

| | | | | | |
|------|------------|-----------------------|---------|------------|----------|
| 0 | Marzo 2022 | PRIMA EMISSIONE | MG | VF | MG |
| REV. | DATA | DESCRIZIONE REVISIONE | REDATTO | VERIFICATO | APROVATO |

Volta Gestione Energie

REGIONE SARDEGNA
Provincia di Oristano
 COMUNI DI MOGORELLA E VILLA SANT'ANTONIO



PROGETTO:

PARCO EOLICO MOGORELLA - SANT'ANTONIO
PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE:

VGest

Volta Gestione Energie S.r.l.

Piazza Manifattura, 1 – 38068 Rovereto (TN)
 Codice Fiscale e Partita IVA 02650940220
 Tel. +39 0464 625100 - Fax +39 0464 625101
 PEC volta-gestioneenergie@legalmail.it

PROGETTISTA:



Hydro Engineering s.s.
 di Damiano e Mariano Galbo
 via Rossotti, 39
 91011 Alcamo (TP) Italy




OGGETTO DELL'ELABORATO:

Relazione tecnica elettrica

| N° ELABORATO | SCALA | FOGLIO | FORMATO | CODIFICA COMMITTENTE |
|--------------|-------|--------|---------|----------------------|
| MOG-CE-R05 | --- | 1 di 1 | A4 | |

ID ELABORATO: MOG-CE-R05-RELAZIONE TECNICA ELETTRICA_REV00

Questo elaborato è di proprietà di VGest ed è protetto a termini di legge

VGest

Storia delle revisioni del documento

| REV. | DATA | DESCRIZIONE REVISIONE | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |
|------|------------|-----------------------|---------|------------|-----------|
| 00 | Marzo 2022 | PRIMA EMISSIONE | MG | VF | MG |
| | | | | | |
| | | | | | |

INDICE

| | | |
|--------|--|----|
| 1. | PREMESSA..... | 4 |
| 2. | NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 6 |
| 2.1. | NORMATIVA IMPIANTI EOLICI:..... | 6 |
| 2.2. | NORMATIVA STAZIONI ELETTRICHE AT/MT:..... | 6 |
| 2.3. | NORMATIVA CAMPI ELETTROMAGNETICI: | 8 |
| 3. | INQUADRAMENTO TERRITORIALE..... | 10 |
| 4. | SINTESI DEL PROGETTO | 15 |
| 4.1. | AEROGENERATORI..... | 16 |
| 4.2. | SCHEMA ELETTRICO | 19 |
| 4.3. | LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO | 20 |
| 5. | DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DELLE LINEE MT | 21 |
| 5.1. | CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE | 21 |
| 5.2. | CALCOLO DELLE PORTATE | 21 |
| 5.2.1. | DATI TECNICI DEL CAVO UTILIZZATO | 22 |
| 5.2.2. | TEMPERATURA DEL TERRENO | 22 |
| 5.2.3. | NUMERO DI TERNE PER SCAVO | 23 |
| 5.2.4. | POSA DIRETTAMENTE INTERRATA | 23 |
| 5.2.5. | PROFONDITÀ DI POSA..... | 24 |
| 5.2.6. | RESISTIVITÀ TERMICA DEL TERRENO..... | 24 |
| 5.2.7. | TABULATI DI CALCOLO..... | 24 |
| 6. | ANALISI DEL RISCHIO DI ELETTROCUZIONE..... | 26 |
| 6.1. | MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI | 26 |
| 6.2. | MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI | 27 |
| 6.3. | PROTEZIONI CONTRO LE FULMINAZIONI DIRETTE | 28 |
| 7. | SISTEMA DI MESSA A TERRA DEGLI SCHERMI CAVI MT..... | 29 |
| 7.1. | SISTEMI DI MESSA A TERRA ADOTTATI..... | 29 |
| 8. | STAZIONE DI TRASFORMAZIONE AT/MT | 30 |
| 8.1. | UBICAZIONE E VIABILITÀ DI ACCESSO | 30 |
| 8.2. | DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE | 32 |
| 8.2.1. | DISPOSIZIONE ELETTROMECCANICA..... | 33 |
| 8.2.2. | SERVIZI AUSILIARI | 34 |
| 8.2.3. | RETE DI TERRA..... | 34 |
| 8.2.4. | FABBRICATI..... | 36 |
| 8.2.5. | OPERE CIVILI..... | 37 |
| 8.2.6. | FONDAZIONI OPERE ELETROMECCANICHE | 38 |
| 8.2.7. | PRINCIPALI APPARECCHIATURE AT IN PROGETTO | 38 |
| 8.2.8. | TRASFORMATORI DI POTENZA: | 39 |

| | |
|---|----|
| 8.2.9. SISTEMA DI MISURA | 40 |
| 9. ELETTRDOTTO DI COLLEGAMENTO CON LA SE TERNA..... | 41 |
| 9.1. DIMENSIONAMENTO ELETTRICO | 42 |
| 9.2. CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE | 42 |
| 9.3. CALCOLO DELLE PORTATE | 43 |
| 9.4. DATI TECNICI DEL CAVO UTILIZZATO | 43 |
| 9.4.1. TEMPERATURA DEL TERRENO | 44 |
| 9.4.2. NUMERO DI TERNE PER SCAVO | 45 |
| 9.4.3. POSA DIRETTAMENTE INTERRATA | 45 |
| 9.4.4. PROFONDITÀ DI POSA..... | 45 |
| 9.4.5. RESISTIVITÀ TERMICA DEL TERRENO..... | 46 |
| 9.4.6. TABULATI DI CALCOLO..... | 46 |
| 10. CAMPI ELETTRMAGNETICI E FASCE DI RISPETTO | 47 |
| 11. STALLO DI RETE | 48 |
| 11.1. UBICAZIONE | 48 |
| 11.2. OPERE ELETTRMECCANICHE | 48 |
| 11.3. OPERE CIVILI..... | 51 |

1. PREMESSA

Volta Gestione Energie, con sede in 38068 Rovereto (TN), Piazza Manifattura n. 1, operante nel settore dello sviluppo di nuovi progetti per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, nasce da un’operazione di scissione di Volta Green Energy e si avvale dell’esperienza più che decennale di professionisti, con oltre 500 MW di parchi eolici e 100 MW di impianti fotovoltaici sviluppati, costruiti e gestiti.

Volta Green Energy ha recentemente completato i lavori di una delle prime installazioni eoliche in Italia che, da aprile 2020 con successo, è operativa su base merchant, e cioè si sostiene economicamente senza il ricorso a produzione incentivata.

Si tratta di due ampliamenti di un parco eolico già in esercizio da 48 MW con una potenza aggiuntiva di 18 MW. Tutte le altre attività di realizzazione dei due impianti (ingegneria, permitting, lavori civili ed elettrici, acquisti, consulenze, ecc), le attività di collaudo, nonché gestione, coordinamento e armonizzazione tra tutti i diversi soggetti coinvolti e le rispettive attività, sono state svolte da Volta Green Energy, le cui professionalità avevano portato avanti anche lo sviluppo delle iniziative.

Oggi, Volta Gestione Energie, insieme ad un partner di primaria importanza nel settore delle energie rinnovabili, sta realizzando un impianto eolico della potenza di circa 44 MW, costituito da 9 aerogeneratori e sta per iniziare i lavori di un altro impianto eolico da 30 MW, entrambi in Sicilia. Lo sviluppo delle iniziative è stato portato avanti dal team di Volta Green Energy.

Volta Gestione Energie (di seguito anche la “Società”), ha in progetto la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, mediante l’installazione di 6 aerogeneratori di potenza unitaria pari a 6,3 MW, per una potenza complessiva di 37,8 MW, nei territori Comunali di Mogorella e di Villa Sant’Antonio, in provincia di Oristano (di seguito anche “Parco Eolico Mogorella - Sant’Antonio” o solamente “Parco Eolico”).

Secondo quanto previsto dal preventivo di connessione prot. n. 51717, Codice Pratica 202001093, rilasciato da Terna S.p.A. in data 18/08/2020, e trasmesso da Terna S.p.A. in data 18/08/2020, poi accettato dalla Società in data 15/12/2020, l’impianto si collegherà alla RTN per la consegna della energia elettrica prodotta attraverso una stazione utente di trasformazione e consegna (“SSEU”) da collegare in antenna a 220 kV su un nuovo stallo a 220 kV dell’esistente Stazione Elettrica (“SE”) di smistamento della RTN a 220 kV di “Mogorella”.

Il modello di aerogeneratore (“WTG”) scelto, dopo opportune considerazioni tecniche ed economico finanziarie, è Siemens Gamesa SG170 da 6,3 MW con altezza mozzo pari a 115 m, diametro rotore pari a 170 m e altezza massima al top della pala pari a 200 m. Questo modello di aerogeneratore è allo stato attuale quello ritenuto più idoneo per il sito di progetto dell’impianto.

L’area interessata dal Parco Eolico ricade su una superficie prevalentemente agricola. I terreni sui quali si intende realizzare l’impianto sono tutti di proprietà privata. Il territorio è caratterizzato da un’orografia prevalentemente collinare, le posizioni delle macchine hanno all’incirca un’altitudine media s.l.m. di 300 m.

L’energia prodotta dagli aerogeneratori sarà convogliata alla SSEU prevista nel Comune di Mogorella (OR), nella particella 5 del foglio 2, per la trasformazione e la consegna dell’energia elettrica alla Rete di Trasmissione Nazionale.

La sottostazione AT/MT del Parco Eolico Mogorella - Sant’Antonio prevede la condivisione di alcune opere utente con la sottostazione elettrica di un altro impianto eolico in progetto proposto da un altro operatore; entrambe le sottostazioni, nell’ottica di razionalizzazione delle opere di rete, saranno quindi collegate al medesimo stallo a 220 kV della esistente SE RTN “Mogorella”.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

2.1. NORMATIVA IMPIANTI EOLICI:

- Norma CEI 20-13: Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- Norma CEI 20-24: Giunzioni e terminazioni per cavi di energia;
- 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 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- 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 EN 50522 (CEI 99-3) “Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.”;
- 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 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria;
- Norma CEI 11-3;V1: Impianti di produzione eolica;
- Norma CEI 11-35: Guida all’esecuzione delle cabine elettriche d’utente;
- Norma CEI 17-1: Apparecchiature ad alta tensione – Interruttori a corrente alternata ad alta tensione;
- Norma CEI 11-25: Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifasi a c.a., (IIa Ediz., Fasc. 6317, 2001-12).
- 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.

2.2. NORMATIVA STAZIONI ELETTRICHE AT/MT:

- Norma CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria;
- 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 11-27 Lavori su impianti elettrici;
- Norma CEI EN 50110-1-2 Esercizio degli impianti elettrici;
- Norma CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;

- 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 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- Norma CEI 11-37: Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;
- Norma CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- Norma CEI EN 60721-3-3 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI EN 60721-3-4 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI EN 60068-3-3 Prove climatiche e meccaniche fondamentali Parte 3: Guida – Metodi di prova sismica per apparecchiature;
- Norma CEI 64-2 Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione;
- Norma CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua;
- Norma CEI EN 62271-100 Interruttori a corrente alternata ad alta tensione;
- Norma CEI EN 62271-102 Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata per alta tensione;
- Norma CEI EN 61009-1 Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari;
- Norma CEI EN 60898-1 Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari;
- Norma CEI 33-2 Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi;
- Norma CEI 36-12 Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V;
- Norma CEI EN 60044-1 Trasformatori di corrente;
- Norma CEI EN 60044-2 Trasformatori di tensione induttivi;
- Norma CEI EN 60044-5 Trasformatori di tensione capacitivi;
- Norma CEI 57-2 Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata;
- Norma CEI 57-3 Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate;
- Norma CEI EN 60076-1 Trasformatori di potenza;
- Norma CEI EN 60137 Isolatori passanti per tensioni alternate superiori a 1 kV;
- Norma CEI EN 60099-4 Scaricatori ad ossido di zinco senza spinterometri per reti a corrente alternata;
- Norma CEI EN 60099-5 Scaricatori – Raccomandazioni per la scelta e l'applicazione;
- Norma CEI EN 60507 Prove di contaminazione artificiale degli isolatori per alta tensione in sistemi a corrente alternata;

- Norma CEI EN 60694 Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione;
- Norma CEI EN 60529 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP) ;
- Norma CEI EN 60168 Prove di isolatori per interno ed esterno di ceramica e di vetro per impianti con tensione nominale superiore a 1000 V;
- Norma CEI EN 60383-1 Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 1 Isolatori in materiale ceramico o in vetro per sistemi in corrente alternata;
- Norma CEI EN 60383-2 Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 2 Catene di isolatori e equipaggiamenti completi per reti in corrente alternata;
- Norme CEI EN 61284 Linee aeree – Prescrizioni e prove per la morsetteria;
- Norma CEI EN 61000-6-2 Immunità per gli ambienti industriali;
- Norma CEI EN 61000-6-4 Emissione per gli ambienti industriali;
- Norma CEI EN 61400 Sistemi di generazione a turbina eolica;
- Norma CEI-UNEL 35027: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV - Portate di corrente in regime permanente - Posa in aria ed interrata;
- Guida Terna. INSIX1016 Criteri di coordinamento dell'isolamento nelle reti AT;
- Guida Terna DRRPX04042 Criteri generali di protezione delle reti a tensione uguale o superiore a 120 kV;
- Guida Terna DRRPX02003 Criteri di automazione delle stazioni elettriche a tensione uguale o superiore a 120 kV;
- Guida Terna DRRPX03048 Specifica funzionale per sistema di monitoraggio delle reti elettriche a tensione uguale o superiore a 120 kV.

2.3. **NORMATIVA CAMPI ELETTROMAGNETICI:**

- DM del 29.5.2008, "Approvazione della metodologia di calcolo delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 08/07/2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", G.U. 28 agosto 2003, n. 200;
- Legge quadro 22/02/2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", G.U. 7 marzo 2001, n.55;

- Norma CEI 106-11 “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 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”;
- Norma CEI 211-6 “Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all’esposizione umana”.
- Norma CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L’impianto eolico insisterà nel territorio dei comuni di Mogorella (OR) e Villa S. Antonio (OR) e in particolare, saranno installati n. 6 aerogeneratori, aventi le seguenti denominazioni, M01, M02, V03, V04, V05, V06.

Dal punto di vista cartografico, le opere in progetto ricadono all’interno delle seguenti cartografie e Fogli di Mappa:

- o Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche “529S2S4”.
- o Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, fogli n° 529110-529150.
- o Fogli di mappa catastale del Comune di Mogorella n° 2-3-6-7-11.
- o Fogli di mappa catastale del Comune di Villa S. Antonio n°3-7-9-10-12.

La sottostazione di trasformazione e consegna dell’energia elettrica prodotta dal parco eolico ricade nel territorio del Comune di Mogorella.

Di seguito gli identificativi, i dati catastali, le coordinate assolute nel sistema UTM WGS84 e le quote di installazione sul livello del mare dei nuovi aerogeneratori:

| WTG | Comune | foglio | particella | Coordinata UTM-WGS84 Est | Coordinata UTM-WGS84 Nord | Quota m s.l.m. |
|-----|------------------|--------|------------|--------------------------|---------------------------|----------------|
| M01 | Mogorella | 7 | 45 | 489208 | 4413328 | 350 |
| M02 | Mogorella | 11 | 11 | 489227 | 4412651 | 313 |
| V03 | Villa S. Antonio | 7 | 360 | 490555 | 4412270 | 290 |
| V04 | Villa S. Antonio | 9 | 14 | 489786 | 4411899 | 284 |
| V05 | Villa S. Antonio | 10 | 2 | 490674 | 4411696 | 266 |
| V06 | Villa S. Antonio | 12 | 5 | 489545 | 4411396 | 258 |

Tab.1



Fig. 1 Ubicazione area di impianto da satellite

1 Ubicazione area di impianto da satellite

Fig.

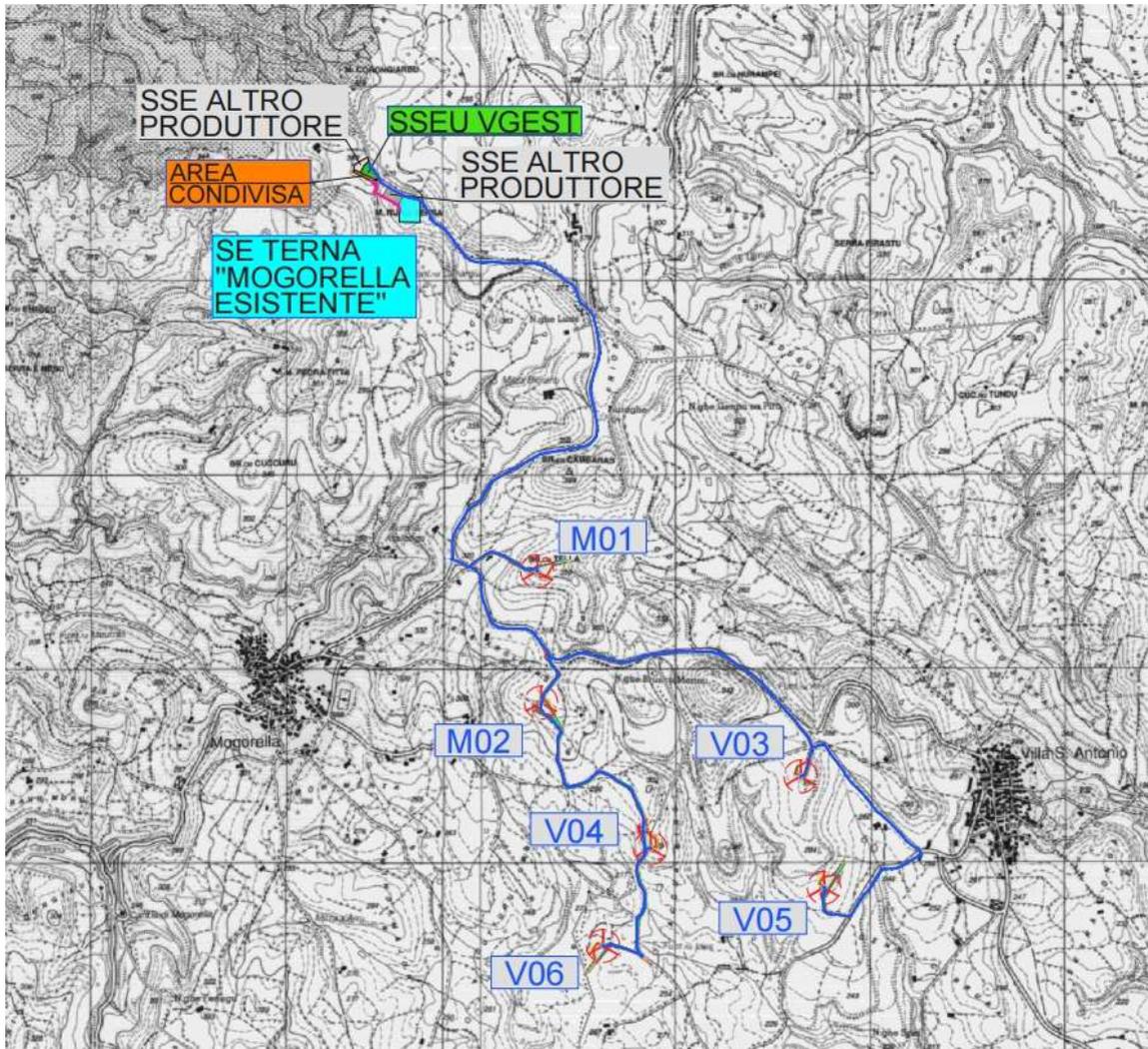


Fig. 2 Inquadramento impianto su IGM 1:25.000

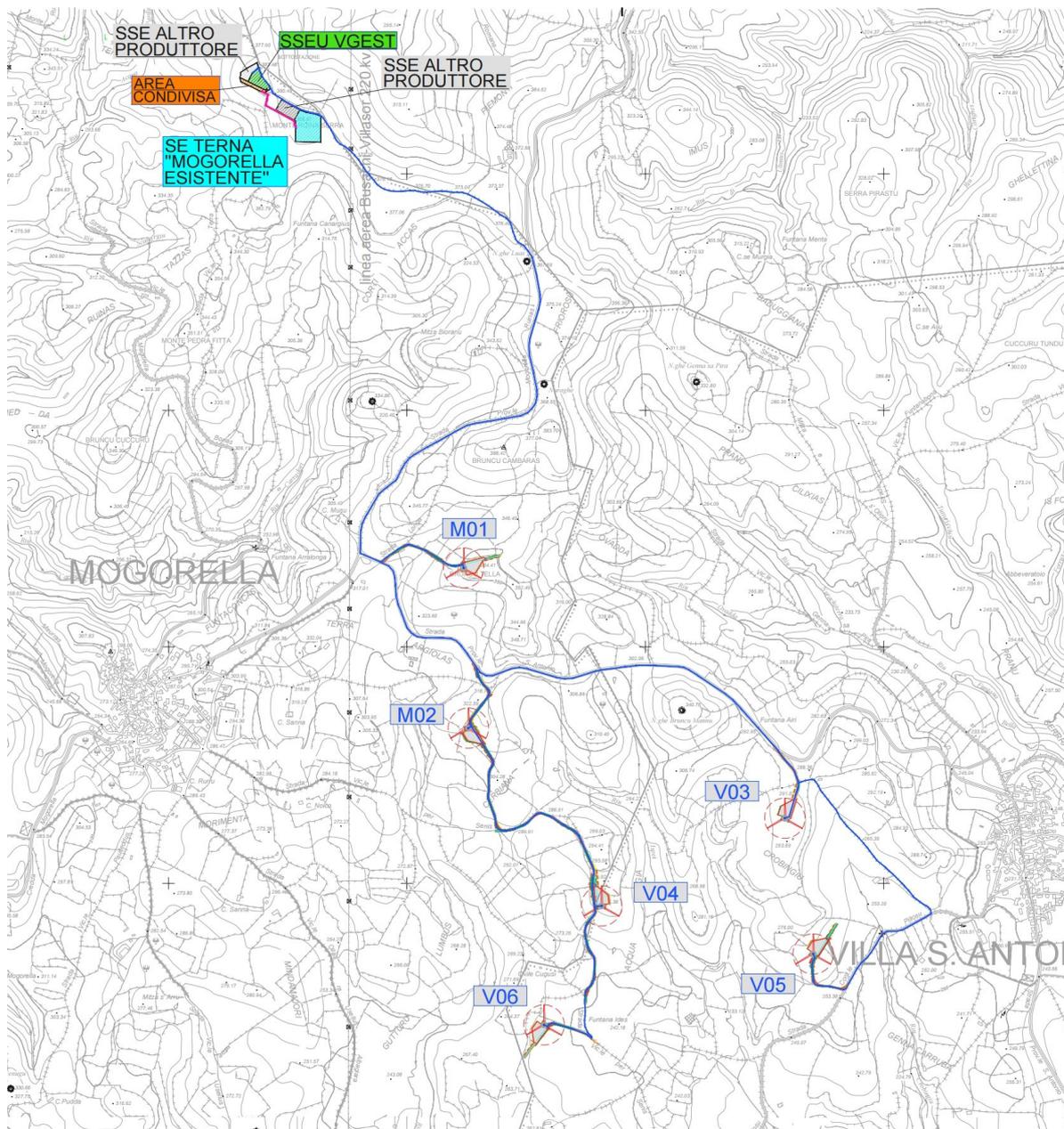


Fig. 3 Inquadramento impianto su CTR 1:10.000

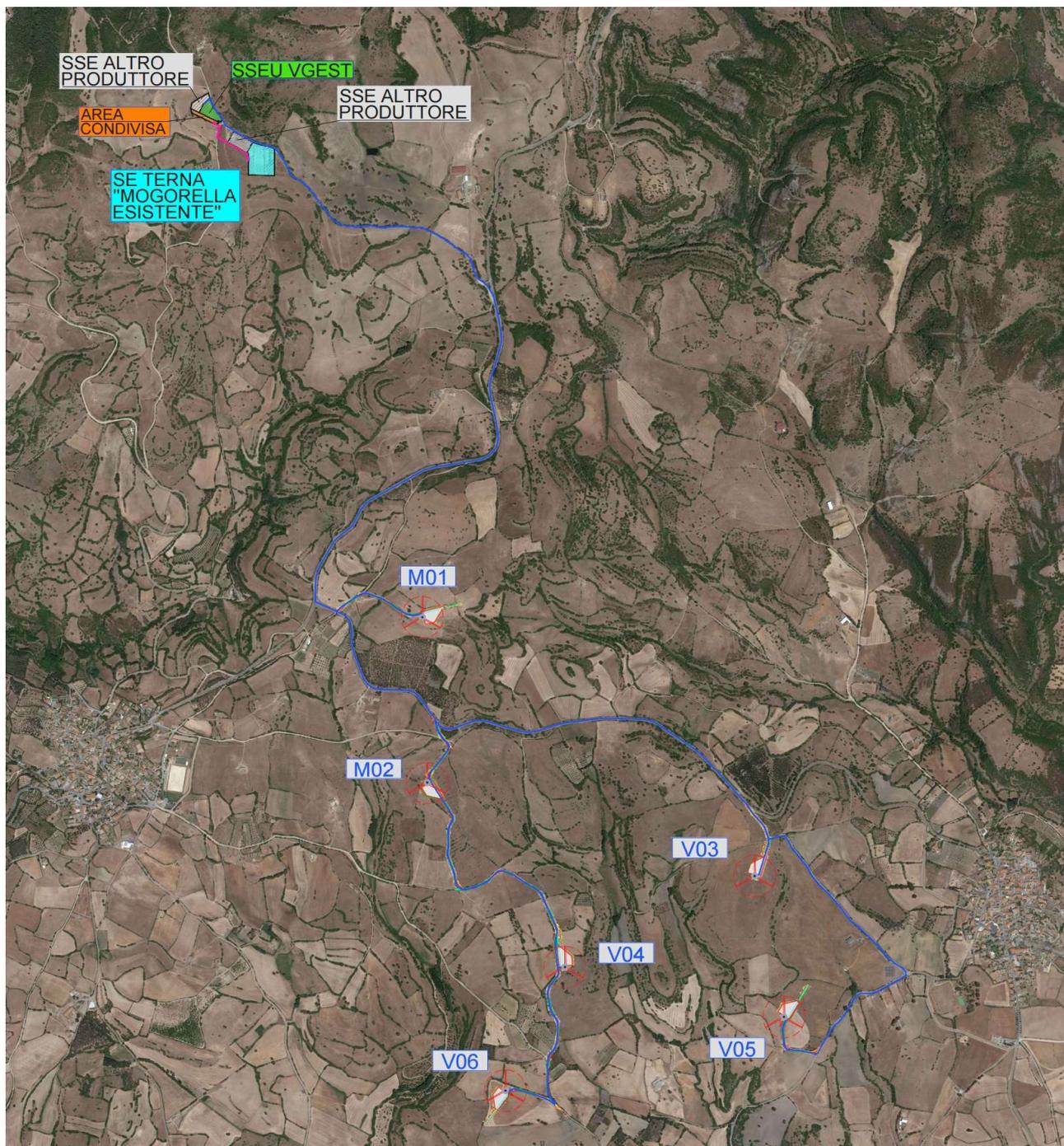


Fig. 4 Inquadramento impianto su Ortofoto

4. SINTESI DEL PROGETTO

Il progetto prevede, oltre la realizzazione di tutte le opere elettriche del parco, anche la realizzazione di tutte le opere civili funzionali all’installazione e al corretto esercizio del parco e, in particolare:

- Opere di viabilità e piazzole;
- Opere idrauliche, poste a presidio e a salvaguardia di strade e piazzole;
- Opere di scavo e ripristino della trincea necessaria alla posa dei cavi di potenza in MT;
- Opere di fondazione e sostegno degli aerogeneratori.

Il futuro Parco Eolico Mogorella-Sant’Antonio sarà composto da 6 aerogeneratori indipendenti, opportunamente disposti e collegati in relazione alla disposizione dell’impianto, dotati di generatori asincroni trifase. Ogni generatore è topograficamente, strutturalmente ed elettricamente indipendente dagli altri anche dal punto di vista delle funzioni di controllo e protezione.

Durante lo sviluppo del progetto si è avuta altresì l’occasione di valutare nuovi e più recenti modelli di aerogeneratori idonei nuovi e più recenti sito. L’evoluzione tecnologica nel settore è infatti molto rapida, con il risultato di rendere il settore sempre più competitivo rispetto ad altre fonti di energia alternativa e convenzionale.

Ai fini della ottimizzazione del layout di impianto si è tenuto conto di vari parametri tecnici quali l’altezza massima e la potenza nominale dell’aerogeneratore tipo, le inter-distanze necessarie fra le turbine al fine di evitare reciproche interferenze e la minimizzazione dei costi delle opere civili ed elettriche.

A valle delle considerazioni tecniche, sono state quindi valutate anche quelle economico-finanziarie relative al costo omnicomprensivo stimato del progetto e agli utili futuri legati alla vendita di energia elettrica prodotta dal parco.

Da questa analisi è risultato che l’aerogeneratore modello tipo SG 170 Hmozzo 115 e diametro rotore 170 m. per un’altezza complessiva pari a 200 m è allo stato attuale quello ritenuto più conveniente per il progetto del parco.

In fase di definizione di progetto esecutivo saranno aggiunte nello scopo di fornitura eventuali altre considerazioni di natura commerciale o bancaria per sigillare la scelta di questo modello tipo o per ricorrere, nel caso fosse necessario, a un modello di altro fornitore, ma di tipologia equivalente.

Gli aerogeneratori sono collegati fra loro e a loro volta si connettono alla sottostazione tramite un elettrodotto interrato in Media Tensione. Nella stessa sottostazione sarà ubicato il sistema di monitoraggio, comando, misura e supervisione (MCM) dell’impianto eolico che consente di valutare in

remoto il funzionamento complessivo e le prestazioni dell’impianto ai fini della sua gestione.

Il parco eolico in progetto convoglierà l’energia prodotta verso la Sottostazione Elettrica di Utente (in progetto) predisposto.

Per la realizzazione del parco proposto sono quindi da prevedersi le seguenti opere ed infrastrutture:

- opere civili: comprendenti l'esecuzione dei plinti di fondazione delle macchine eoliche, la realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori, l'adeguamento della rete viaria esistente nel sito e la realizzazione di alcuni brevi tratti di viabilità di servizio interna all'impianto;
- opere impiantistiche: comprendenti l'installazione degli aerogeneratori e l'esecuzione dei collegamenti elettrici in elettrodotti interrati tra i singoli aerogeneratori e tra gli aerogeneratori e la sottostazione utente di trasformazione e di consegna da realizzare.

4.1. AEROGENERATORI

L'aerogeneratore è una macchina che sfrutta l'energia cinetica posseduta del vento, per la produzione di energia elettrica, descritta nell'elaborato MOG-CE-T32 - MODELLO AEROGENERATORE

Sul mercato esistono diverse tipologie di aerogeneratori, ad asse orizzontale e verticale, con rotore mono, bi o tripala, posto sopra o sottovento. Il tipo di aerogeneratore previsto per l'impianto in oggetto è un aerogeneratore ad asse orizzontale con rotore tripala e una potenza massima di 6300 KW, le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

- **rotore tripala a passo variabile**, di diametro di massimo 170,00 m, posto sopravvento al sostegno, in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro, con mozzo rigido in acciaio;
- **navicella in carpenteria metallica** con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- **sostegno tubolare troncoconico in acciaio**, avente altezza fino all'asse del rotore al massimo pari a 115,00 m.

I tronchi di torre sono realizzati da lastre in acciaio laminate, saldate per formare una struttura tubolare troncoconica.

Si tratta di aerogeneratori di ultima generazione, già impiegati estesamente in altri parchi italiani/UE, che consentono il miglior sfruttamento della risorsa vento e che presentano garanzie specifiche dal punto di vista della sicurezza.

La turbina, di norma, è equipaggiata, in accordo alle disposizioni dell’ENAC (Ente Nazionale per l’Aviazione Civile), con un sistema di segnalazione notturna per la segnalazione aerea.

La segnalazione notturna di solito consiste nell'utilizzo di una luce rossa da installare sull'estradosso

della navicella dell'aerogeneratore.

Le turbine di inizio e fine tratto di solito se richiesto hanno una segnalazione diurna consistente nella verniciatura della parte estrema delle pale con tre bande di colore rosso aventi ciascuna lunghezza di 6 m per un totale di 18 m.

La navicella è dotata di un sistema antincendio, che consiste in rilevatori di fumo e CO, i quali rivelano e 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). In aggiunta a ciò, il rivestimento della navicella contiene materiali autoestinguenti.

L'aerogeneratore è dotato di un completo sistema antifulmine, in grado di proteggere da danni diretti ed indiretti sia struttura (interna ed esterna) che alle persone. Il fulmine viene “catturato” per mezzo di un sistema di conduttori integrati nelle pale del rotore, disposti ogni 5 metri per tutta la lunghezza della pala. Da questi, la corrente del fulmine viene incanalata attraverso un sistema di conduttori a bassa impedenza fino al sistema di messa a terra. La corrente di un eventuale fulmine viene scaricata dal rotore e dalla navicella alla torre tramite collettori ad anelli e scaricatori di sovratensioni. La corrente del fulmine viene infine scaricata a terra tramite un dispersore di terra. I dispositivi antifulmine previsti sono conformi agli standard della più elevata classe di protezione (Classe I), secondo lo standard internazionale IEC 61024-1.

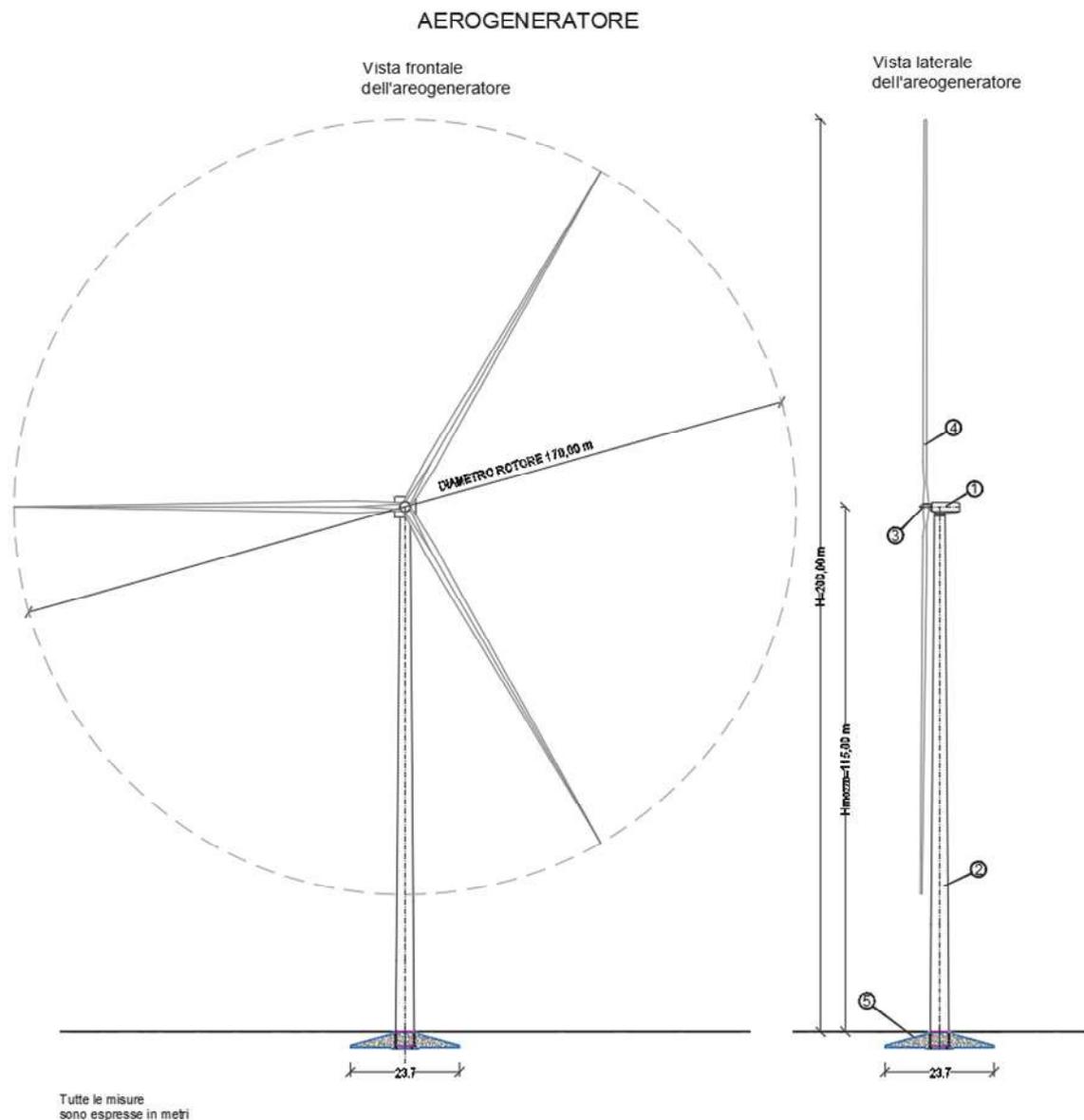


Fig.5 Schema tipo aerogeneratore H totale 200,00 metri, altezza al mozzo 115 m e diametro rotore 170 m

Il parco eolico nella sua configurazione avrà una potenza complessiva di 37.8 MW, data dalla somma delle potenze elettriche di n. 6 aerogeneratori della potenza unitaria massima di 6,3MW.

Dal punto di vista elettrico, gli aerogeneratori sono collegati fra di loro a gruppi, in questo caso in n. 2 distinti sottocampi, come di seguito meglio rappresentato.

| Sottocampo | Aerogeneratori | Potenza | Comuni |
|------------|----------------|---------|--------------------------------|
| LINEA 1 | V05- V03-M01 | 18,9 MW | Villa Sant'Antonio e Mogorella |
| LINEA 2 | V06- V04-M02 | 18,9 MW | Villa Sant'Antonio e Mogorella |

Tab.2

4.2. SCHEMA ELETTRICO

L’immagine di seguito riportata mostra un dettaglio dello schema elettrico MT del parco eolico, con evidenza dei sottocampi e delle linee di collegamento. Per maggiori dettagli si rimanda all’elaborato MOG-CE-T30.

PARCO EOLICO MOGORELLA SANT'ANTONIO

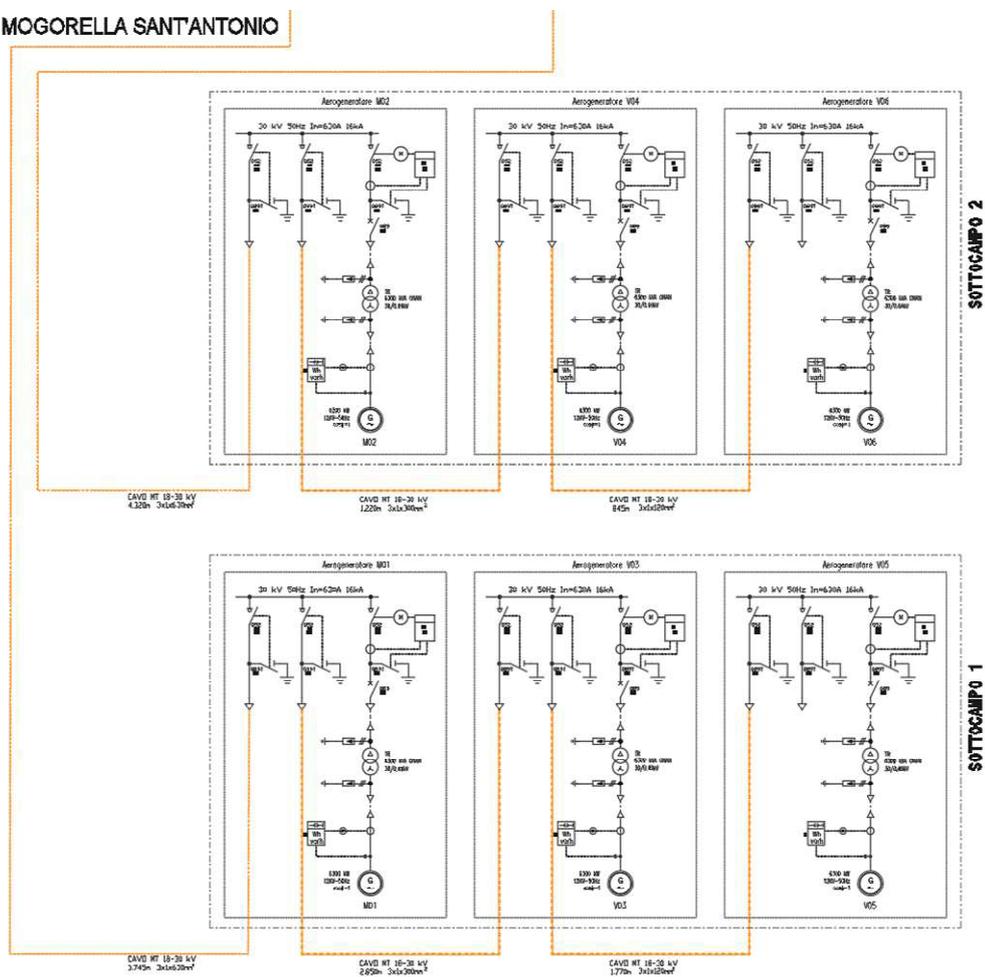


Fig.6- Schema elettrico

4.3. LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO

Coerentemente con la suddivisione in sotto campi di cui al precedente paragrafo, l’intero sistema di raccolta dell’energia dagli aerogeneratori verso la Sottostazione Elettrica di Utente (SSEU) 220/30 kV è articolato su n.2 distinte linee elettriche a 30 kV, una per ciascun sotto campo. Dall’aerogeneratore capofila di ciascun sottocampo, infatti, si diparte una linea elettrica di vettoriamento in cavo interrato MT 30 kV, di sezione pari a 630mm².

Analogamente, gli aerogeneratori di ciascun sotto campo sono collegati fra loro in entra-esce con una linea elettrica in cavo interrato MT 30 kV, di sezione crescente dal primo all’ultimo aerogeneratore. Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, sia per il collegamento interno dei sotto campi che per la connessione alla SSEU, saranno del tipo tipo ARE4H5EE o similare con schermo elettrico. Nella tabella che segue si riporta calcolo preliminare delle linee elettriche di collegamento da rivalutare in fase esecutiva.

| LINEA | PARTENZA | ARRIVO | Sezione cavo [mm ²] | Lunghezza cavo [m] | Potenza attiva [MW] |
|----------------------------|----------|--------|---------------------------------|--------------------|---------------------|
| LINEA 1 | V05 | V03 | 3x1x120 | 1770 | 6,3 |
| | V03 | M01 | 3x1x300 | 2850 | 12,6 |
| | M01 | SSE | 3x1x630 | 3745 | 18,9 |
| LINEA 2 | V06 | V04 | 3x1x120 | 845 | 6,3 |
| | V04 | M02 | 3x1x300 | 1220 | 12,6 |
| | M02 | SSE | 3x1x630 | 4320 | 18,9 |
| POTENZA COMPLESSIVA | | | | | 37,800 |

Tab 3

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, ad una profondità di 1,10 m dal piano di calpestio. In ogni caso l’estradosso del cavo avrà sempre una profondità dal piano di calpestio almeno pari a 1,00 m.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Per il dettaglio dei tipologici di posa, si rimanda all’elaborato grafico MOG-CE-T29 “Sezioni tipo elettrodotti interrati MT e AT”.

5. DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DELLE LINEE MT

Il dimensionamento dei cavi è stato fatto tenendo conto delle seguenti disposizioni, tratte dalla norma CEI 11-17):

- Caduta di tensione lungo la linea minore del 3%;
- Perdite di potenza minori del 5%.

Una volta determinata la sezione dei singoli cavi in funzione delle specifiche appena riportate, si procederà ad effettuare la verifica termica, attraverso il calcolo delle correnti di corto circuito previste e la verifica della tenuta termica dei cavi.

5.1. CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE

Per il calcolo delle cadute di tensione sui singoli cavi, si è tenuto conto dei parametri longitudinali dei cavi, della potenza attiva transitante e di quella reattiva, attraverso la formula:

$$\Delta V = \frac{(P * R + Q * X)}{V^2}$$

- P: potenza transitante;
Q: potenza reattiva, calcolata considerando un fattore di potenza pari a 0,95;
R: resistenza di fase del cavo, pari alla resistenza unitaria per la lunghezza del cavo;
X: reattanza longitudinale di fase del cavo, pari alla reattanza unitaria per la lunghezza del cavo;
V: tensione di esercizio del cavo (20kV).

Per quanto riguarda le perdite di potenza per effetto Joule, si è fatto uso della formula:

$$P = 3 * R * I^2$$

- R: resistenza longitudinale del cavo;
I: corrente transitante.

5.2. CALCOLO DELLE PORTATE

Per la determinazione della portata dei cavi sarà applicato il metodo descritto dalla tabella CEI-UNEL 35026 e dalla norma CEI 11-17.

A partire dalla portata nominale del cavo, si calcola la portata effettiva sulla base di un fattore correttivo:

$$I_z = I_0 * K1 * K2 * K3 * K4$$

Dove

I_z = portata effettiva del cavo

I_o = portata nominale dichiarata dal costruttore, per posa interrata a 20°C

K_1 = Fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C

K_2 = Fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano

K_3 = Fattore di correzione per profondità di interramento diversa da 0,8 m

K_4 = Fattore di correzione per resistività termica diversa da 1,5 k*m/W

5.2.1. Dati tecnici del cavo utilizzato

Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, sia per il collegamento interno del sottocampo che per la connessione alla SSE, saranno a norma IEC 60502-2.

Si tratta di cavi unipolari da posare in formazione a trifoglio, tipo MT 18-30 kV con protezione meccanica avanzata o antiurto, con conduttori in alluminio, congiunti in maniera da formare un unico fascio di forma rotonda. L’isolante dei cavi è costituito da miscela in XLPE e fra esso e il conduttore è interposto uno strato di miscela semiconduttrice. Sopra l’isolante è posto uno strato per la tenuta all’acqua, consistente in un nastro semiconduttore. Il cavo presenta uno schermo metallico realizzato con nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale. Sopra lo schermo metallico sono presenti due differenti strati di protezione in guaina protettiva in polietilene. La tensione nominale dei cavi è pari a 30 kV.

La tabella che segue mostra i dati tecnici del cavo impiegato, con particolare attenzione ai parametri necessari al calcolo.

| Sezione | Resistenza di fase [Ω / km] | Reattanza di fase [Ω / km] | Portata nominale [A] |
|---------------------|---|--|---------------------------|
| 120 mm ² | 0,333 | 0,13 | 290 |
| 300 mm ² | 0.132 | 0.11 | 486 |
| 630 mm ² | 0.074 | 0.099 | 725 |

5.2.2. Temperatura del terreno

Al fine di un corretto dimensionamento, occorre tenere conto della temperatura del terreno effettiva, diversa da quella STC di riferimento (20°).

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

| | Cavi con isolamento in XLPE | | | |
|----------------------|-----------------------------|------|-------------|------|
| Temperatura ambiente | 15°C | 20°C | 25°C | 30°C |
| Coefficiente | 1,04 | 1 | 0,96 | 0,93 |

È stata stimata una temperatura massima del terreno pari a 25°C alla profondità di posa dei cavi, per cui il fattore correttivo utilizzato sarà **K1 = 0,96**.

5.2.3. Numero di terne per scavo

Dagli elaborati grafici costituenti il presente progetto è stato ricavato il numero di cavi di media tensione presenti nella stessa trincea. A scopo cautelativo, per ciascuna tratta di collegamento si è preso quale valore di riferimento quello pari al numero massimo di cavi presenti in parallelo lungo tutta la tratta, ottenendo così un margine di sovradimensionamento rispetto alle effettive condizioni di esercizio. La tabella che segue mostra per ciascuna tratta la consistenza dei parallelismi.

| LINEA | PARTENZA | ARRIVO | Sezione cavo [mm ²] | Lunghezza cavo [m] | N. circuiti nella sez. di scavo |
|---------|----------|--------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|
| LINEA 1 | V05 | V03 | 3x1x120 | 1770 | 2 |
| | V03 | M01 | 3x1x300 | 2850 | 2 |
| | M01 | SSE | 3x1x630 | 3745 | 2 |
| LINEA 2 | V06 | V04 | 3x1x120 | 845 | 2 |
| | V04 | M02 | 3x1x300 | 1220 | 2 |
| | M02 | SSE | 3x1x630 | 4320 | 2 |

Per ciascuna tratta, sulla base del numero di circuiti installati sullo stesso piano, sono stati applicati i seguenti fattori correttivi **K2**

| | Distanza fra i circuiti 0,25m | |
|--------------|-------------------------------|------|
| N. circuiti | 1 | 2 |
| Coefficiente | 1,00 | 0,90 |

5.2.4. Posa direttamente interrata

Considerata la tipologia di posa, ossia direttamente interrata, non occorre applicare alcun fattore correttivo alla portata.

Si considerano infatti trascurabili le brevi tratte di posa in tubazione interrata relative a particolari

attraversamenti, il cui effetto risulta di modesta entità.

A maggior salvaguardia, in corrispondenza di tali attraversamenti, la distanza fra le tubazioni interrato verrà aumentata sino a 0,5 m, così da potersi considerare validi gli stessi coefficienti di cui al paragrafo precedente, come previsto dalla norma CEI 11-17 allegato B tab. III.

5.2.5. Profondità di posa

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, ad una profondità di 1,10 m dal piano di calpestio. In ogni caso l’estradosso del cavo avrà sempre una profondità dal piano di calpestio almeno pari a 1,00 m.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

| | Cavi con isolamento in XLPE | | | |
|---------------------|-----------------------------|------|------|-----------------------------|
| Profondità posa (m) | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,1 (interpolazione) |
| Coefficiente | 1,00 | 0,98 | 0,96 | 0,97 |

Considerando il valore di posa di 1,10 m, si è ricavato per interpolazione il valore del coefficiente correttivo, che risulta **K3 = 0,97**.

5.2.6. Resistività termica del terreno

In generale, per tutte le linee elettriche, si considera la posa in terreno asciutto (condizione più gravosa) con una resistività termica del terreno pari a 1,5 K*m/W.

Pertanto, non si applica alcun fattore correttivo e si utilizzerà **K4 = 1**.

5.2.7. Tabulati di calcolo

Le tabelle che seguono riportano il dimensionamento delle linee elettriche in cavo interrato MT. I valori di portata indicati per i cavi tengono conto dei fattori correttivi introdotti nei paragrafi precedenti.

| LINEA | PARTENZA | ARRIVO | Sezione cavo [mm ²] | Lunghezza cavo [m] | Potenza attiva [MW] | Corrente nominale [A] | Portata cavo nominale [A] | N. circuiti nella sez. di scavo | K correttivo portata | Portata cavo corretta [A] | Dimensionamento in portata | Resistenza cavo [Ω] | Reattanza cavo [Ω] | Potenza reattiva [MVar] | ΔV % | ΔV % cumulato | Potenza persa [kW] | Δp % | |
|---------------------|----------|--------|---------------------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|--------------------|-------------------------|-------|---------------|--------------------|-------|--|
| LINEA 1 | V05 | V03 | 3x1x120 | 1770 | 6,3 | 127,78 | 290 | 2 | 0,838 | 243,04 | 53% | 0,5894 | 0,230 | 2,071 | 0,47% | 1,97% | 28,869 | 0,46% | |
| | V03 | M01 | 3x1x300 | 2850 | 12,6 | 255,55 | 486 | 2 | 0,838 | 407,31 | 63% | 0,3762 | 0,314 | 4,141 | 0,67% | 1,51% | 73,705 | 0,58% | |
| | M01 | SSE | 3x1x630 | 3745 | 18,9 | 383,33 | 725 | 2 | 0,838 | 607,61 | 63% | 0,2768 | 0,371 | 6,212 | 0,84% | 0,84% | 122,000 | 0,65% | |
| LINEA 2 | V06 | V04 | 3x1x120 | 845 | 6,3 | 127,78 | 290 | 2 | 0,838 | 243,04 | 53% | 0,2814 | 0,110 | 2,071 | 0,22% | 1,48% | 13,782 | 0,22% | |
| | V04 | M02 | 3x1x300 | 1220 | 12,6 | 255,55 | 486 | 2 | 0,838 | 407,31 | 63% | 0,1610 | 0,134 | 4,141 | 0,29% | 1,25% | 31,551 | 0,25% | |
| | M02 | SSE | 3x1x630 | 4320 | 18,9 | 383,33 | 725 | 2 | 0,838 | 607,61 | 63% | 0,3192 | 0,428 | 6,212 | 0,97% | 0,97% | 140,731 | 0,74% | |
| POTENZA COMPLESSIVA | | | | | 37,800 | | | | | | | | | | | | | | |

6. ANALISI DEL RISCHIO DI ELETTROCUZIONE

Per elettrocuzione si intende la condizione di contatto tra corpo umano ed elementi in tensione con attraversamento del corpo da parte della corrente. Condizione necessaria perché avvenga un infortunio per elettrocuzione è quella in cui si crei una differenza di potenziale tra due punti della superficie corporea. Tale situazione potrebbe verificarsi nel caso di un contatto del corpo non isolato elettricamente da terra con un conduttore in tensione.

La gravità delle conseguenze dell'elettrocuzione dipende dall'intensità della corrente che attraversa l'organismo, dalla durata di tale evento, dagli organi coinvolti nel percorso e dalle condizioni del soggetto.

Per ciascuna delle sorgenti di cui ai capitoli precedenti, nonché per tutte le componenti in tensione del parco, è stato valutato il rischio di elettrocuzione nel caso si venga a contatto con parti in tensione.

In particolare, sono stati presi in esame i seguenti rischi:

- Contatti elettrici diretti;
- Contatti elettrici indiretti;
- Fulminazione diretta.

6.1. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Gli impianti verranno costruiti in maniera tale da evitare qualunque contatto non intenzionale con le parti attive del sistema o il raggiungimento di zone pericolose nelle immediate vicinanze delle parti attive.

Per quanto riguarda le parti di impianto relative agli aerogeneratori e alla stazione di trasformazione, la norma CEI 11-1 le classifica come aree elettriche chiuse, per cui verranno applicate le misure di protezione previste al punto 7.1.3.2 della norma, ossia involucri, barriere, ostacoli e distanziamento, con le misure prescritte dalla norma.

Per quanto riguarda invece gli elettrodotti interrati, la norma li classifica come esterni ad aree elettriche chiuse, per cui verranno applicate le misure di protezione previste al punto 7.1.3.1 della norma, ossia involucri e distanziamento; si farà nello specifico uso di cavi con guaina e schermo di isolamento e si farà ricorso alla metodologia di posa tipo M indicata dalla norma CEI 11-17.

La protezione contro i contatti diretti è assicurata inoltre dall'utilizzo dei seguenti accorgimenti:

- 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.

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).

6.2. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

Per garantire la protezione dai contatti indiretti, l’intero impianto eolico nel suo complesso è dotato di un impianto di terra, dimensionato per garantire il rispetto dei parametri indicati dalla normativa.

Presso ciascun aerogeneratore verrà realizzato un proprio impianto di terra, a mezzo di anelli concentrici in alluminio interrati e connessi con le fondazioni dell’aerogeneratore, collegati alle sbarre di terra, presso le quali vengono connesse tutte le parti metalliche presenti all’interno dell’aerogeneratore.

Per quanto riguarda l’elettrodotto interrato, verrà posato nel fondo dello scavo una treccia di rame della sezione di 50 mm², tale da connettere tra loro tutte le maglie di terra intorno agli aerogeneratori, formando un unico impianto di terra. A tale treccia verranno collegati tutti gli schermi dei cavi presso i giunti.

Infine, presso la sottostazione di trasformazione, verrà realizzato un impianto di terra al quale verranno connesse tutte le parti metalliche non in tensione, così pure il centro stella del trasformatore.

Verranno inoltre installati dispositivi di protezione tali da garantire l’intervento automatico in caso di guasto.

La protezione contro i contatti indiretti è quindi assicurata dai 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 5 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).

6.3. **PROTEZIONI CONTRO LE FULMINAZIONI DIRETTE**

Gli aerogeneratori implementano già al loro interno un sistema di protezione contro le fulminazioni, costituito da un sistema di captazione, realizzato con un anello di alluminio disposto sulle pale, da una linea di drenaggio e da una rete di terra realizzata intorno alla fondazione dell’aerogeneratore.

7. SISTEMA DI MESSA A TERRA DEGLI SCHERMI CAVI MT

Con lo scopo di contenere quanto più possibile la tensione sugli schermi cavi, sono state individuate diverse tecniche per la messa a terra, da praticarsi distintamente in funzione della lunghezza delle linee. Dopo una prima fase di calcolo analitico, sono state individuate per ciascuna tratta le modalità ottimali di messa a terra e l’ubicazione delle vasche giunti da realizzare.

Successivamente, il risultato del calcolo analitico è stato ottimizzato in funzione della specifica topologia del parco, tenendo conto della compresenza nello stesso tracciato di più linee elettriche in parallelo. Pertanto, la posizione delle vasche giunti è stata ottimizzata, con lo scopo di minimizzare il numero di interventi da realizzare, e al contempo di garantire le migliori prestazioni possibili in termini impiantistici.

7.1. SISTEMI DI MESSA A TERRA ADOTTATI

Le linee elettriche interessate del sistema di messa a terra degli schermi dei cavi sono quelle di lunghezza superiore a 2,5 km, per le quali i fenomeni di mutua influenza possono risultare tali da indurre tensioni sugli schermi dei cavi tali da poter risultare dannose per il buon funzionamento dell’impianto

In particolare, si farà riferimento alla tratta di collegamento fra l’aerogeneratore capofila M01 e la sottostazione elettrica, così pure alla tratta di collegamento fra l’aerogeneratore capofila M02 e la sottostazione elettrica.

| LINEA | PARTENZA | ARRIVO | Sezione cavo [mm ²] | Lunghezza cavo [m] | Potenza attiva [MW] |
|---------|----------|--------|---------------------------------|--------------------|---------------------|
| LINEA 1 | M01 | SSE | 3x1x630 | 3.745 | 18.9 |
| LINEA 2 | M02 | SSE | 3x1x630 | 4.320 | 18.9 |

La soluzione progettuale individuata consiste nel realizzare un sistema di terra sulla linea, consistente nella messa a terra dei giunti cavi in corrispondenza delle vasche giunti.

In particolare, considerate le pezzature medie dei cavi pari a circa 1.000 m, si stima che per la linea 1 verranno realizzate 3 vasche giunti. e per 4 per la linea 2. In ogni vasca giunti verrà effettuata una trasposizione delle fasi dei cavi, e ad ogni alternanza completa (ogni 3 giunti) si procederà con la messa a terra degli schermi cavi, attraverso apposito collettore di terra installato in pozzetto al fianco della vasca giunti.

8. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE AT/MT

Nel presente capitolo si darà descrizione della stazione di trasformazione AT/MT a servizio dell’impianto eolico in oggetto, dando evidenza delle caratteristiche delle principali componenti elettriche necessarie all’innalzamento di tensione, delle opere elettriche accessorie, della rete di terra, nonché delle opere civili necessarie alla realizzazione dell’opera.

8.1. UBICAZIONE E VIABILITÀ DI ACCESSO

L’area ove sarà ubicata la Sottostazione Elettrica Utente di Mogorella si trova nel territorio del Comune di Mogorella in Provincia di Oristano.

Risulta identificata dai seguenti riferimenti cartografici:

- tavoletta IGM foglio 529 S2-S4;
- carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 N. 529110
- foglio catastale n°2 particella n° 5 del Comune di Mogorella.

Essa è individuata dalle coordinate geografiche Lat. 39° 53.313' Nord e Long. 8° 51.798' Est.

L’area destinata alla sottostazione è posta a quota 380 m s.l.m.

La Sottostazione interessa un’area di forma di un poligono irregolare di larghezza media pari a circa 70 m e di lunghezza pari a circa 104 m, interamente recintata.

L’area è così suddivisa:

- parte a servizio di un altro produttore, oggetto di altra iniziativa;
- parte della Stazione produttore VGE costituita da uno Stallo lato TR e la predisposizione per un altro stallo lato TR futuro , (V. schema unifilare, tavola T31, stallo "Previsione futura", e pianta elettromeccanica, tavola T37, "Stallo n. 2 previsione futura")
- parte comune costituita da un sistema sbarre a 220 kV e stallo AT a 220 kV (partenza linea AT verso Terna) di forma rettangolare di larghezza pari a circa 14,0 m e di lunghezza pari a circa 104,0 m .

L’accesso alla Stazione è previsto lungo la strada vicinale “corongi longo a nurachi iuas” con ingresso dalla S.P. 35 o dalla via Grighine.

8.2. DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE

Nel presente capitolo viene descritta la Sottostazione Elettrica Utente, dando evidenza delle caratteristiche delle principali componenti elettriche necessarie all’innalzamento di tensione, delle opere elettriche accessorie, della rete di terra, nonché delle opere civili necessarie alla realizzazione dell’opera.

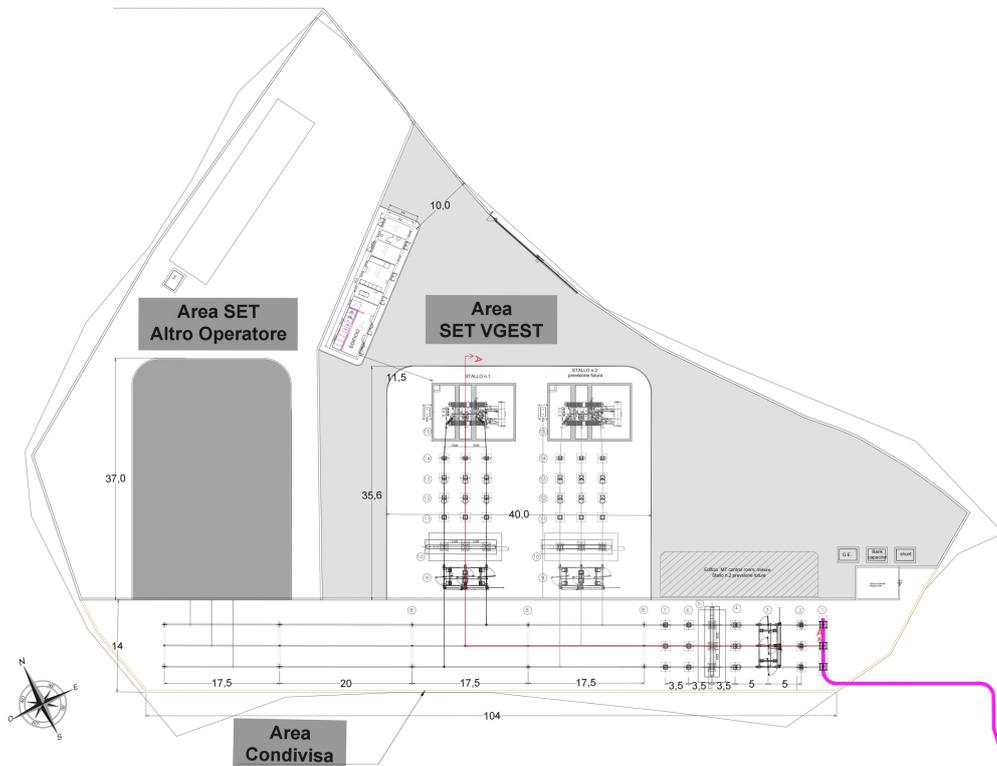


Fig.8 Planimetria area SSE

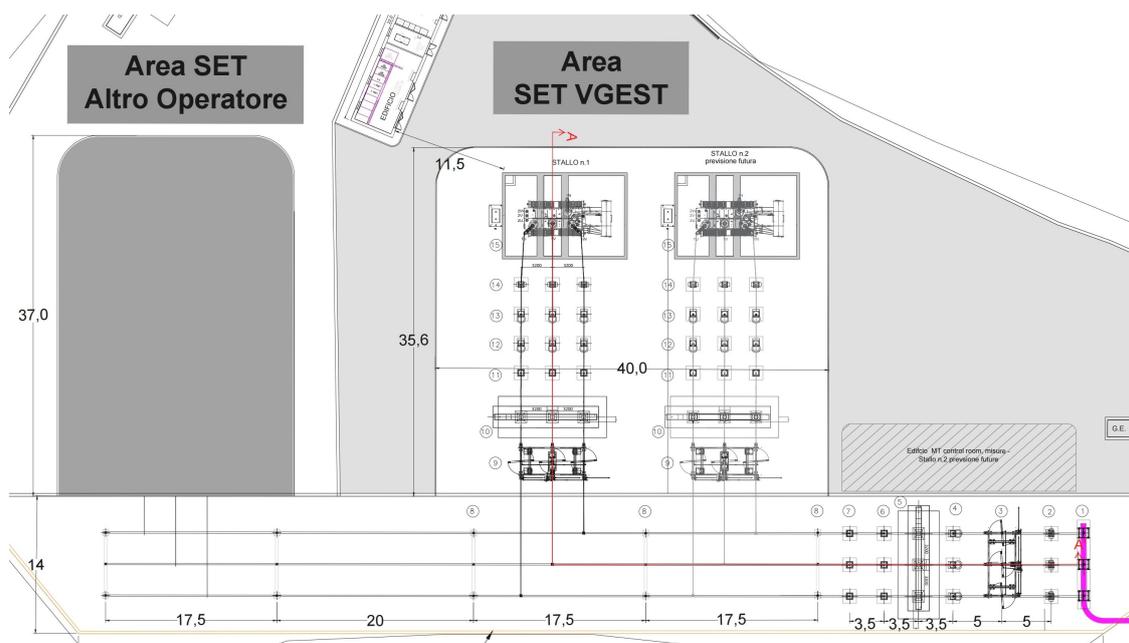


Fig.9 Planimetria con individuazione degli Stalli

8.2.1. Disposizione elettromeccanica

Nella sua configurazione, la Sottostazione Elettrica Utente prevede come detto un collegamento alla SE RTN a 220 kV denominata “Mogorella ” attraverso un sistema di cavi AT interrati.

Presso la SST verrà realizzato un nuovo impianto AT di utente, così composto:

| <u>STALLO DI CONNESSIONE (AREA CONDIVISA)</u> | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - n. 1 Terminali Cavo AT - n. 3 Scaricatori AT - n. 1 Sezionatore Orizzontale con L.T. - n. 3 Trasformatore di Corrente TA - n. 1 Interruttore Tripolare - n. 3 TV capacitivi - n. 3 TV capacitivi - n. 1 sistema di distribuzione in sbarre | |
| <u>STALLO n 1:</u> | <u>STALLO n 2: (previsione futura)</u> |
| <ul style="list-style-type: none"> - n. 1 Sezionatore Orizzontale con L.T. - n. 1 Interruttore Tripolare - n. 3 Trasformatore di Corrente - n. 3 TV induttivi - n. 3 TV induttivi - n. 3 Scaricatori AT - n. 1 trasformatore AT/MT 220/30 kV della potenza di 40/50 MVA | <ul style="list-style-type: none"> - n. 1 Sezionatore Orizzontale con L.T. - n. 1 Interruttore Tripolare - n. 3 Trasformatore di Corrente - n. 3 TV induttivi - n. 3 TV induttivi - n. 3 Scaricatori AT - n. 1 trasformatore AT/MT 220/30 kV della potenza di 40/50 MVA |

L’impianto sarà completato dalla sezione MT/BT, composta da:

- quadro MT per produttore 30kV (uno per ciascuna sezione edificio),
- quadro MT generale 30kV (uno per ciascuna sezione edificio), completi di:
 - o Scomparti di sezionamento linee di campo
 - o Scomparti misure
 - o Scomparti protezione generale
 - o Scomparti trafo ausiliari
 - o Scomparti protezione di riserva
- Trasformatori MT/BT servizi ausiliari 30/0,4 kV
- Quadri servizi ausiliari
- Quadri misuratori fiscali
- Sistema di monitoraggio e controllo

Verranno altresì realizzati due edifici presso i quali verranno ubicati i quadri MT, i trasformatori MT/BT e i quadri ausiliari.

Con il presente progetto si prevede la sola realizzazione dello stallo denominato “Stallo TR1”, a servizio del

parco eolico di Mogorella. Si noti che la configurazione elettrica della sottostazione è tale da consentire un possibile futuro ampliamento della stazione, con l’inserimento di un ulteriore stallo AT (“Stallo TR2”); in questo, ogni impianto sarà dotato di una propria sezione MT, di un sistema di misura indipendente e di uno stallo AT dedicato. È prevista altresì la possibilità di un ulteriore ampliamento attraverso la linea ‘Riserva’ (vedasi schema unifilare) che si attesta sulla sbarra MT, prima della trasformazione 30/220 kV, dotata di apposita apparecchiatura di misura dell’energia prodotta da questo possibile futuro ampliamento (al riguardo, si rimanda al paragrafo 8.2.9).

8.2.2. Servizi ausiliari

I servizi ausiliari presenti presso la SST saranno alimentati tramite trasformatori MT/BT con livello di tensione 30/0,4 kV, installati presso gli edifici di sottostazione.

Al fine di garantire la massima continuità di servizio e il riarmo delle apparecchiature, è prevista l’installazione presso la SST di un generatore ausiliario.

Da tali trasformatori/generatori verrà alimentato il quadro QSA, al quale saranno collegate tutte le utenze in c.a. in bassa tensione, quali:

- Ausiliari sezione MT.
- Ausiliari sezione AT.
- Illuminazione aree esterne.
- Circuiti prese e circuiti illuminazione edificio SST.
- Motori e pompe.
- Raddrizzatore BT.
- Sistema di monitoraggio.
- Altre utenze minori.

Dal quadro QSA verrà derivata l’alimentazione dei circuiti di protezione e comando, alimentati a 110 Vcc mediante un banco di batterie, alimentate dal raddrizzatore.

8.2.3. Rete di terra

Presso la sottostazione verrà realizzato un sistema di terra dimensionato secondo le norme CEI EN 50522 (CEI 99-3) e CEI EN 61936-1 (CEI 99-2), nonché alle prescrizioni Terna, considerando una corrente di corto circuito monofase pari a 31,5 kA e un tempo di eliminazione del guasto a terra pari a 0,5 s.

L’impianto di terra consisterà in una maglia di terra in corda di rame nudo della sezione di 63 mm², interrato alla profondità di circa 70 cm dal piano di calpestio, che seguirà l’intero perimetro della SST, con maglie interne di lato massimo pari a 4,5 m.

Il sistema di terra sarà integrato dalla presenza di dispersori verticali lungo il perimetro della SST, in prossimità dei trasformatori AT/MT.

Il sistema di terra verrà collegato con l’impianto di terra presso l’edificio SST, attraverso collegamenti sconnettibili in pozzetti ispezionabili.

Il collegamento fra la rete di terra e le apparecchiature di AT saranno effettuati in corda di rame nudo da 125 mm².

Le connessioni fra i conduttori in rame avverranno mediante morsetti a compressione in rame, mentre il collegamento fra i conduttori e i sostegni metallici delle apparecchiature avverrà mediante capicorda e bulloni di fissaggio.

Al fine di garantire il rispetto delle tensioni limite entro i valori individuati dalla norma, in sede di progettazione esecutiva verranno individuate le aree da integrare con sistemi di dispersione ausiliaria, o sulle quali adottare provvedimenti particolari.

A seguito della realizzazione dell’opera, i valori di tensione saranno comunque oggetto di verifica strumentale.

Al fine di garantire la compatibilità elettromagnetica dei sistemi, in corrispondenza delle apparecchiature AT verrà realizzato un infittimento della maglia del dispersore, così pure verranno installati conduttori di terra supplementari per il collegamento delle apparecchiature.

8.2.4. Fabbricati

Nella sua configurazione, la Sottostazione Elettrica Utente prevede la predisposizione di due edifici (di cui uno di previsione futura) presso i quali verranno ubicati i quadri MT, i trasformatori MT/BT, i contatori ed i quadri ausiliari.

EDIFICIO VGE

Si tratta di un edificio di dimensioni in pianta pari a 22,0 x 4,60 m, di altezza interna pari a 3,65 m.

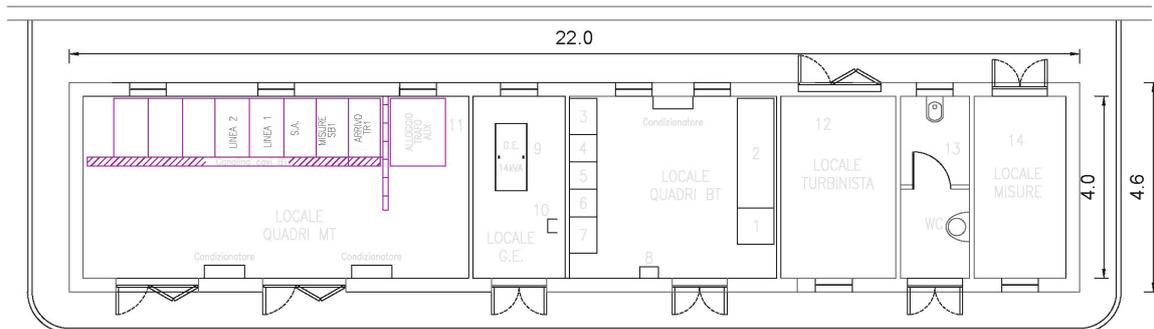


Figura 10 – Layout edificio VGE presso SST

L’edificio è articolato in più locali interni, adibiti a:

- Locale misure;
- Locale turbinista
- Locale quadri BT;
- Locale Gruppo Elettrogeno;
- Locale quadri MT generale e trafo ausiliari;

L’edificio è strutturalmente intelaiato con travi e pilastri e con fondazioni a travi rovesce.

Esso sarà completo di tutti gli impianti elettrici civili interni (illuminazione e prese).

Inoltre è previsto un edificio nella parte condivisa di dimensioni in pianta pari a 6,70 x 5,15 m, di altezza interna pari a 3,65 m per i servizi dello stallo condiviso.

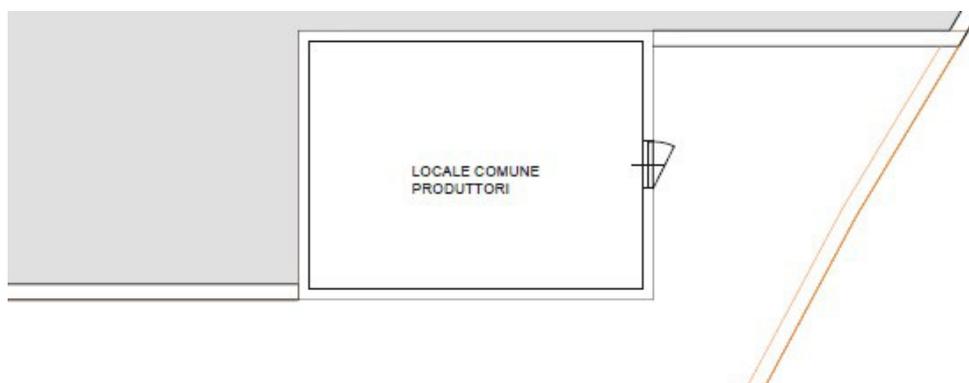


Figura 11 – Layout edificio VGE presso SST

8.2.5. Opere civili

Di seguito le principali fasi operative e le opere civili previste in progetto:

- Scavo di sbancamento per una profondità di 80 cm da piano di calpestio finale;
- Eventuali opere strutturali necessarie alla site preparation;
- Realizzazione della rete di terra;
- Realizzazione della rete idraulica di smaltimento acque bianche (tubazioni in pead corrugatr di diametro variabile da 250 a 400 mm);
- Realizzazione fondazioni in c.a. per apparecchiature AT;
- Sistemazione delle aree sottostanti le apparecchiature AT con area inghiaziata;
- 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 cls, infissi su fondazione in c.a., per una altezza complessiva fuori terra pari a 2,50 m;
- Realizzazione di un ingresso pedonale (larghezza 0,9 m) e di un carrabile (larghezza 7 m), lungo il muro perimetrale;
- Fondazioni opere elettromeccaniche
- Disoleatori a coalescenza collegati alle vasche di contenimento degli oli del trasformatore.
- Impianto di prima pioggia
- Muro parafiamma REI 120 realizzato su un lato minore della vasca di contenimento oli del trasformatore MT/AT

8.2.6. Fondazioni opere elettromeccaniche

Le fondazioni delle opere elettromeccaniche sono le seguenti:

1. Terminali cavo AT
2. Scaricatore AT
3. Sezionatore orizzontale con L.T.
4. Trasformatore di corrente
5. Interruttore tripolare
6. Trasformatore di tensione capacitivo
7. Trasformatore di tensione capacitivo
8. Isolatori sbarre principali
9. Sezionatore orizzontale con L.T.
10. Interruttore tripolare
11. Trasformatore di corrente
12. Trasformatore di tensione induttivo
13. Trasformatore di tensione induttivo
14. Scaricatore AT
15. Trasformatore di potenza

8.2.7. Principali apparecchiature at in progetto

Nel seguito del paragrafo si elencano le caratteristiche delle principali apparecchiature AT costituenti la sezione 220 kV della SSE in progetto. Tutte le apparecchiature saranno rispondenti alle Norme tecniche CEI citate al cap. 2 e alle prescrizioni Terna.

Le caratteristiche elettriche della sezione AT sono le seguenti

| | |
|---|--------|
| Tensione di esercizio AT | 220 kV |
| Tensione massima di sistema | 250 kV |
| Frequenza | 50 Hz |
| Tensione di tenuta alla frequenza industriale | |
| <i>fase-fase e fase terra</i> | 325 kV |
| <i>sulla distanza di isolamento</i> | 375 kV |
| Tensione di tenuta ad impulso (1.2-50us) | |
| <i>fase-fase e fase terra</i> | 750 kV |
| <i>sulla distanza di isolamento</i> | 860 kV |
| Corrente nominale sulle sbarre | 2000 A |

| | |
|-----------------------------|---------|
| Corrente nominale di stallo | 1250 A |
| Corrente di corto circuito | 31,5 kA |

8.2.8. Trasformatori di potenza:

Per la trasformazione di tensione 30/220 kV sarà utilizzato un trasformatore trifase con avvolgimenti immersi in olio, da esterno, di potenza nominale non inferiore a 40/50 MVA, munito di variatore di rapporto sotto carico (220kV +/- 10x1,25%), con neutro ad isolamento pieno verso terra, gruppo vettoriale YNd11, esercito con il centro stella lato AT non collegato a terra, ma comunque accessibile e predisposto al collegamento futuro se necessario e/o richiesto.

Il trasformatore AT/MT avrà le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale 40/50 MVA;
- Raffreddamento ONAN/ONAF;
- V_{n1} 220 kV $\pm 12\%$;
- V_{n2} 30 kV;
- $V_{cc}\%$ 12.5 (ONAN);
- Gruppo YNd11;

Il trasformatore, in accordo allo standard TERNA, sarà dotato almeno delle seguenti protezioni:

- 26Q: sovratemperatura olio, con soglia di allarme e di scatto;
- 99Q: livello olio, con soglia di allarme;
- 63Q: pressione olio, con soglia di scatto;
- 97T: Relè Buchholz di trasformatore, con soglia di allarme e scatto;
- 97VSC: Relè Buchholz di variatore sotto carico, con soglia di scatto;
- 99VSC: livello olio nel variatore sotto carico, con soglia di allarme.

Dovrà essere inoltre previsto il dispositivo di controllo e comando del variatore sotto carico (90TR).

8.2.9. Sistema di misura

Per la contabilizzazione dell’energia immessa in rete dal parco eolico in progetto è prevista l’installazione di un’apparecchiatura di misura lato AT del trasformatore elevatore, prima del parallelo sulla sbarra 220 kV; per la misura dell’energia prodotta è prevista l’installazione di un sistema di misura su ciascuna delle 2 linee MT, Linea 1 e Linea 2. È prevista altresì l’installazione di un’apparecchiatura di misura per la contabilizzazione dei servizi ausiliari di sottostazione, lato BT del trasformatore TSA previsto per l’alimentazione dei servizi ausiliari.

Un analogo sistema di misura sarà installato nel caso di realizzazione dello “Stallo TR2” (un contatore lato AT del corrispondente trasformatore elevatore, un contatore su ciascuna linea MT prevista, un contatore per i servizi ausiliari di sottostazione).

Qualora fosse costruita, anche la linea “Riserva” (v. paragrafo 8.2.1) sarà dotata di apposita e idonea apparecchiatura di misura.

9. ELETTRODOTTO DI COLLEGAMENTO CON LA SE TERNA

Il parco eolico in progetto convoglierà l’energia prodotta verso una nuova Sottostazione Elettrica di Utente (SSEU) 220/30 kV, da ubicarsi presso il Comune di Mogorella, nelle immediate vicinanze della Stazione elettrica (SE) della Rete di Trasmissione Nazionale a 220 kV “Mogorella”; la SSEU prevede delle opere utente in comune con un altro operatore, con cui è condiviso lo stallo 220 kV che è stato assegnato nella SE RTN di Mogorella.

Il collegamento fra la SSEU e lo stallo a 220 kV avviene tramite una linea in cavo interrato a 220 kV. L’elettrodotto in oggetto sarà costituito da una terna di cavi AT in alluminio con isolamento XPLE, tensione di esercizio 220 kV, in formazione 3x1x1600 mm², posati ad una profondità minima di 1,50 m. Di seguito viene mostrato uno stralcio planimetrico del percorso dell’elettrodotto.

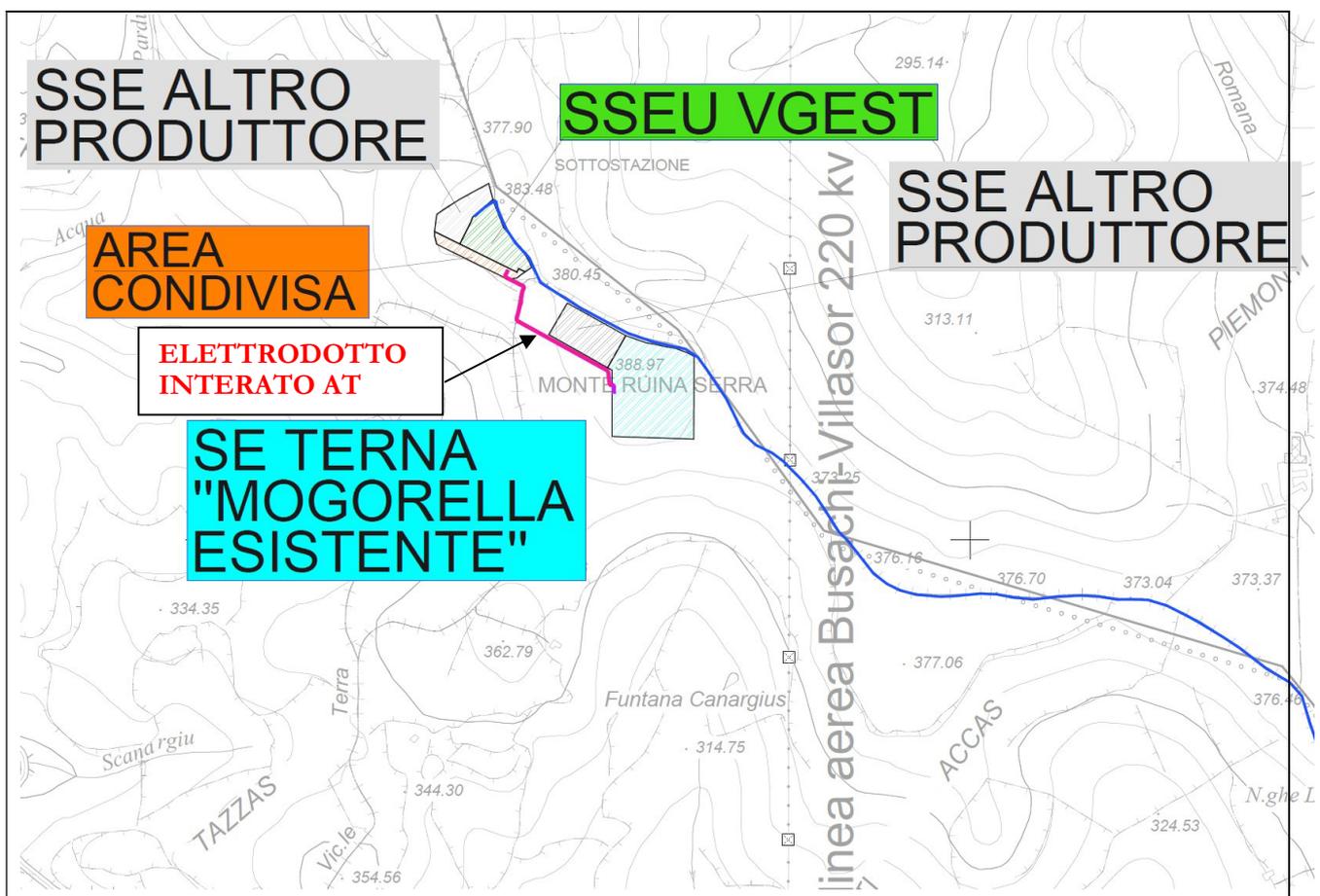


Figura 12– Tracciato elettrodotto interrato AT di collegamento fra le SSEU e SE Terna

SEZIONI TIPO CAVIDOTTI AT SU STRADE MISTATE SCALA 1:20

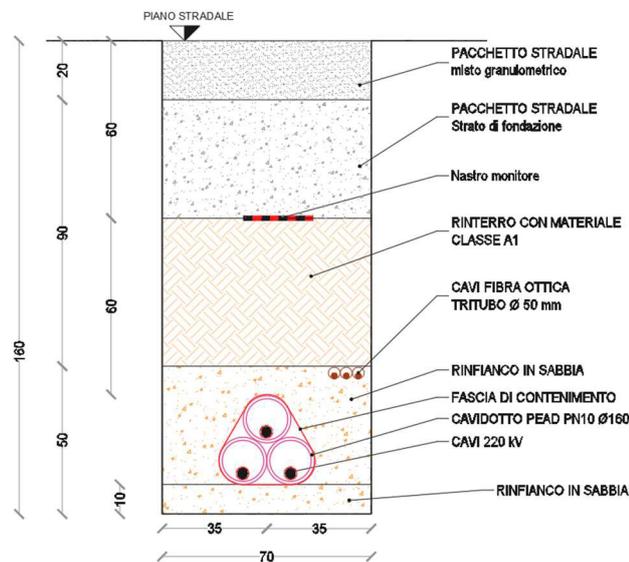


Figura 13– Sezione tipo cavidotto AT interrato su strada asfaltata

9.1. DIMENSIONAMENTO ELETTRICO

Il dimensionamento dei cavi è stato fatto tenendo conto delle seguenti disposizione, tratte dalla norma (CEI 11-17):

- Caduta di tensione lungo la linea minore del 3%;
- Perdite di potenza minori del 5%.

Una volta determinata la sezione dei singoli cavi in funzione delle specifiche appena riportate, si procederà ad effettuare la verifica termica, attraverso il calcolo delle correnti di corto circuito previste e la verifica della tenuta termica dei cavi.

9.2. CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE

Per il calcolo delle cadute di tensione sui singoli cavi, si è tenuto conto dei parametri longitudinali dei cavi, della potenza attiva transigente e di quella reattiva, attraverso la formula:

$$\Delta V = \frac{(P * R + Q * X)}{V^2}$$

P: potenza transigente;

Q: potenza reattiva, calcolata considerando un fattore di potenza pari a 0,95;

R: resistenza di fase del cavo, pari alla resistenza unitaria per la lunghezza del cavo;

- X: reattanza longitudinale di fase del cavo, pari alla reattanza unitaria per la lunghezza del cavo;
V: tensione di esercizio del cavo (220kV).

Per quanto riguarda le perdite di potenza per effetto Joule, si è fatto uso della formula:

$$P = 3 * R * I^2$$

- R: resistenza longitudinale del cavo;
I: corrente transitante.

9.3. CALCOLO DELLE PORTATE

Per la determinazione della portata dei cavi sarà applicato il metodo descritto dalla tabella CEI-UNEL 35026 e dalla norma CEI 11-17.

A partire dalla portata nominale del cavo, si calcola la portata effettiva sulla base di un fattore correttivo:

$$I_z = I_0 * K1 * K2 * K3 * K4$$

Dove

I_z = portata effettiva del cavo

I_0 = portata nominale dichiarata dal costruttore, per posa interrata a 20°C

K1 = Fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C

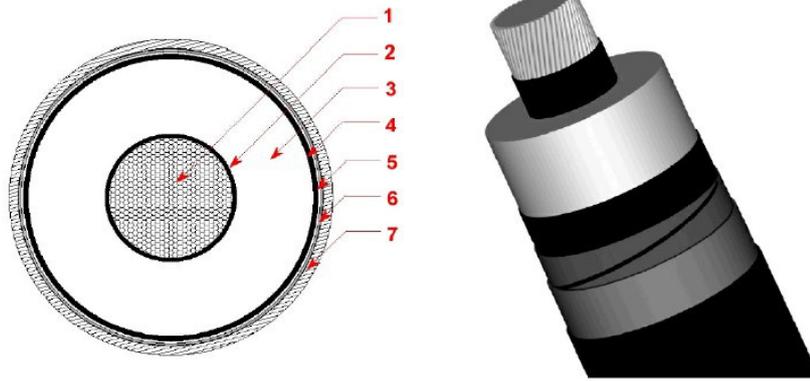
K2 = Fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano

K3 = Fattore di correzione per profondità di interramento diversa da 0,8 m

K4 = Fattore di correzione per resistività termica diversa da 1,5 k*m/W

9.4. DATI TECNICI DEL CAVO UTILIZZATO

I cavi di cui si farà uso saranno del tipo unipolari, con conduttori in alluminio compatto, di sezione indicativa pari a circa 1600mm² tamponato(1), schermo semiconduttivo sul conduttore (2), isolamento in polietilene reticolato (XLPE) (3), schermo semiconduttivo sull’isolamento (4), nastri in materiale igroespandente (5), guaina in alluminio longitudinalmente saldata(6), rivestimento in polietilene con grafitatura esterna (7).



| | |
|---|--|
| 1 | Conduttore compatto di Alluminio |
| 2 | Schermo del conduttore (Strato semiconduttivo interno) |
| 3 | Isolante |
| 4 | Schermo dell'isolante (Strato semiconduttivo esterno) |
| 5 | Barriera igroscopica |
| 6 | Schermo metallico |
| 7 | Guaina esterna termoplastica |

Figura 14 – Stratigrafia cavo AT

Di seguito sono riportate le principali caratteristiche estratte dal datasheet del produttore.

Caratteristiche del cavo terrestre a 220 kV

I cavi terrestri saranno di tipo unipolare con conduttori in alluminio e sezione elettrica nominale pari a 1600 mm², con isolamento in XLPE e doppia schermatura longitudinale / radiale a tenuta stagna.

Caratteristiche del cavo terrestre a 220 kV:

- Materiale del conduttore: alluminio;
- Schermo: filo di rame.
- Sezione del conduttore: 1600 mm²;
- Sezione schermo: 60 mm²;
- Diametro esterno, D: 110 mm;
- Peso approssimativo: 8 kg/m;
- Tensione operativa: 230 kV;
- Capacità nominale: 0,167 µF/km;
- Portata in corrente con posa interrata: 977 A.
- Massimo sforzo di tiro posa fissa: 19 kN;
- Fattore di curvatura durante l'installazione: 30D;
- Fattore di curvatura durante l'esercizio 15D;
- Tenuta d'acqua longitudinale: si;
- Temperatura massima di servizio del conduttore: 90 °C.



Figura 15 – Estratto datasheet cavo AT

9.4.1. Temperatura del terreno

Al fine di un corretto dimensionamento, occorre tenere conto della temperatura del terreno effettiva,

diversa da quella STC di riferimento (20°).

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

| | Cavi con isolamento in XLPE | | | |
|----------------------|-----------------------------|------|------|------|
| Temperatura ambiente | 15°C | 20°C | 25°C | 30°C |
| Coefficiente | 1,04 | 1 | 0,96 | 0,93 |

È stata stimata una temperatura massima del terreno pari a 25°C alla profondità di posa dei cavi, per cui il fattore correttivo utilizzato sarà **K1 = 0,96**.

9.4.2. Numero di terne per scavo

Il progetto prevede la posa di una sola terna di cavi lungo il tracciato. Pertanto, si assumerà il coefficiente **K2** pari a 1.

9.4.3. Posa direttamente interrata

Considerata la tipologia di posa, ossia direttamente interrata, non occorre applicare alcun fattore correttivo alla portata.

Si considerano infatti trascurabili le brevi tratte di posa in tubazione interrata relative a particolari attraversamenti, il cui effetto risulta di modesta entità.

A maggior salvaguardia, in corrispondenza di tali attraversamenti, la distanza fra le tubazioni interrate verrà aumentata sino a 0,5 m, così da potersi considerare validi gli stessi coefficienti di cui al paragrafo precedente, come previsto dalla norma CEI 11-17 allegato B tab. III.

9.4.4. Profondità di posa

In generale, per le linee elettriche AT, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, ad una profondità minima di 1,50 m dal piano di calpestio.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

| | Cavi con isolamento in EPR | | | |
|---------------------|----------------------------|-----|-----|-----|
| Profondità posa (m) | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,5 |

| | | | | |
|---------------------|------|------|------|-------------|
| Coefficiente | 1,00 | 0,98 | 0,96 | 0,94 |
|---------------------|------|------|------|-------------|

Considerando il valore di posa di 1,50 m, si è ricavato il valore del coefficiente correttivo, che risulta **K3 = 0,94**.

9.4.5. Resistività termica del terreno

In generale, per tutte le linee elettriche, si considera la posa in terreno asciutto (condizione più gravosa) con una resistività termica del terreno pari a 1,5 K*m/W.

Pertanto non si applica alcun fattore correttivo e si utilizzerà **K4 = 1**.

9.4.6. Tabulati di calcolo

Le tabelle che seguono riportano il dimensionamento delle linee elettriche in cavo interrato AT di collegamento con la SE. I valori di portata indicati per i cavi tengono conto dei fattori correttivi introdotti nei paragrafi precedenti.

| LINEA | PARTENZA | ARRIVO | Sezione cavo [mm ²] | Lunghezza cavo [m] | Potenza attiva [MW] | Corrente nominale [A] | Portata cavo nominale [A] | N. circuiti nella sez. di scavo | K correttivo portata | Portata cavo corretta [A] | Dimensionamento in portata | Resistenza cavo [Ω] | Reattanza cavo [Ω] | Potenza reattiva [MVar] | ΔV % | ΔV % cumulato |
|------------------|----------|----------|------------------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------------|----------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|-------|---------------|
| LINEA SSE | SSE | SE TERNA | 3x1x1600 | 255 | 80.00 | 221.56 | 977 | 1 | 0,902 | 437,66 | 47% | 0,0062 | 0,012 | 26,295 | 0,00% | 0,00% |

10. CAMPI ELETTROMAGNETICI E FASCE DI RISPETTO

Per la valutazione dei campi elettromagnetici generati dalla presenza della sottostazione elettrica e dagli elettrodotti interrati di collegamento in MT, nonché per la determinazione delle fasce di rispetto (DPA) da apporre, si rimanda allo specifico elaborato MOG-CE-R06

11. STALLO DI RETE

11.1. UBICAZIONE

Per la connessione alla RTN si rende necessario l'approntamento dello stallo 220 kV assegnato nella SE RTN di Mogorella e da condividere con gli altri produttori. Lo stallo arrivo cavi ricade sulla particella 108 del foglio 3 del comune di Mogorella.

11.2. OPERE ELETTROMECCANICHE

Il progetto di cui alla presente relazione prevede, relativamente alle opere necessarie per la connessione alla RTN, la realizzazione del terminale arrivo cavi con arrivo laterale e/o frontale per la Linea AT condivisa. Il terminale è costituito da una fondazione in c.a. sulla quale sarà installata la struttura del terminalecavo che a sua volta è composta da un sostegno per ogni fase dell’elettrodotta.

Il nuovo stallo dovrà essere approntato secondo le specifiche tecniche Terna. Esso sarà dotato di organi di sezionamento di linea, di terra e di sbarre, di organi di interruzione e di misura della tensione e della corrente per fini di protezione. I collegamenti tra le apparecchiature, isolate in aria, saranno realizzati con corda binata di alluminio avente diametro $\varnothing 36\text{mm}$ mentre i collegamenti all’esistente sbarra omnibus saranno realizzati con tubo di alluminio avente diametro estero $\varnothing 100\text{mm}$.

Relativamente alle opere di Rete all’interno della S.E. di Mogorella 220 kV, per l’immissione in rete dovranno essere predisposte, a valle del terminale cavo, le seguenti apparecchiature:

- n. 1 Terminali Cavo AT
- n.1 terna di Scaricatore AT;
- n.1 terna di trasformatori di tensione TV;
- n. 1 Sezionatore orizzontale con lame di terra
- n.1 terna di trasformatori di corrente TA;
- n.1 Interruttore tripolare AT;
- n. 1 Sezionatore verticale di sbarra
- n.1 isolatore portante

I collegamenti fra gli apparati di stallo avranno altezza da terra non inferiore a 5,3 m dal piano di calpestio così da garantire le opportune distanze di sicurezza in accordo alle Norme CEI di riferimento ed al Codice di Rete di TERNA

Condizioni ambientali generali

| | | |
|---------------------------------|----------------------|--------|
| Tipo di installazione | Esterno | |
| Altitudine sul livello del mare | m | < 1000 |
| Massima temperatura ambiente | °C | 40 |
| Minima temperatura ambiente | °C | -25 |
| Umidità relativa massima | % | 100 |
| Livello di inquinamento | Medio – classe SPS C | |

Caratteristiche del sistema

| | | |
|--|----|------|
| Tensione massima | kV | 245 |
| Frequenza nominale | Hz | 50 |
| Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico verso massa | kV | 1050 |
| Tensione di tenuta a frequenza industriale verso massa | kV | 460 |
| Corrente nominale di corto circuito | kA | 50 |
| Interasse tra le fasi | mm | 3200 |

Di seguito si riportano le caratteristiche nominali minime delle principali apparecchiature:

| SCARICATORI AT | | |
|---|------------|-----|
| Tensione di servizio continuo | kV | 156 |
| Frequenza nominale | Hz | 50 |
| Massima tensione temporanea per 1s | kV | 218 |
| Corrente nominale di scarica | kA | 20 |
| Valore di cresta degli impulsi di forte corrente | kA | 100 |
| Classe relativa alla prova di tenuta ad impulsi di lunga durata | 3 | |
| Materiale isolante esterno | polimerico | |

| TRASFORMATORI DI TENSIONE AT | | |
|------------------------------|---------------|-----|
| Tensione massima | kV | 245 |
| Frequenza nominale | Hz | 50 |
| Tipologia | Capacitivo | |
| Isolamento interno | olio minerale | |
| Materiale isolante esterno | polimerico | |

| SEZIONATORE ORIZZONTALE AT | | |
|--|--------------------------------------|-----------------------------|
| Poli | n° | 3 |
| Tensione massima | kV | 245 |
| Corrente nominale | A | 2000 |
| Frequenza nominale | Hz | 50 |
| Corrente nominale di breve durata | | |
| ➤ valore efficace | kA | 50 |
| Durata ammissibile della corrente di breve durata | s | 1 |
| Tensione di prova ad impulso atmosferico: | | |
| ➤ verso massa | kV | 1050 |
| Tensione di prova a frequenza di esercizio: | | |
| ➤ verso massa | kV | 460 |
| Tempo di apertura/chiusura | s | ≤15 |
| Comando del sezionatore di linea | Motorizzato / manuale in emergenza | |
| Comando del sezionatore di terra | Motorizzato / manuale in emergenza | |
| Prescrizioni aggiuntive per il sezionatore di terra | | |
| Classe di appartenenza | Classe B secondo CEI EN 62271-102 | |
| Tensioni e correnti indotte elettromagnetiche e elettrostatiche nominali | kV-kA | Tab.C.1 CEI EN 62271-102 |
| Tensione nominale di alimentazione dei circuiti di comando | Vcc | 110 |
| Tensione nominale di alimentazione dei circuiti di segnalazione | Vcc | 110 |
| Tensione nominale di alimentazione dei circuiti ausiliari | Vca | 230 |
| Grado di protezione delle custodie | IP | 45 |

| TRASFORMATORI DI CORRENTE AT | | |
|------------------------------|----|--------------|
| Frequenza nominale | Hz | 50 |
| Corrente nominale primaria | A | 400-800-1600 |
| Corrente nominale secondaria | A | 5 |
| Numero di nuclei | n° | 3 |

| INTERRUTTORE AT | | |
|--|------------|------|
| Poli | n° | 3 |
| Tensione massima | kV | 245 |
| Corrente nominale | A | 2000 |
| Frequenza nominale | Hz | 50 |
| Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico verso massa | kV | 1050 |
| Tensione di tenuta a frequenza industriale verso massa | kV | 460 |
| Grado di protezione delle custodie | IP | 45 |
| Tensione nominale di alimentazione dei circuiti di comando | Vcc | 110 |
| Tensione nominale di alimentazione dei circuiti di segnalazione | Vcc | 110 |
| Tensione nominale di alimentazione dei ausiliari (luci e anticondensa) | Vca | 230 |
| Isolamento interno | Gas SF6 | |
| Materiale isolante esterno | polimerico | |

| SEZIONATORI VERTICALI AT | | |
|---|------------------------------------|------|
| Poli | n° | 3 |
| Tensione massima | kV | 245 |
| Corrente nominale | A | 2000 |
| Frequenza nominale | Hz | 50 |
| Corrente nominale di breve durata | | |
| ➤ valore efficace | kA | 50 |
| Durata ammissibile della corrente di breve durata | s | 1 |
| Tensione di prova ad impulso atmosferico: | | |
| ➤ verso massa | kV | 1050 |
| Tensione di prova a frequenza di esercizio: | | |
| ➤ verso massa | kV | 460 |
| Comando del sezionatore di linea | Motorizzato / manuale in emergenza | |

11.3. OPERE CIVILI

Il progetto di cui alla presente relazione prevede la realizzazione dello Stallo di connessione in un’area all’interno della stazione esistente RTN “Mogorella” già predisposta per l’installazione dello stesso.

Per l’installazione delle nuove apparecchiature, saranno disposte le necessarie opere civili consistenti in:

- *realizzazione dei plinti e delle platee di fondazione per l’appoggio delle carpenterie metalliche di sostegno*
- *integrazione delle vie di cavo per il passaggio dei cavi a fibra ottica e dei cavi ausiliari in bassa tensione;*

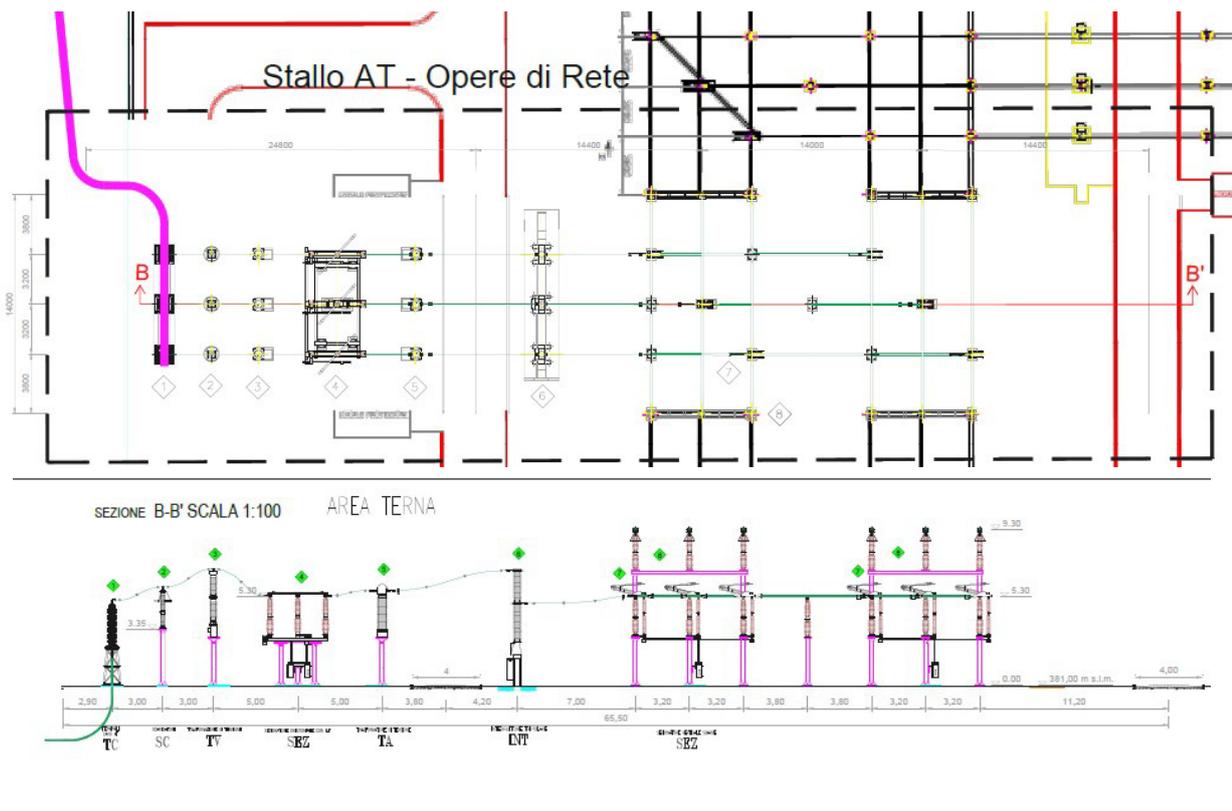


Figura 16– Pianta e sezione Stallo di connessione