che, a sua volta, è collegato, attraverso un cavo MT interrato a 33 kV, al quadro MT della stazione utente.

Infine, nell'area della stazione utente è presente un Auxiliary Power Block, collegato al quadro MT della stazione stessa e in grado di assicurare servizi ausiliari quali:

- Illuminazione esterna dell'area del BESS;
- Sistema per la ventilazione;
- Illuminazione interna all'area BESS e di sicurezza;
- Alimentazione per i sistemi di controllo.



## 10. STAZIONE DI CONDIVISIONE

Il progetto prevede la realizzazione della stazione in condivisione al fine di collegare l'impianto eolico di Tursi Sant'Arcangelo e gli impianti da fonte rinnovabile di altri produttori (CP. 202101502 - Società: Power Prime, CP. 202001857 – Società: Finance Service e altro produttore) con il medesimo stallo della Stazione Elettrica di Trasformazione RTN Terna (SE) 380/150 kV nel Comune di Aliano (MT).

La nuova stazione è situata nel territorio del Comune di Aliano ed è distante circa 20 Km dalla stazione di trasformazione 150/33 kV di Sant'Arcangelo del parco eolico in questione e circa 6 Km dalla stazione RTN Terna di Aliano.

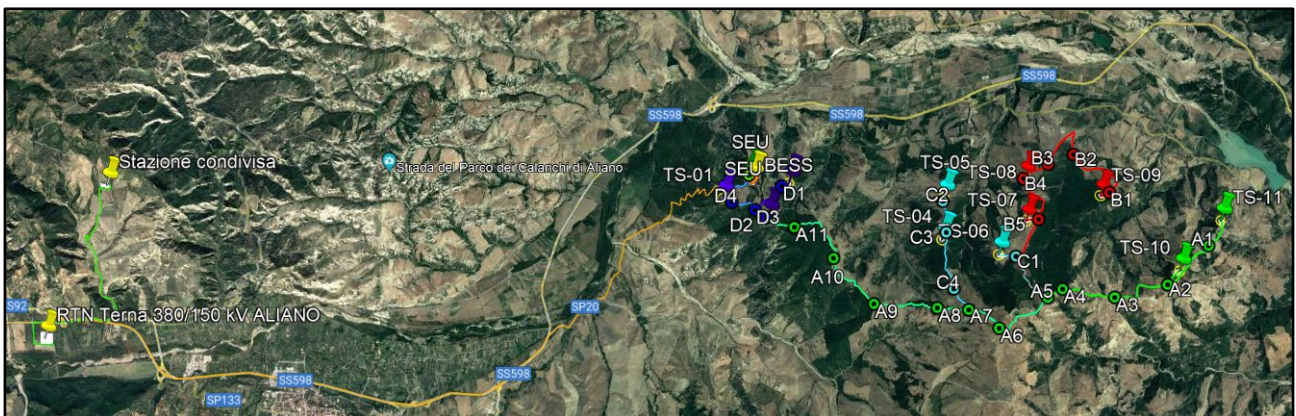


Figura 10.1: Localizzazione della stazione in condivisione di Aliano su immagine satellitare

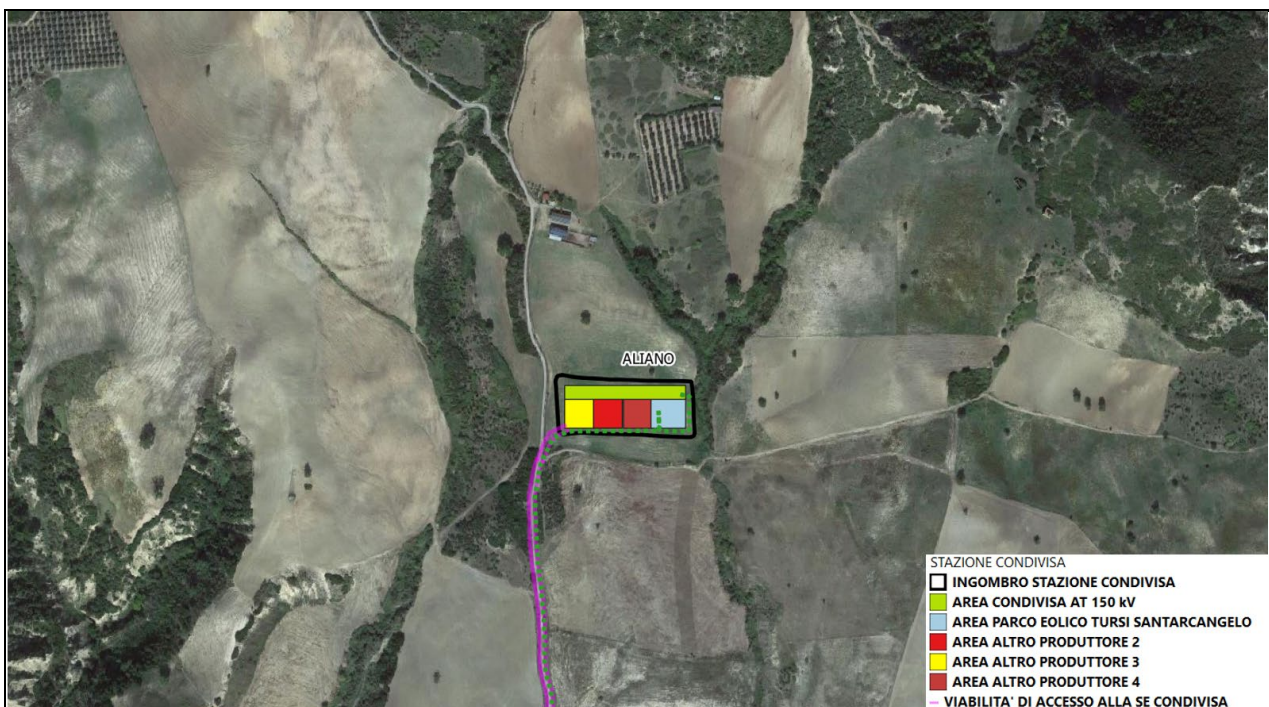


Figura 20.2: Area della stazione in condivisione di Aliano

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.

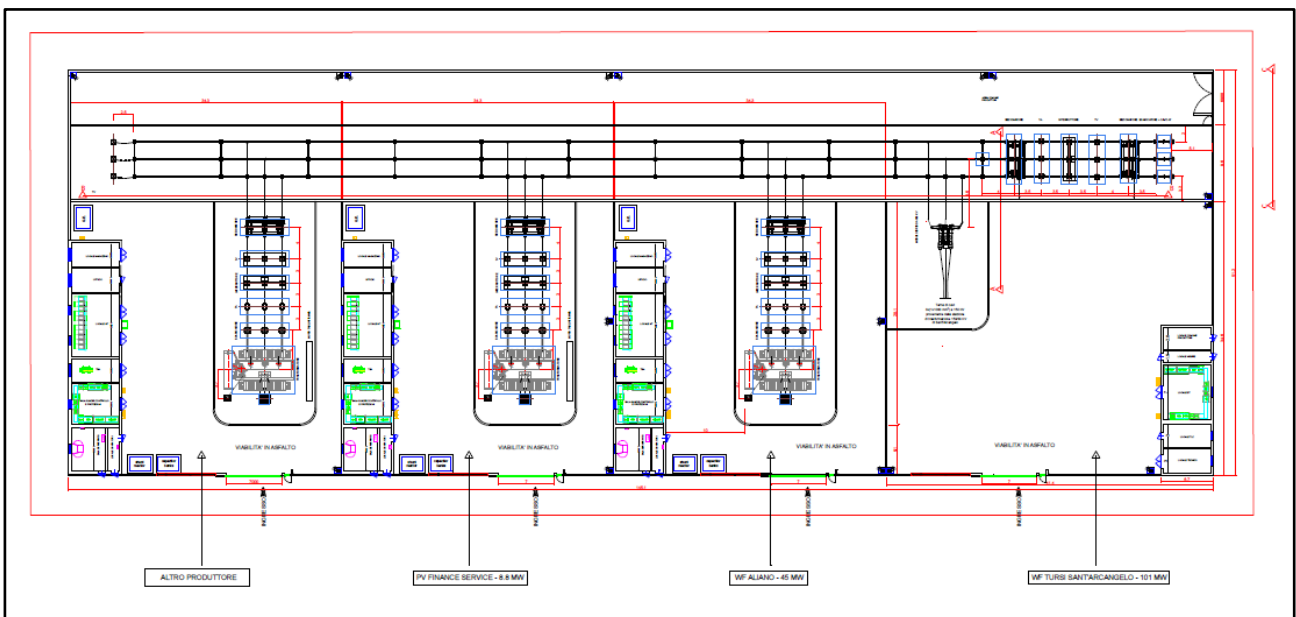
Lo stallo riservato al Parco Eolico Tursi Sant'Arcangelo è costituito da un sistema ibrido che si compone delle seguenti apparecchiature:

- 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 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.

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 "TSOE094 Sottostazione elettrica condivisa – planimetria e sezione elettromeccanica").



**Figura 10.3:** Planimetria elettromeccanica della Sottostazione elettrica condivisa

L'edificio presente in stazione è costituito da un locale misure, un locale BT, un locale TLC, un locale tecnico e locale in comune con gli altri produttori e ha dimensioni in pianta di 17,3 m x 6,7 m, copertura coibentata con tetto piano.

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.

L'impianto di terra è costituito da una maglia di terra in corda di rame nudo di sezione minima pari a 120 mm<sup>2</sup> 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 similari condizioni della suddetta).

## **11. CAVI IN ALTA TENSIONE**

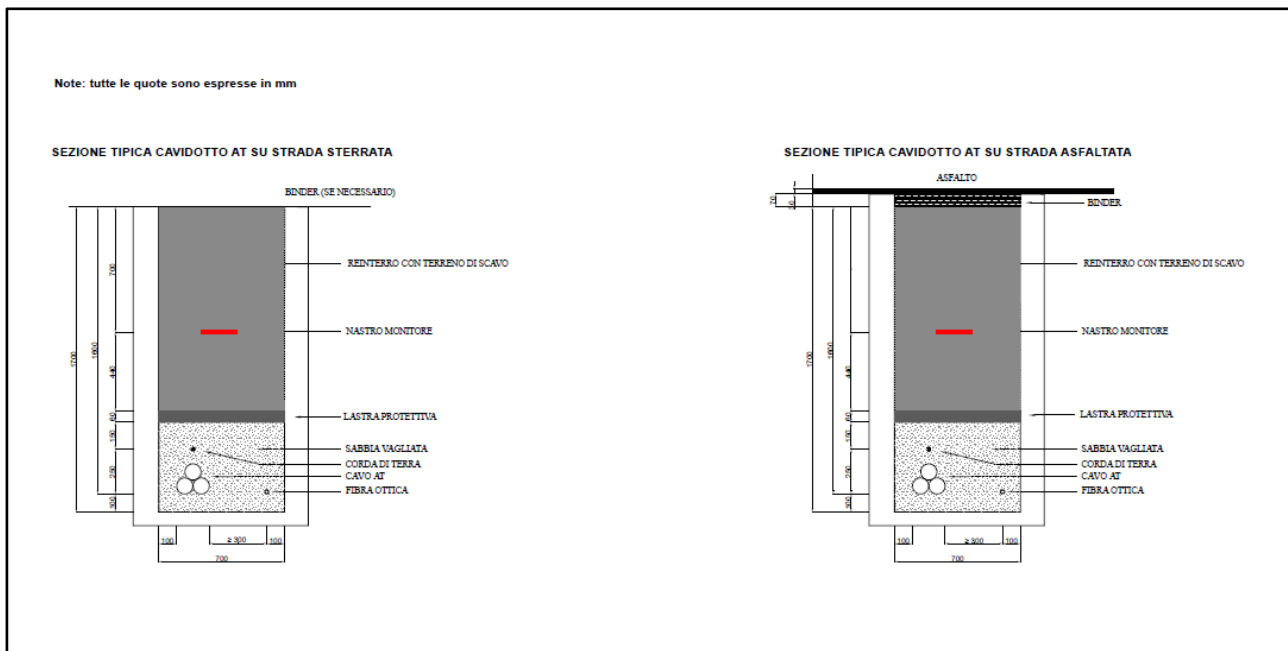
---

Il collegamento elettrico tra la stazione di trasformazione 150/33 kV di Sant'Arcangelo e la stazione di condivisione di Aliano è realizzato tramite una linea interrata a 150 kV di lunghezza di circa 20000 m e composta da una terna di cavi unipolari ARE4H5E del costruttore Prysmian a 150 kV di sezione di 1000 mm<sup>2</sup>, in accordo con lo standard IEC 60840, con conduttore in alluminio, isolamento in polietilene reticolato XLPE, U<sub>0</sub>/U<sub>n</sub> (U<sub>max</sub>) 87/150 (170 kV) kV, portata nominale di 750 A, schermo isolante realizzato con semiconduttore polimerico, guaina metallica saldata longitudinalmente.

I cavi sono caratterizzati da una posa a trifoglio, sono posati a 1,60 m dal piano di calpestio e su un letto di sabbia di 0,1 m, sono ricoperti da uno strato di 0,4 m di sabbia, al di sopra del quale una lastra protettiva in cemento ne assicurerà la protezione meccanica.

A 0,7 m dal piano di calpestio 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.

La terna 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 TSOE096\_Sezione tipica della trincea cavidotto AT.



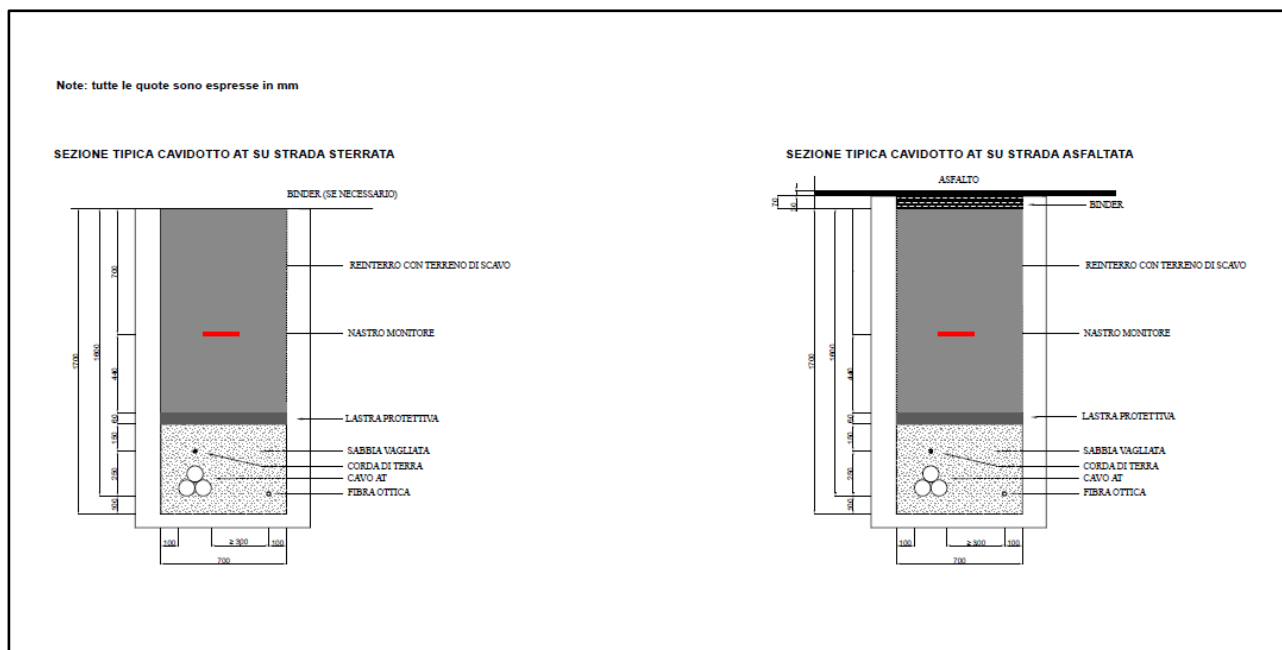
**Figura 11.1:** Sezione tipica del cavidotto AT di connessione tra la stazione di trasformazione 150/33 kV e la stazione di condivisione

Il collegamento tra la stazione di condivisione e il nuovo stallo della Stazione Elettrica di Trasformazione 380/150 kV (SE) denominata “Aliano” è realizzato tramite una linea interrata a 150 kV di lunghezza di circa 6000 m e composta da una terna di cavi unipolari ARE4H5E a 150 kV di sezione di 1600 mm<sup>2</sup>, in accordo con lo standard IEC 60840, con conduttore in alluminio, schermo semiconduttivo del conduttore, isolamento in polietilene reticolato XLPE, U<sub>0</sub>/U<sub>n</sub> (U<sub>max</sub>) 87/150 (170 kV) kV, portata nominale di 900 A, schermo semiconduttivo dell’isolamento, schermo metallica e guaina di protezione esterna in alluminio saldata longitudinalmente.

I cavi sono caratterizzati da una posa a trifoglio, sono posati a 1,60 m dal piano di calpestio e su un letto di sabbia di 0,1 m, sono ricoperti da uno strato di 0,4 m di sabbia, al di sopra del quale una lastra protettiva in cemento ne assicurerà la protezione meccanica.

A 0,7 m dal piano di calpestio 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.

La terna 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 TSOE096\_Sezione tipica della trincea cavidotto AT.

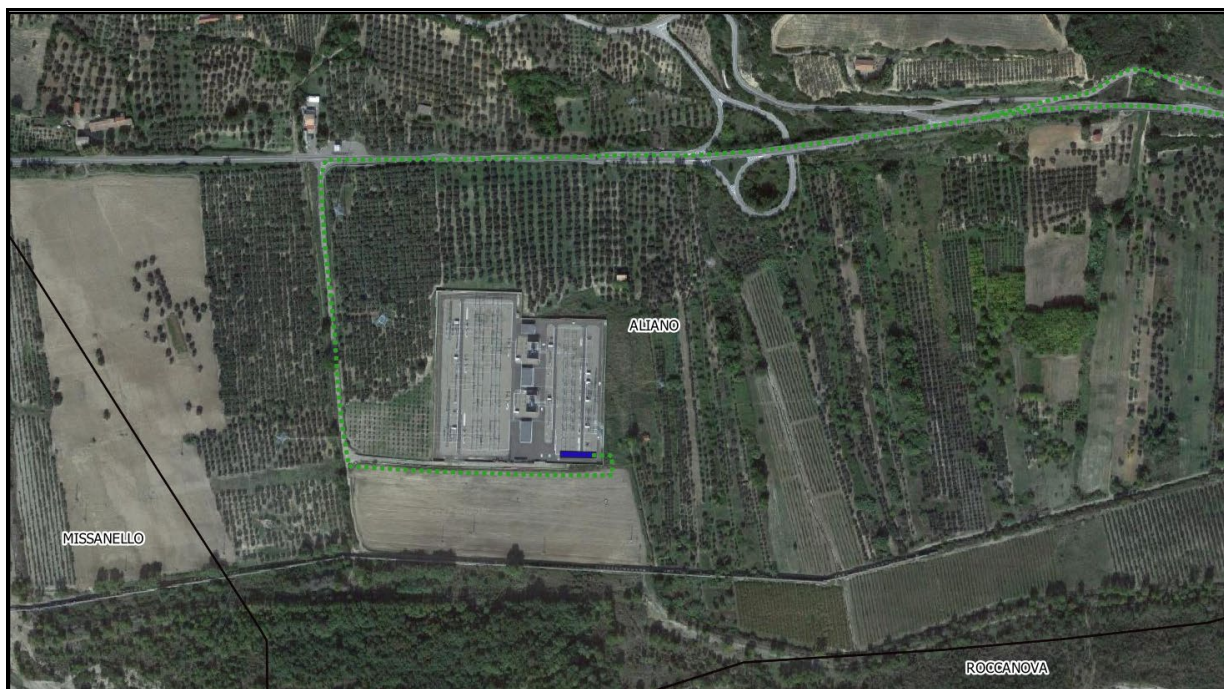


**Tabella 11.2:** Sezione tipica del cavidotto AT di connessione tra la stazione di condivisione e il nuovo stallo della stazione elettrica di trasformazione 380/150 kV denominata “Aliano”

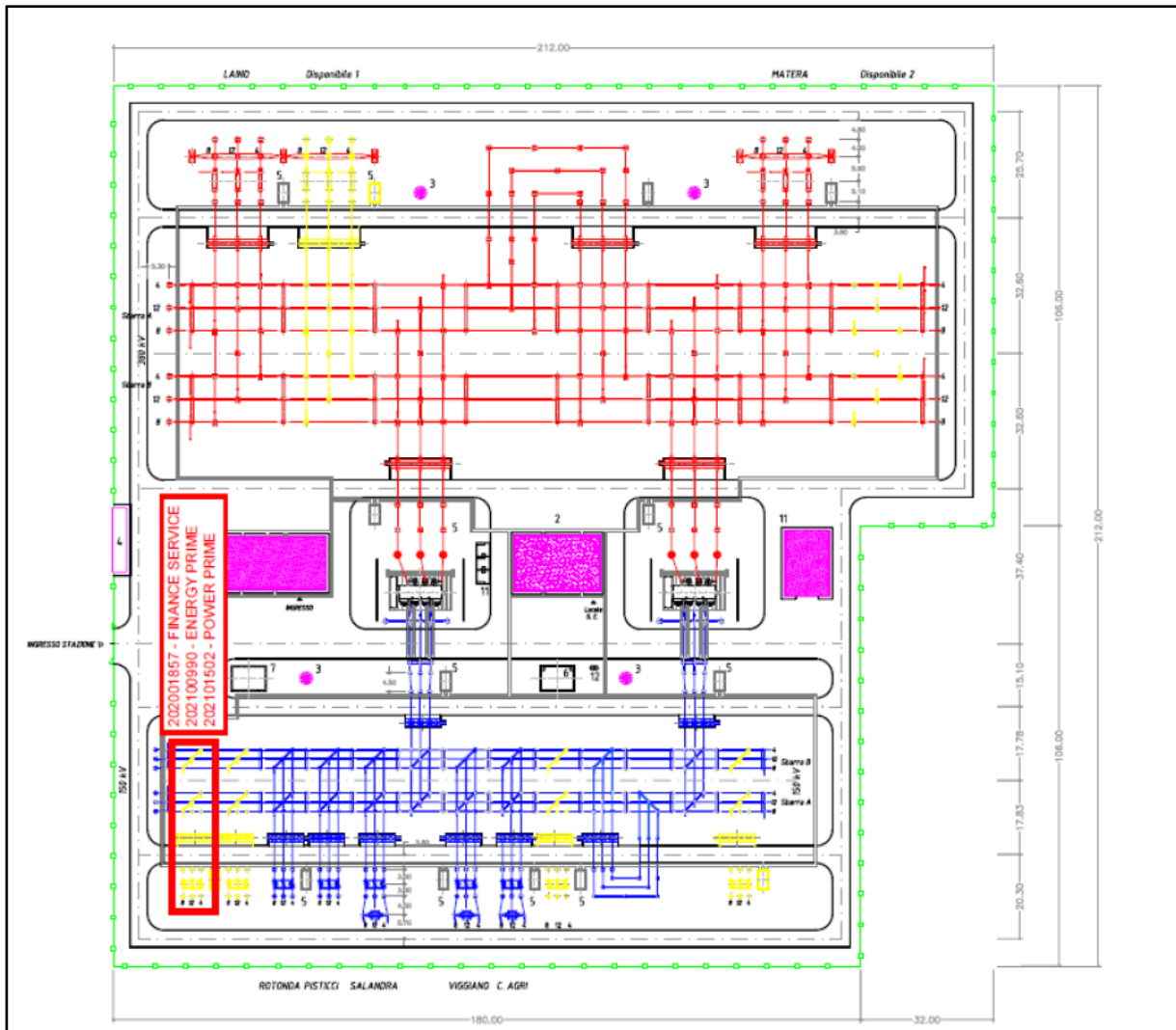
La scelta dei particolari cavi AT e delle relative condizioni di posa potranno comunque subire modifiche, non sostanziali, in fase di progettazione esecutiva, a seconda delle condizioni operative riscontrate.

## 12. STALLO ARRIVO PRODUTTORE

Come indicato nella STMG di Terna, lo stallo di arrivo produttore a 150 kV nella stazione di trasformazione 380/150 kV di Aliano costituisce impianto di rete per la connessione ed è individuato nella **Figura 12.1** su Ortofoto.



**Figura 12.1:** Individuazione su ortofoto dello stallo AT nella stazione Terna



**Figura 12.2:** Planimetria della SE RTN a 380/150 kV con l'ubicazione dello stallo condiviso

Nella seguente figura sono rappresentati rispettivamente il dettaglio della planimetria dello stallo di cui sopra e la relativa sezione (“TSOE097\_Sottostazione elettrica RTN (stallo di competenza) – planimetria e sezione elettromeccanica”).

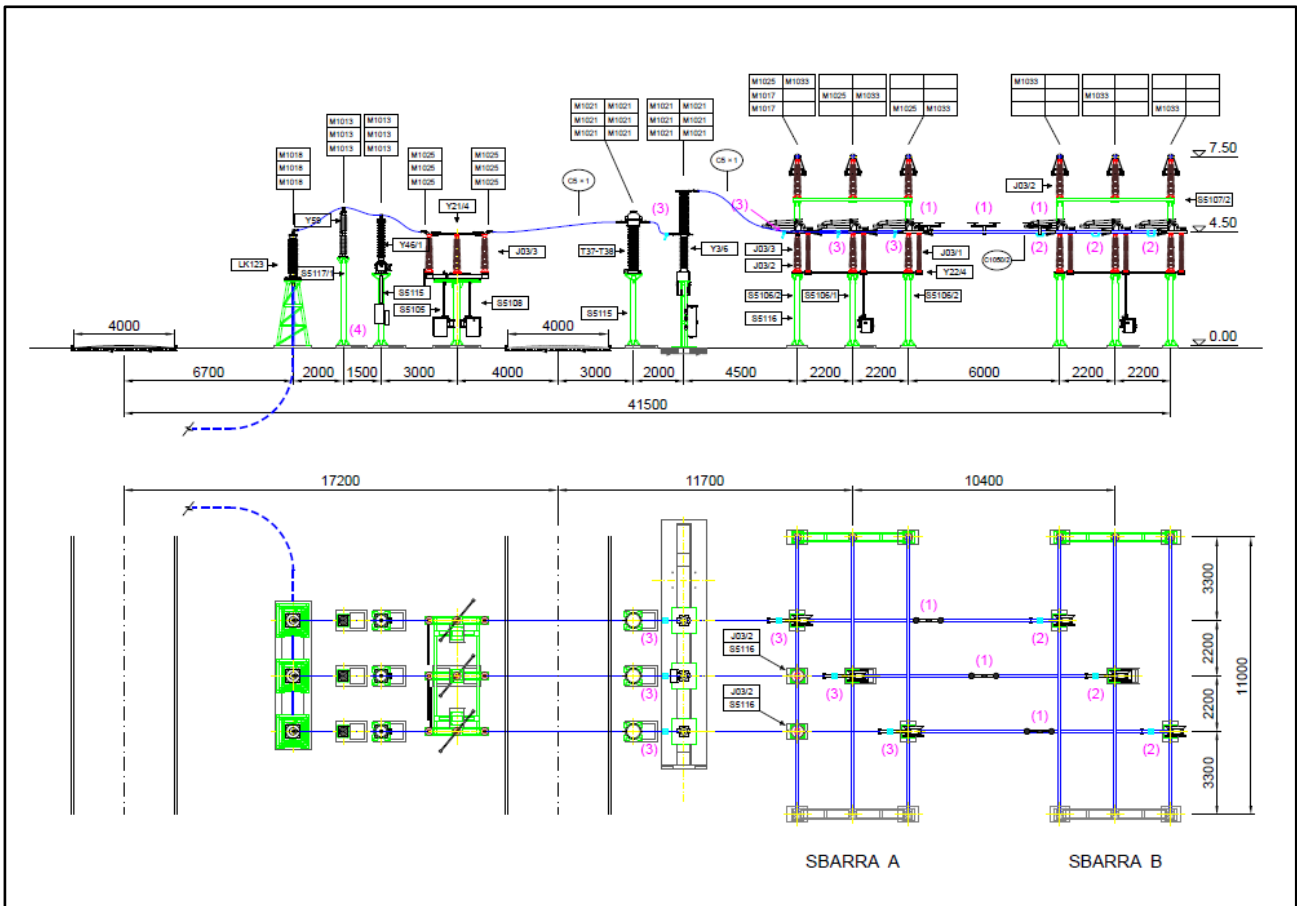


Figura 12.3: Planimetria e sezione elettromeccanica relativa alle apparecchiature dello stallo 150 kV nella stazione Terna

STALLO PER CORRENTI DI CTO CTO 40 KA				STALLO PER CORRENTI DI CTO CTO 31,5 KA			
codice	descrizione	quantità	Specifica Tecnica	codice	descrizione	quantità	Specifica Tecnica
BS1061	Isolatore separatorio verticale con armato	2	IND CS S 01	BS1061	Isolatore separatorio verticale con armato	2	IND CS S 01
BS1062	Isolatore separatorio verticale senza armato	4	IND CS S 01	BS1062	Isolatore separatorio verticale senza armato	4	IND CS S 01
BS105	Isolatore separatorio orizzontale	1	IND CS S 01	BS105	Isolatore separatorio orizzontale	1	IND CS S 01
BS108	Isolatore completo separatorio orizzontale	1	IND CS S 01	BS108	Isolatore completo separatorio orizzontale	1	IND CS S 01
BS1075	Isolatore completo senza senza armato	2	IND CS S 01	BS1075	Isolatore completo senza senza armato	2	IND CS S 01
BS116	Isolatore Td - Tv	4	IND CS S 01	BS116	Isolatore Td - Tv	4	IND CS S 01
BS116	Isolatore isolatore portante	2	IND CS S 01	BS116	Isolatore isolatore portante	2	IND CS S 01
BS1171	Isolatore scapolatore	2	IND CS S 01	BS1171	Isolatore scapolatore	2	IND CS S 01
<b>Elenco apparecchiature 132-150 kv</b>				<b>Elenco apparecchiature 132-150 kv</b>			
Y98	Interruttore 132 kv	1	IND INT 0001	Y98	Interruttore 132 kv	1	IND INT 0001
Y36	Interruttore 150 kv	1	IND INT 0001	Y36	Interruttore 150 kv	1	IND INT 0001
Y214	Separatorio orizzontale con lena di terra	1	IND AS S 01	Y214	Separatorio orizzontale con lena di terra	1	IND AS S 01
Y224	Separatorio verticale	2	IND AS S 01	Y224	Separatorio verticale	2	IND AS S 01
Y36-Td	Td ad affollabilità incrementata 132 kv	3	IND AA S 01	Y36-Td	Td ad affollabilità incrementata 132 kv	3	IND AA S 01
Y36-Tv	Td ad affollabilità incrementata 150 kv	3	IND AA S 01	Y36-Tv	Td ad affollabilità incrementata 150 kv	3	IND AA S 01
Y461	TVG 132 kv	3	IND AV S 01	Y461	TVG 132 kv	3	IND AV S 01
Y461	TVG 150 kv	3	IND AV S 01	Y461	TVG 150 kv	3	IND AV S 01
Y461	Terminali trifasico	3	IND AV S 01	Y461	Terminali trifasico	3	IND AV S 01
Y59	Scapolatore 132 kv	3	IND AZ S 01	Y59	Scapolatore 132 kv	3	IND AZ S 01
Y59	Scapolatore 150 kv	3	IND AZ S 01	Y59	Scapolatore 150 kv	3	IND AZ S 01
<b>Elenco isolatori 132-150 kv (1)</b>				<b>Elenco isolatori 132-150 kv (1)</b>			
BS01	Isolatore di manovra	8	IND CI S 01	BS01	Isolatore di manovra	8	IND CI S 01
BS23	Isolatore portante	8	IND CI S 01	BS23	Isolatore portante	8	IND CI S 01
BS23	Isolatore portante	15	IND CI S 01	BS23	Isolatore portante	15	IND CI S 01
<b>Elenco nonisolete 132-150 kv</b>				<b>Elenco nonisolete 132-150 kv</b>			
M1015	Manretto a T7 con passante A di 36 - cobaso	6	IND MORS S1	M1015	Manretto a T7 con passante A di 36 - cobaso	6	IND MORS S1
M1017	Manretto portante per corda A di 36	2	IND MORS S1	M1017	Manretto portante per corda A di 36	2	IND MORS S1
M1018	Manretto a 30° per corda A di 36 - cobaso	2	IND MORS S1	M1018	Manretto a 30° per corda A di 36 - cobaso	2	IND MORS S1
M1021	Manretto dritto per corda A di 36 - cobaso a 2 for	12	IND MORS S1	M1021	Manretto dritto per corda A di 36 - cobaso a 2 for	12	IND MORS S1
M1025	Manretto dritto per corda A di 36 - cobaso a 4 for	3	IND MORS S1	M1025	Manretto dritto per corda A di 36 - cobaso a 4 for	3	IND MORS S1
M1029	Manretto isolato dritto per corda A di 36 - cobaso a 4 for	6	IND MORS S1	M1029	Manretto isolato dritto per corda A di 36 - cobaso a 4 for	6	IND MORS S1
-	Anticorona per conduttore isolato (S02) (2)	3		-	Anticorona per conduttore isolato (S02) (2)	3	
-	Punti fissi per conduttore isolato da Ø 100	3		-	Punti fissi per conduttore isolato da Ø 100	3	
-	Punti fissi per conduttore a corda A di 36	6		-	Punti fissi per conduttore a corda A di 36	6	
<b>Elenco conduttori 132-150 kv</b>				<b>Elenco conduttori 132-150 kv</b>			
CS x 1	Conduttore isolato di 100/86	3x124	IND CG S 01	CS x 1	Conduttore isolato di 100/86	3x124	IND CG S 01
CS x 1	Conduttore corda A di 36	85	LCI	CS x 1	Conduttore corda A di 36	85	LCI

(1) Nelle quantità degli isolatori, sono conteggiate anche gli isolatori senza apparecchiature  
 (2) Per gli anticoncorone si deve fare riferimento alla IND CN S 01

Figura 12.4: Legenda della planimetria e sezione elettromeccanica relativa alle apparecchiature dello stallo 150 kV nella stazione Terna

Le apparecchiature che costituiscono lo stallo all'interno della stazione elettrica di trasformazione 380/150 kV rispondono alle specifiche Terna e sono di seguito elencate:

- Terminali cavi AT;

- Sbarre 150 kV;
- Trasformatori di Tensione capacitivi 150 kV;
- Trasformatori di corrente 150 kV;
- Sezionatore unipolare orizzontale con lame di terra 150 kV;
- Sezionatori unipolari verticale 150 kV;
- Interruttore tripolare 150 kV;
- Scaricatori di sovratensione 150 kV.