

# Volta Green Energy

REGIONE SICILIA  
Provincia di Trapani  
COMUNI DI MAZARA DEL VALLO E MARSALA



PROGETTO

## PARCO EOLICO CHELBI PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE:

VGE 03

Piazza Manifattura, 1 – 38068 Rovereto (TN)  
Tel. +39 0464 625100 - Fax +39 0464 625101 - PEC vge03@legalmail.it

PROGETTISTA:

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



OGGETTO DELL'ELABORATO:

### RELAZIONE TECNICA ELETTRICA

| N° Elaborato | DATA        | SCALA | FOGLIO  | FORMATO | CODICE DOCUMENTO |
|--------------|-------------|-------|---------|---------|------------------|
| CH-CE17      | Aprile 2021 | /     | 1 di 39 | A4      |                  |

NOME FILE: CH-CE17-RELAZIONE TECNICA ELETTRICA\_REV00

Questo elaborato è di proprietà di VGE 03 ed è protetto a termini di legge

Volta g.e.  
green energy



Storia delle revisioni del documento

| REV. | DATA        | DESCRIZIONE REVISIONE | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |
|------|-------------|-----------------------|---------|------------|-----------|
| 00   | Aprile 2021 | PRIMA EMISSIONE       | VF/GG   | VF         | MG        |
|      |             |                       |         |            |           |
|      |             |                       |         |            |           |

## INDICE

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1.</b> | <b>PREMESSA.....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>2.</b> | <b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>3.</b> | <b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....</b>  | <b>10</b> |
| 3.1.      | SINTESI DEL PROGETTO.....   | 12        |
| 3.2.      | <b>AEROGENERATORI.....</b>  | <b>13</b> |
| 3.3.      | <b>SCHEMA ELETTRICO .....</b>   | <b>16</b> |
| 3.4.      | <b>LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO .....</b>                                  | <b>17</b> |
| <b>4.</b> | <b>DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DELLE LINEE MT .....</b>                             | <b>18</b> |
| 4.1.      | <b>CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE .....</b>                                     | <b>18</b> |
| 4.2.      | <b>CALCOLO DELLE PORTATE.....</b>   | <b>18</b> |
| 4.2.1.    | DATI TECNICI DEL CAVO UTILIZZATO.....   | 19        |
| 4.2.2.    | TEMPERATURA DEL TERRENO.....  | 19        |
| 4.2.3.    | NUMERO DI TERNE PER SCAVO .....   | 20        |
| 4.2.4.    | POSA DIRETTAMENTE INTERRATA .....   | 20        |
| 4.2.5.    | PROFONDITÀ DI POSA .....  | 21        |
| 4.2.6.    | RESISTIVITÀ TERMICA DEL TERRENO.....  | 21        |
| 4.2.7.    | TABULATI DI CALCOLO .....   | 21        |
| <b>5.</b> | <b>ANALISI DEL RISCHIO DI ELETTROCUZIONE.....</b>                                 | <b>23</b> |
| 5.1.      | <b>MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI .....</b>                       | <b>23</b> |
| 5.2.      | <b>MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.....</b>                      | <b>24</b> |
| 5.3.      | <b>PROTEZIONI CONTRO LE FULMINAZIONI DIRETTE.....</b>                             | <b>25</b> |
| <b>6.</b> | <b>SISTEMA DI MESSA A TERRA DEGLI SCHERMI CAVI MT .....</b>                       | <b>26</b> |
| 6.1.      | SISTEMI DI MESSA A TERRA ADOTTATI.....  | 26        |
| <b>7.</b> | <b>STAZIONE DI TRASFORMAZIONE AT/MT .....</b>                                     | <b>27</b> |
| 7.1.      | UBICAZIONE E VIABILITÀ DI ACCESSO .....   | 27        |
| 7.2.      | DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTROMECCANICHE.....                                    | 29        |
| 7.3.      | SERVIZI AUSILIARI .....   | 30        |
| 7.4.      | PRINCIPALI APPARECCHIATURE IN PROGETTO .....                                      | 31        |
| 7.5.      | SISTEMA DI MISURA .....   | 33        |
| <b>8.</b> | <b>CAMPI ELETTROMAGNETICI E FASCE DI RISPETTO .....</b>                           | <b>35</b> |
| <b>9.</b> | <b>AMPLIAMENTO STAZIONE TERNA “PARTANNA 2” .....</b>                              | <b>36</b> |
| 9.1.      | UBICAZIONE E VIABILITÀ DI ACCESSO.....  | 36        |
| 9.2.      | DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE .....                          | 37        |
| 9.2.1     | <i>Disposizione elettromeccanica dello stato attuale del progetto.....</i>        | <i>37</i> |
| 9.2.2     | <i>Disposizione elettromeccanica stato di variante al progetto esistente.....</i> | <i>37</i> |
| 9.1.3     | <i>Apparecchiature .....</i>  | <i>38</i> |

## 1. PREMESSA

VGE 03 S.r.l. (di seguito anche la “Società”) è una società appartenente al Gruppo Volta Green Energy (di seguito anche “VGE”).

Volta Green Energy, con sede in 38068 Rovereto (TN), Piazza Manifattura n. 1, iscritta alla CCIAA di Trento al n° 02469060228, REA TN – 226969, Codice Fiscale e Partita IVA 02469060228 opera nel settore della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e nasce dall'esperienza più che decennale di professionisti, con oltre 350 MW di parchi eolici e 16 MW di impianti fotovoltaici sviluppati, costruiti e gestiti.

Ad oggi, Volta Green Energy impiega direttamente poco meno di una trentina di risorse e gestisce, per conto di terzi, sette impianti eolici installati in Italia per 300,5 MW complessivi.

Accanto all'asset management degli impianti (completa gestione degli aspetti tecnici, permitting e patrimoniale, regolatori, finanziari, assicurativi, fiscali e di compliance) Volta Green Energy presta assistenza a terzi e svolge in proprio la ricerca e sviluppo di nuovi progetti, il monitoraggio e supervisione impianti 24/7 attraverso il proprio centro di telecontrollo e l'O&M (operation & management).

Ogni attività è svolta sulla base della conoscenza delle specifiche criticità e nel rispetto degli equilibri sociali, ambientali e territoriali in cui si inseriscono gli impianti in esercizio e le nuove iniziative.

Le attività svolte da Volta Green Energy afferiscono all'intero processo che porta alla produzione di energia da fonti rinnovabili: sviluppo di nuovi progetti, finanziamento, costruzione, Operation & Maintenance, vendita dell'energia; queste attività coinvolgono direttamente, l'ambiente, le comunità dove sono presenti gli impianti ed i clienti. Per questo, Volta Green Energy è dotata di un Sistema di Gestione Integrato che include temi etici e legali (D.Lgs. 231/01), requisiti di sistema ambientale (ISO 14001:2015) e di gestione salute e sicurezza (BS-OHSAS 18001:07).

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 degli ampliamenti (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.

VGE 03, anch'essa con sede in 38068 Rovereto (TN), Piazza Manifattura n. 1, iscritta alla CCIAA di Trento al n° 04805612237, REA n° TN - 237979, Codice Fiscale e Partita IVA 04805612237, ha in progetto la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, mediante l'installazione di 7 aerogeneratori di potenza unitaria pari a 6 MW, per una potenza complessiva di 42

MW, sito in località Chelbi, nei Comuni di Mazara del Vallo e di Marsala, in provincia di Trapani (di seguito anche “Parco Eolico Chelbi”).

Secondo quanto previsto dal preventivo prot. n. 34740347 rilasciato da Terna SpA in data 22/02/2021, poi accettato in data 31/03/2021, l'impianto si collegherà alla RTN per la consegna della energia elettrica prodotta attraverso la condivisione di una stazione utente di trasformazione e consegna (di seguito anche “SSEU” ed appartenente alla società VGE01) da collegare in antenna a 220 kV con una nuova stazione elettrica di smistamento (di seguito anche “SE”) a 220 kV della RTN, da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV “Fulgatore – Partanna”.

Il modello tipo di aerogeneratore (di seguito anche “WTG”) scelto, dopo opportune considerazioni tecniche ed economico finanziarie, è il modello tipo Siemens Gamesa SG170 da 6 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 tipo di aerogeneratore è allo stato attuale quello ritenuto più idoneo per il sito di progetto dell'impianto.

L'area interessata dal posizionamento degli aerogeneratori ricade in località Chelbi, nel Comune di Mazara del Vallo, in contrada Chelbi, Chelbi Maggiore, Masseria Vecchia e La Carcia, in provincia di Trapani, su una superficie a destinazione agricola. I terreni sui quali si intende realizzare l'impianto sono tutti di proprietà privata; di questi, quelli su cui è prevista l'installazione degli aerogeneratori sono nella disponibilità della Società proponente. Il territorio è caratterizzato da un'orografia prevalentemente collinare, le posizioni delle macchine hanno all'incirca un'altitudine media s.l.m. di 152 m.

La presente relazione tecnica specialistica ha per oggetto la descrizione e il predimensionamento degli impianti elettrici previsti nell'ambito delle opere in progetto, con particolare riferimento al parco eolico e alla sottostazione di collegamento alla rete elettrica nazionale.

Nel seguito della relazione si darà in particolare descrizione dei generatori elettrici, della sottostazione elettrica di collegamento alla rete di trasmissione nazionale, delle linee elettriche in MT di collegamento fra gli aerogeneratori e la sottostazione elettrica, ed infine verrà valutato l'impatto elettromagnetico delle opere in progetto, individuando le potenziali sorgenti di emissione e valutandone i potenziali rischi legati all'esposizione delle persone.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la realizzazione del presente progetto si è fatto riferimento, tra l'altro, alla seguente normativa.

### **NORMATIVA DI CARATTERE GENERALE:**

- D.Lgs. 387/2003
- D.Lgs. 28/2011
- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- 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";
- Legge 28 giugno 1986, n. 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59";

### **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.

#### **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.

### **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 del Comune di Mazara del Vallo e in particolare, saranno installati n. 7 aerogeneratori, aventi le seguenti denominazioni, CH01, CH02, CH03, CH04, CH05, CH06 e CH07.

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

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche “257\_III\_NE-Baglio Chitarra”.
- Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, fogli n° 6017030-617040.
- Fogli di mappa catastale del Comune di Mazara del Vallo n° 4-13-14-15-16-17.

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

| WTG  | Comune           | foglio | particella | Coordinata<br>UTM-WGS84<br>Est | Coordinata<br>UTM-WGS84<br>Nord | Quota<br>m s.l.m. |
|------|------------------|--------|------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| CH01 | Mazara del Vallo | 13     | 149-483    | 286796                         | 4183641                         | 140               |
| CH02 | Mazara del Vallo | 13     | 82-125     | 287456                         | 4183287                         | 149               |
| CH03 | Mazara del Vallo | 14     | 253-254    | 288126                         | 4183535                         | 147               |
| CH04 | Mazara del Vallo | 15     | 93         | 288622                         | 4183861                         | 151               |
| CH05 | Mazara del Vallo | 16     | 82-420-421 | 289209                         | 4183996                         | 156               |
| CH06 | Mazara del Vallo | 17     | 515-643    | 289757                         | 4184164                         | 161               |
| CH07 | Mazara del Vallo | 4      | 13         | 289911                         | 4185163                         | 164               |

Tab.1

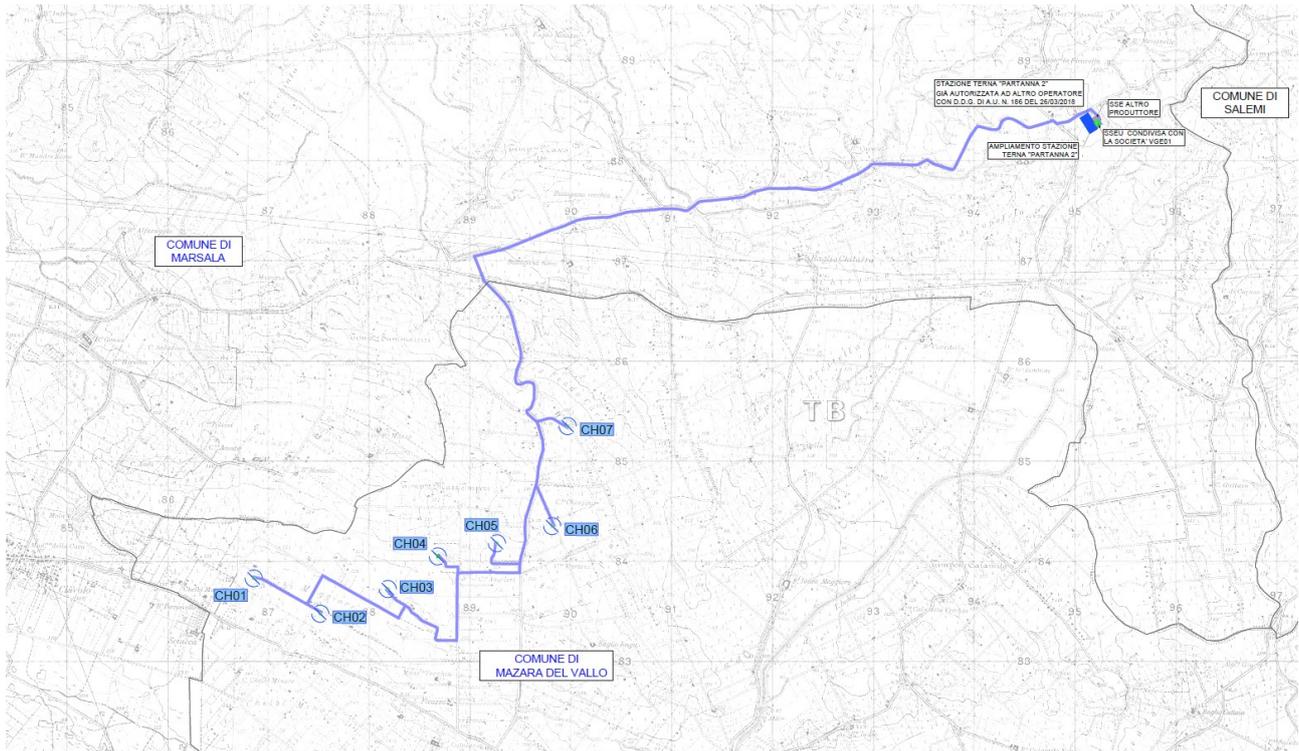


Fig.1- Inquadramento impianto su IGM 1:25.000

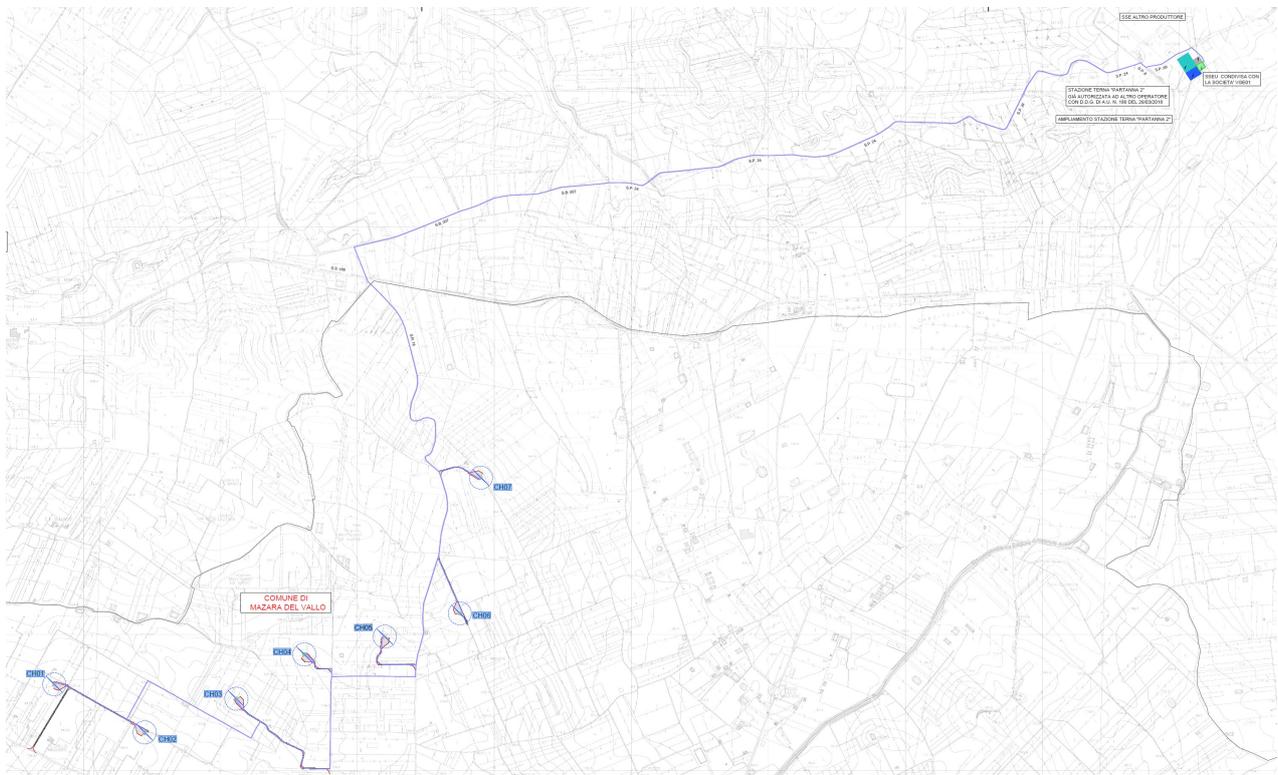


Fig.2- Inquadramento parco eolico su CTR 1:10.000

### 3.1. 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 Chelbi sarà composto da 7 aerogeneratori indipendenti, opportunamente disposti e collegati in relazione alla disposizione dell'impianto, dotati di generatori asincroni trifasi. 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 del Parco Eolico Chelbi si è avuta altresì l'occasione per valutare nuovi modelli di aerogeneratori idonei al sito, nel frattempo entrati in commercio o in procinto di uscita sul mercato in tempo utile per la fase di eventuale costruzione dell'impianto. L'evoluzione tecnologica nel settore è infatti molto rapida, con la finalità di rendere il settore sempre più competitivo rispetto ad altre fonti di energia alternativa e convenzionale.

Durante i test di configurazione dei vari modelli in sito, il layout è stato anche adeguato per tenere conto della potenza nominale della singola macchina e del relativo cap di potenza complessivo d'impianto fissato a 42 MW, oltre che delle interdistanze necessarie tra aerogeneratori e della minimizzazione dei costi delle opere civili ed elettriche.

A valle delle considerazioni tecniche, sono state quindi aggiunte anche considerazioni economico-finanziarie comparando il costo omnicomprendivo stimato del progetto e gli utili futuri legati alla vendita di energia elettrica prodotta dal parco.

Da questa analisi è risultato che l'aerogeneratore modello tipo SG 170 Hmazzo 115 e diametro rotore 170 m. per un'altezza complessiva pari a 200 m è allo stato attuale quello ritenuto più conveniente per il sito di 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 cavidotto interrato. 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.

L'impianto eolico sarà costituito da n° 7 aerogeneratori, ciascuno di potenza massima pari a 6,00 MW, corrispondenti ad una potenza installata d'impianto massima di 42,00 MW.

Il parco eolico in progetto convoglierà l'energia prodotta verso la Sottostazione Elettrica di Utente di proprietà di VG01 (già in autorizzazione) attraverso la realizzazione dello Stallo TR2 (a tal uopo 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.

### 3.2. AEROGENERATORI

L'aerogeneratore è una macchina che sfrutta l'energia cinetica posseduta del vento, per la produzione di energia elettrica, descritta nell'elaborato CH-CE09 - TIPO DEL MODELLO DI AEROGENERATORE PREVISTO.

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 6000 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 hanno 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.

La navicella è dotata di un sistema antincendio, che consiste di rilevatori di fumo e CO, i quali rivelano gli incendi 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 alla 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 è incanalata attraverso un sistema di conduttori a bassa impedenza fino al sistema di messa a terra. La corrente di un eventuale fulmine è scaricata dal rotore e dalla navicella alla torre tramite collettori ad anelli e scaricatori di sovratensioni. La corrente del fulmine è 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.

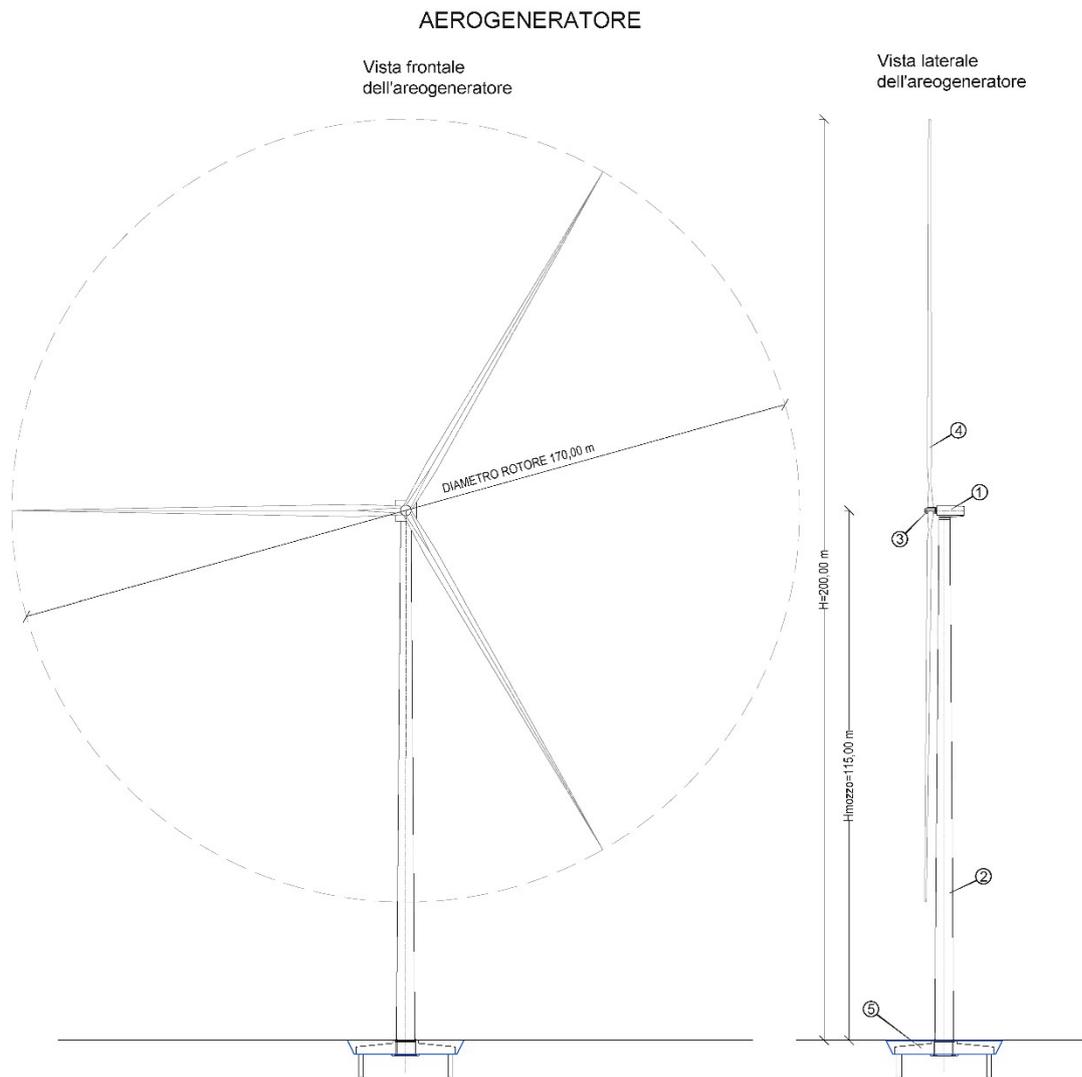


Fig.3 Schema tipo aerogeneratore H totale 200,00 metri, altezza al mozzo 115 m e diametro rotore 170 m

Il parco eolico nella sua nuova configurazione avrà una potenza complessiva di 42 MW, data dalla somma delle potenze elettriche di n. 7 aerogeneratori esistenti della potenza unitaria massima di 6,0 MW.

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 | Comune           |
|----------------|---------------------|---------|------------------|
| <b>LINEA 1</b> | CH01-CH02-CH03      | 18,0 MW | Mazara del Vallo |
| <b>LINEA 2</b> | CH04-CH05-CH06-CH07 | 24,0 MW | Mazara del Vallo |

Tab.2

### 3.3. SCHEMA ELETTRICO

L'immagine di seguito riportata mostra lo schema elettrico del parco eolico, con evidenza dei sottocampi e delle linee di collegamento. Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato CH-CE18.

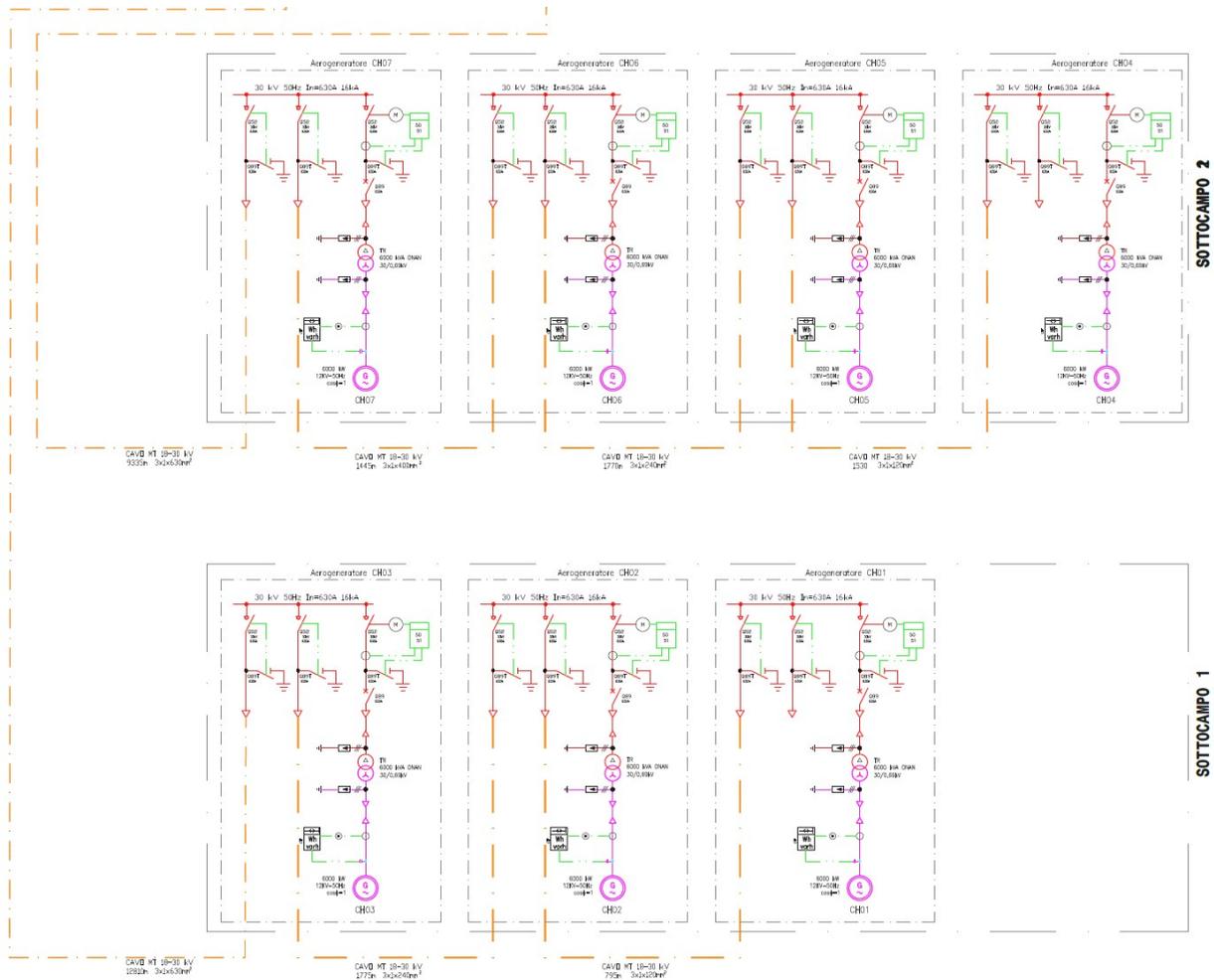


Fig.4- Schema elettrico

### 3.4. 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 630mm<sup>2</sup>.

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 standard con schermo elettrico (c. § 5.2.1). Nella tabella che segue si riporta calcolo preliminare delle linee elettriche di collegamento da rivalutare in fase esecutiva.

| LINEA                      | PARTENZA | ARRIVO | Sezione cavo [mm <sup>2</sup> ] | Lunghezza cavo [m] | Potenza attiva [MW] |
|----------------------------|----------|--------|---------------------------------|--------------------|---------------------|
| LINEA 1                    | CH01     | CH02   | 3x1x120                         | 795                | 6                   |
|                            | CH02     | CH03   | 3x1x240                         | 1775               | 12                  |
|                            | CH03     | SSE    | 3x1x630                         | 12810              | 18                  |
| LINEA 2                    | CH04     | CH05   | 3x1x120                         | 1530               | 6                   |
|                            | CH05     | CH06   | 3x1x240                         | 1770               | 12                  |
|                            | CH06     | CH07   | 3x1x400                         | 1455               | 18                  |
|                            | CH07     | SSE    | 3x1x630                         | 9335               | 24                  |
| <b>POTENZA COMPLESSIVA</b> |          |        |                                 |                    | <b>42,000</b>       |

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 CH-CE10 - PARTICOLARI POSA ELETTRODOTTO INTERRATO MT.

## 4. 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.

### 4.1. 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 transiente e di quella reattiva, attraverso la formula:

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

P: potenza transiente;

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 transiente.

### 4.2. 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

#### 4.2.1. 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<br>[ $\Omega$ / km ] | Reattanza di fase<br>[ $\Omega$ / km ] | Portata nominale<br>[ A ] |
|---------------------|---|--|---------------------------|
| 120 mm <sup>2</sup> | 0,333                                   | 0,13                                   | 290                       |
| 240 mm <sup>2</sup> | 0.165                                   | 0.11                                   | 428                       |
| 400 mm <sup>2</sup> | 0.105                                   | 0.11                                   | 557                       |
| 630 mm <sup>2</sup> | 0.074                                   | 0.099                                  | 725                       |

#### 4.2.2. 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    | <b>0,96</b> | 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  **$K_1 = 0,96$** .

#### 4.2.3. 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 <sup>2</sup> ] | Lunghezza cavo [m] | Numero terne in parallelo |
|---------|----------|--------|---------------------------------|--------------------|---------------------------|
| LINEA 1 | CH01     | CH02   | 3x1x120                         | 795                | 2                         |
|         | CH02     | CH03   | 3x1x240                         | 1775               | 2                         |
|         | CH03     | SSE    | 3x1x630                         | 12810              | 2                         |
| LINEA 2 | CH04     | CH05   | 3x1x120                         | 1530               | 2                         |
|         | CH05     | CH06   | 3x1x240                         | 1770               | 2                         |
|         | CH06     | CH07   | 3x1x400                         | 1455               | 2                         |
|         | CH07     | SSE    | 3x1x630                         | 9335               | 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 |

#### 4.2.4. 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 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.

#### 4.2.5. 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  | <b>1,1 (interpolazione)</b> |
| Coefficiente        | 1,00                        | 0,98 | 0,96 | <b>0,97</b>                 |

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

#### 4.2.6. 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**.

#### 4.2.7. 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 <sup>2</sup> ] | 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                    | CH01     | CH02   | 3x1x120                         | 795                | 6                   | 121,69                | 290                       | 2                               | 0,838                | 243,04                    | 50%                        | 0,2647              | 0,103              | 1,972                   | 0,20% | 3,40%         | 11,761             | 0,20% |  |
|                            | CH02     | CH03   | 3x1x240                         | 1775               | 12                  | 243,38                | 428                       | 2                               | 0,838                | 358,70                    | 68%                        | 0,2929              | 0,195              | 3,944                   | 0,48% | 3,20%         | 52,046             | 0,43% |  |
|                            | CH03     | SSE    | 3x1x630                         | 12810              | 18                  | 365,07                | 725                       | 2                               | 0,838                | 607,61                    | 60%                        | 0,9467              | 1,268              | 5,916                   | 2,73% | 2,73%         | 378,510            | 2,10% |  |
| LINEA 2                    | CH04     | CH05   | 3x1x120                         | 1530               | 6                   | 121,69                | 290                       | 2                               | 0,838                | 243,04                    | 50%                        | 0,5095              | 0,199              | 1,972                   | 0,38% | 3,92%         | 22,635             | 0,38% |  |
|                            | CH05     | CH06   | 3x1x240                         | 1770               | 12                  | 243,38                | 428                       | 2                               | 0,838                | 358,70                    | 68%                        | 0,2921              | 0,195              | 3,944                   | 0,47% | 3,54%         | 51,899             | 0,43% |  |
|                            | CH06     | CH07   | 3x1x400                         | 1455               | 18                  | 365,07                | 557                       | 2                               | 0,838                | 466,81                    | 78%                        | 0,1528              | 0,160              | 5,916                   | 0,41% | 3,06%         | 61,085             | 0,34% |  |
|                            | CH07     | SSE    | 3x1x630                         | 9335               | 24                  | 486,77                | 725                       | 2                               | 0,838                | 607,61                    | 80%                        | 0,6899              | 0,924              | 7,888                   | 2,65% | 2,65%         | 490,366            | 2,04% |  |
| <b>POTENZA COMPLESSIVA</b> |          |        |                                 |                    | <b>42,000</b>       |                       |                           |                                 |                      |                           |                            |                     |                    |                         |       |               |                    |       |  |

## 5. 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.

### 5.1. 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”).

## 5.2. 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 mm<sup>2</sup>, 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”).

### **5.3.        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.

## 6. 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.

### 6.1. 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 CH03 e la sottostazione elettrica, così pure alla tratta di collegamento fra l’aerogeneratore capofila CH07 e la sottostazione elettrica.

| LINEA   | PARTENZA | ARRIVO | Sezione cavo [mm <sup>2</sup> ] | Lunghezza cavo [m] | Potenza attiva [MW] |
|---------|----------|--------|---------------------------------|--------------------|---------------------|
| LINEA 1 | CH03     | SSE    | 3x1x630                         | 12.810             | 18                  |
| LINEA 2 | CH07     | SSE    | 3x1x630                         | 9.335              | 24                  |

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 11 vasche giunti. e per 8 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.

## 7. 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.

### 7.1. UBICAZIONE E VIABILITÀ DI ACCESSO

Il parco eolico in progetto convoglierà l’energia prodotta verso la Sottostazione Elettrica di Utente (SSEU) di proprietà di VGE 01 S.r.l. in progetto nel Comune di Marsala (particella 169 e 193 del foglio 189) per la trasformazione e la consegna dell’energia elettrica alla rete di trasmissione nazionale.

La Sottostazione Elettrica di Utente di VGE 01 S.r.l. è oggetto di altri progetti del Gruppo Volta Green Energy ed è attualmente in fase di autorizzazione. La stazione è già predisposta all’inserimento di un ulteriore stallo a servizio di questo parco eolico in progetto.

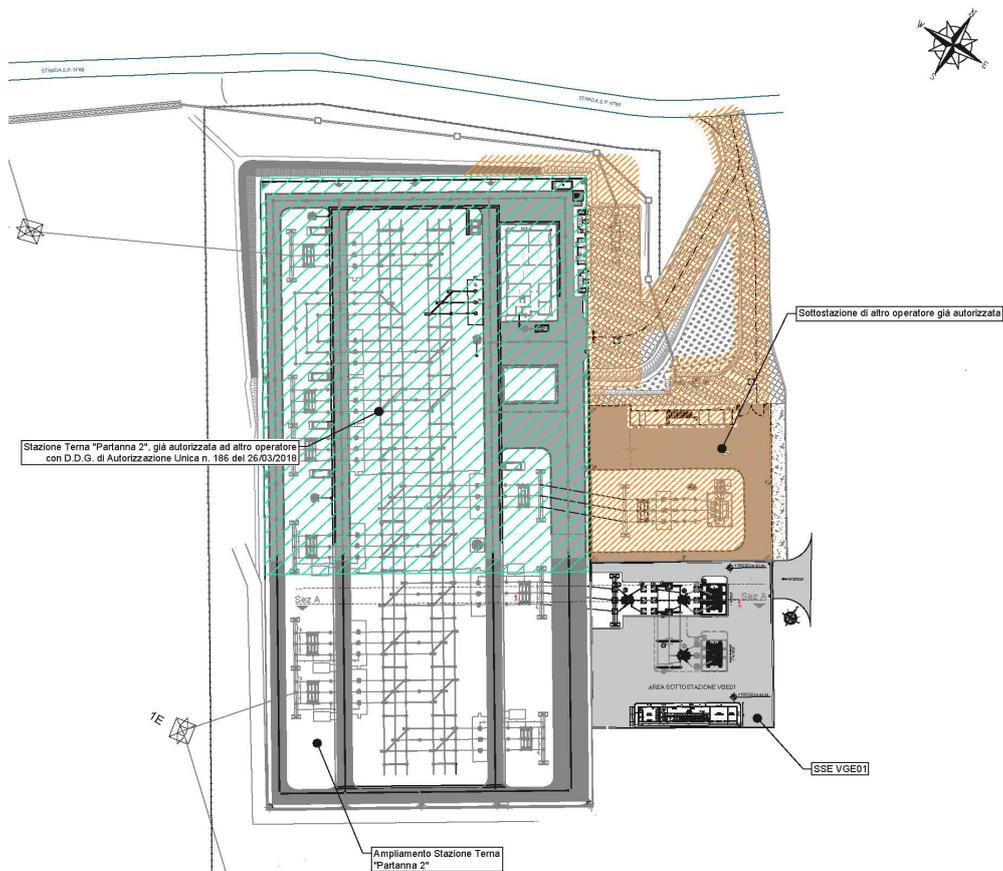


Fig.5—Planimetria Ampliamento Stazione Terna “Partanna 2” e Stazione produttore condivisa

La sottostazione elettrica utente si troverà in adiacenza alla stazione Terna Partanna 2 in fase di realizzazione e al suo ampliamento da realizzare, alla quale sarà collegata con un sistema di sbarre aeree in derivazione, come illustrato nella seguente immagine.

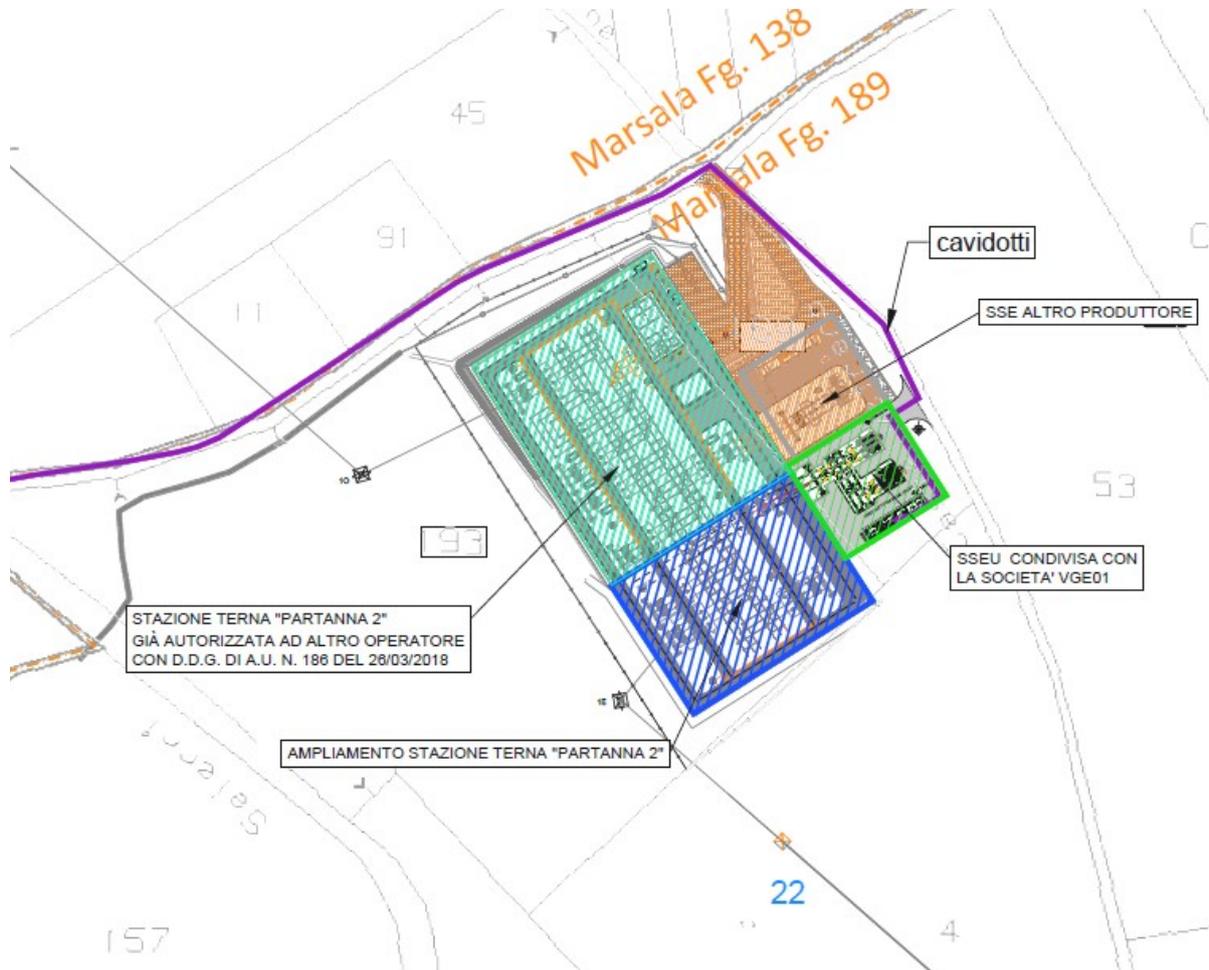


Fig.6- Planimetria catastale Stazioni

## 7.2. DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTROMECCANICHE

Nella sua configurazione di progetto, la sottostazione elettrica di utente prevede un collegamento alla limitrofa futura stazione Terna attraverso il sistema di sbarre.

La Sottostazione Elettrica di Utente di VGE 01 S.r.l., attualmente in autorizzazione, prevede la realizzazione di un impianto AT, così composto:

- n. 1 interruttore compatto PASS (sezionatore, interruttore, TA e TV) di protezione generale (Stallo di uscita condiviso) ;
- n. 1 sistema di distribuzione in sbarre ;
- n. 1 interruttori compatti tipo PASS (sezionatore, interruttore, TA e TV) di protezione linea trafo;
- n. 1 terne di scaricatori AT;
- n. 1 trasformatori AT/MT 220/30 kV della potenza di 40/50 MVA.

Per il collegamento alla SSEU di VGE 01 S.r.l di Parco Eolico Chelbi di VGE 03 S.r.l, oggetto di questa iniziativa, verrà realizzato un impianto AT di utente, così composto:

- n. 1 sistema di distribuzione in sbarre;
- n. 1 interruttori compatti tipo PASS (sezionatore, interruttore, TA e TV) di protezione linea trafo;
- n. 1 terne di scaricatori AT;
- n. 1 trasformatori AT/MT 220/30 kV della potenza di 40/50 MVA.

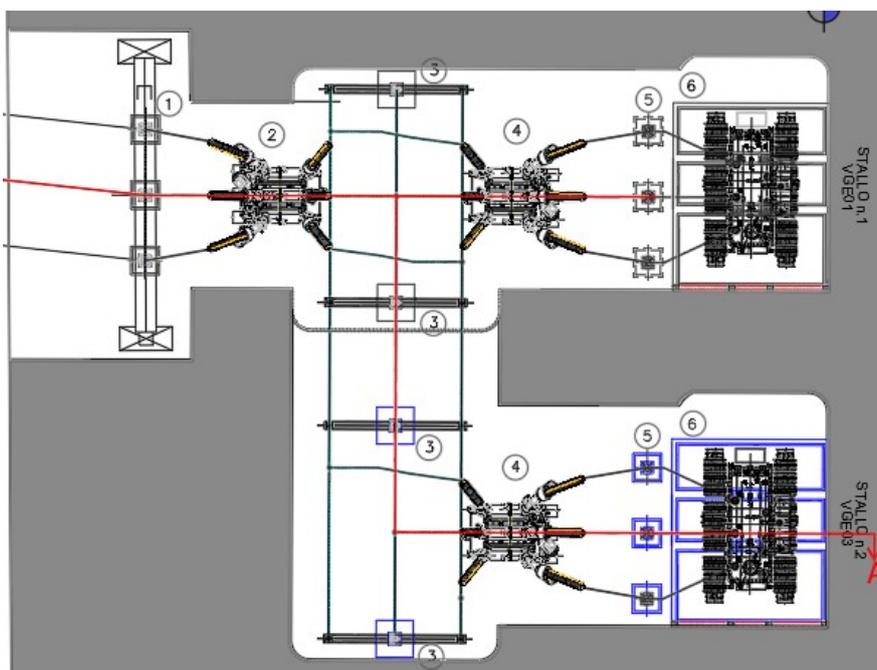


Figura 7 – Planimetria apparecchiature elettromeccaniche

L'impianto di Chelbi sarà completato dalla sezione MT/BT (da installare presso l'edificio già previsto da VEG01) così composta:

- n. 1 quadro MT generali 30 kV, 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.

### **7.3. SERVIZI AUSILIARI**

I servizi ausiliari necessari presso la SSE saranno alimentati tramite trasformatori MT/bt 30/0,4 kV, in derivazione dai quadri generali MT.

Al fine di garantire la massima continuità di servizio e il riarmo delle apparecchiature, è prevista l'installazione 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 SSE;
- 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.

#### 7.4. PRINCIPALI APPARECCHIATURE 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 |

##### a) TRASFORMATORI DI POTENZA:

- Rapporto di trasformazione AT/MT: 220+/-10x1,25% / 30 kV;
- Potenza di targa: 40/50 MVA;
- Tipo di raffreddamento: ONAN/ONAF;
- Gruppo vettoriale: YNd11 (stella/triangolo con neutro esterno lato 220 kV previsto per collegamento a terra);
- Tensione di cortocircuito:  $V_{cc}=13\%$ ;
- Tipo di commutatore: sotto carico;
- Tipo di regolazione della tensione: sull’avvolgimento 220 kV;
- Tipo di isolamento degli avvolgimenti AT e MT: uniforme;
- Tensione massima avvolgimento AT: 250 kV;
- Tensione massima avvolgimento MT: 36 kV.

## b) INTERRUTTORI COMPATTI PASS ISOLATO IN SF6 (INTERRUTTORE, SEZIONATORE DI TERRA, TA ETV):

- Tensione nominale: 250 kV;
- Corrente nominale 2500 A;
- Max tensione di prova:
  - Tra fase e terra
    - tensione nominale di tenuta a frequenza di esercizio: 325 kV;
    - tensione nominale di tenuta ad impulso atmosf.: 750 kV;
  - Sulla distanza di sezionamento
    - tensione nominale di tenuta a frequenza di esercizio: 375 kV;
    - tensione nominale di tenuta ad impulso atmosf.: 860 kV;
- Corrente nominale di breve durata 40 kA;
- Corrente nominale di picco 100 kA;
- Temperatura ambiente -30°C +55 °C;
- Caratteristiche **interruttore**
  - Interruttore singolo tipo LTB-D;
  - Potere di interruzione nominale in cc 40 kA;
  - Potere di stabilimento nominale di picco in cc 100 kA;
  - Interruzione di correnti induttive su linea a vuoto 63 A;
  - Interruzione di correnti capacitive su cavi a vuoto 160 A;
  - Comando a molla;
- Caratteristiche **sezionatore di terra**
  - Comando tripolare a motore;
  - Tensione ausiliari 110 Vcc;
  - Tempo di manovra da linea a terra 5,5s;
- Caratteristiche **trasformatore di corrente**
  - Tipo ad anello;
  - Classe di misura 0,2/0,5/1,0;
  - Corrente massima permanente 1,2 In;
- Caratteristiche **isolatori passanti**
  - Tipo composito;
  - Tensione nominale 250 kV;

- Distanza in aria 1304mm/1633mm;
- Linea di fuga 4670mm/5462mm;
- Caratteristiche **trasformatori di tensione induttivi**
  - Tensione nominale primaria  $220.000:\sqrt{3}$  V;
  - Tensione nominale primaria  $100:\sqrt{3}$  V;
  - Rapporto di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s: 1,5;

#### c) Sistema di sbarre

- Corrente nominale 2000 A.

### 7.5. SISTEMA DI MISURA

Per la contabilizzazione dell'energia prodotta dal parco eolico in progetto è prevista l'installazione di un complesso di misura UTF, che verrà posto sullo stallo a 220 kV, prima del parallelo sulla sbarra 220 kV, e sarà collegato con i dispositivi di lettura ubicati all'interno dell'edificio, nel locale misure.

Un ulteriore complesso di misura sarà installato sul tratto di collegamento con la SE 220 kV di Terna, per la misura dell'energia totale immessa in RTN.

Per la contabilizzazione dell'energia prodotta e immessa è prevista l'installazione di un complesso di misura per usi fiscali, così costituito:

- **Stallo di uscita condiviso**
  - lato AT sarà installato il contatore MIS1 sul tratto di collegamento con la SE 220 kV di Terna per la misura dell'energia immessa in RTN dal parco eolico Chelbi da 42 MW in progetto VGE03 e dal parco eolico Matarocco da 30 MW di VGE01 attualmente in autorizzazione;
- **'Stallo TR2'**
  - lato AT sarà installato il contatore MIS2A sullo stallo TR2 per la misura dell'energia immessa dal parco eolico Chelbi da 42 MW in progetto VGE03;
  - lato MT, è prevista l'installazione di un contatore su ciascuna delle 2 linee MT, Linea 1 e Linea 2, per la misura dell'energia prodotta;
  - un contatore per la contabilizzazione dei servizi ausiliari di sottostazione.
- **'Stallo TR1'**
  - lato AT sarà installato il contatore MIS2B sullo stallo TR1 per la misura dell'energia

immessa parco eolico Matarocco da 30 MW di VGE01 attualmente in autorizzazione;

- lato MT, è prevista l'installazione di un contatore su ciascuna delle 2 linee MT, Linea 1 e Linea 2, per la misura dell'energia prodotta;
- un contatore per la contabilizzazione dei servizi ausiliari di sottostazione.

## **8. 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 **CH-CE26**.

## 9. AMPLIAMENTO STAZIONE TERNA “PARTANNA 2”

Il presente capitolo fornirà la descrizione generale del progetto di ampliamento della stazione elettrica 220 kV “Partanna 2”, da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Fulgatore - Partanna" e delle opere necessarie alla realizzazione dell’opera.

### 9.1. UBICAZIONE E VIABILITÀ DI ACCESSO

L’ampliamento della Stazione Terna “Partanna 2” sarà ubicata nel Comune di Marsala (TP), in catasto nel foglio 189 particelle n. 193 e n. 169, da connettere alla rete di trasmissione nazionale.

L’accesso alla S.E. è previsto dalla S.P. 69 tramite la regia trazzera denominata “Castelvetrano con biforcazione per Corleone”.

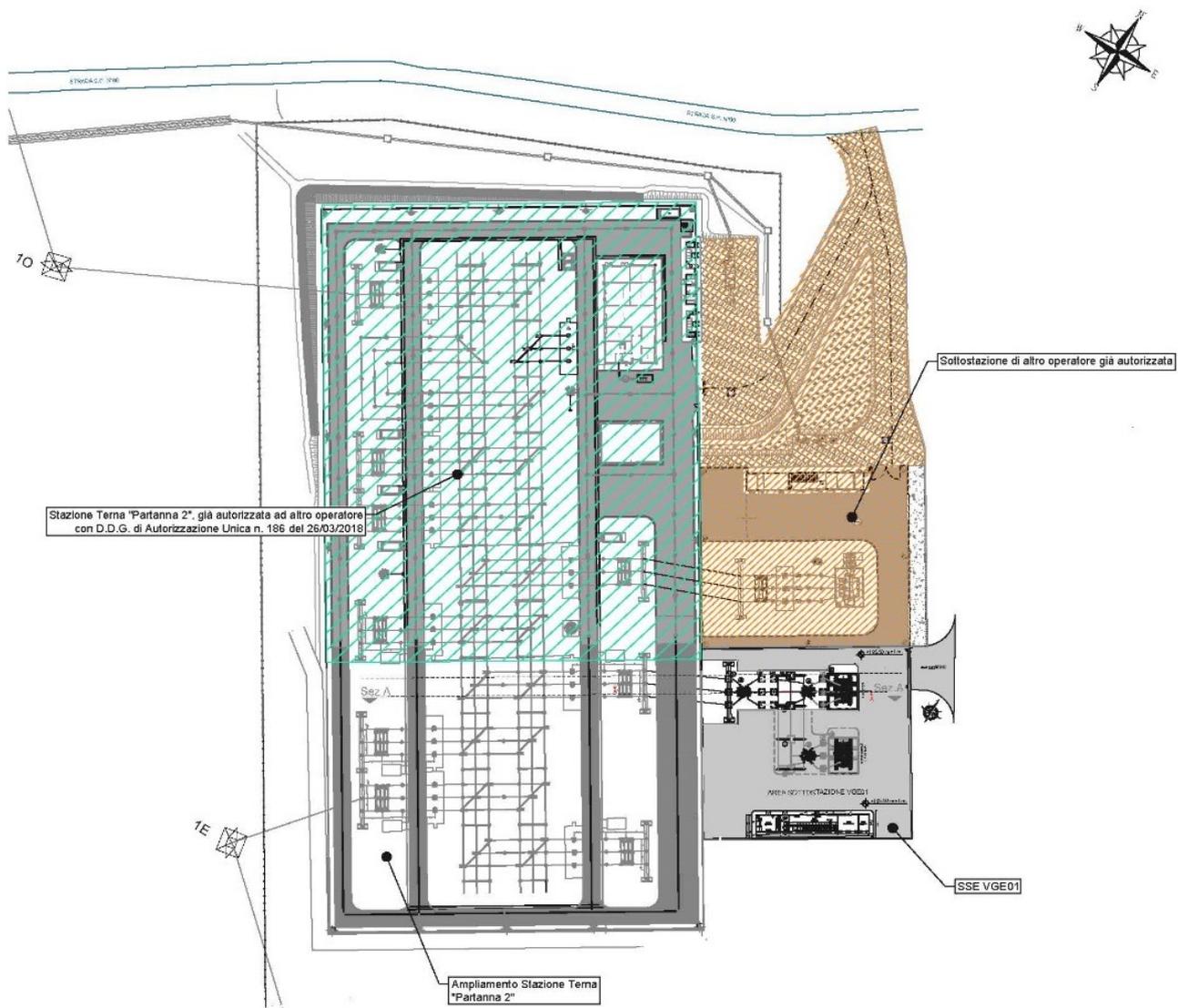


Figura 8 –Planimetria con ubicazione dell’Ampliamento della SE

## 9.2. DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE

Con l’ampliamento della Stazione Terna denominata “Partanna 2”, si prevede di portare a nove il numero complessivo degli stalli della Stazione Terna, di cui quattro 4 nella parte di stazione già autorizzata e cinque nella parte in ampliamento.

### 9.2.1 Disposizione elettromeccanica dello stato attuale del progetto

L’attuale progetto della Stazione Terna 220 kV “Partanna 2”- (autorizzata ma ancora non realizzata) prevede una sezione a 220 kV del tipo unificato TERNA con isolamento in aria e sarà costituita da:

- N. 1 sistema a doppia sbarra;
- N. 4 stalli linea completamente attrezzati;
- N.1 stallo parallelo sbarre;

Ogni montante linea sarà equipaggiato con sezionatori di sbarra verticale, scaricatori, ingresso linee, bobine di sbarramento, interruttore SF6, sezionatore di linea orizzontale con lame di terra, TV e TA per protezioni e misure.

I montanti parallelo sbarre saranno equipaggiati con sezionatori di sbarra verticali, interruttore in SF6 e TA per protezione e misure.

Le linee afferenti si attesteranno su sostegni portale di altezza massima pari a 18 m, l’altezza massima delle altre parti d’impianto sarà di 9,30 m.

### 9.2.2 Disposizione elettromeccanica stato di variante al progetto esistente

Il progetto di ampliamento della nuova stazione elettrica Terna 220 kV “Partanna 2” che coinvolge la sezione a 220 kV sarà costituito da:

- N. 5 ulteriori stalli linea completamente attrezzati;
- N. 1 Ampliamento del sistema a doppia sbarra previsto nel progetto esistente;

Ogni montante linea sarà equipaggiato con sezionatori di sbarra verticale, scaricatori, ingresso linee, bobine di sbarramento, interruttore SF6, sezionatore di linea orizzontale con lame di terra, TV e TA per protezioni e misure.

I montanti parallelo sbarre saranno equipaggiati con sezionatori di sbarra verticali, interruttore in SF6 e TA per protezione e misure.

Le linee afferenti si attesteranno su sostegni portale di altezza massima pari a 18 m, l’altezza massima delle altre parti d’impianto sarà di 9,30 m.

### 9.1.3 Apparecchiature

Le principali apparecchiature costituenti il nuovo impianto sono, come da sezioni elettromeccaniche allegate, interruttori, sezionatori di sbarra, sezionatori di linea con lame di terra, scaricatori di sovratensione ad ossido metallico a protezione degli autotrasformatori, ed in ingresso linea trasformatori di tensione e di corrente per misure e protezioni, bobine ad onde convogliate per la trasmissione dei segnali.

Le principali caratteristiche tecniche complessive della stazione saranno le seguenti.

|   |                      |
|---|----------------------|
| tensione massima sezione 220 kV                           | 245 kV               |
| frequenza nominale 50 Hz                                  | 50 Hz                |
| correnti limite di funzionamento permanente sbarre 220 kV | 4.000 A              |
| stalli linea 220 kV e stallo parallelo                    | 2000 A               |
| potere di interruzione interruttori 220 kV                | 40 kA                |
| corrente di breve durata 220 kV                           | 40 kA                |
| condizioni ambientali limite                              | -15/+45°C            |
| salinità di tenuta superficiale degli isolamenti portanti | 40 kg/m <sup>3</sup> |
| salinità di tenuta superficiale degli isolamenti passanti | 56 kg/m <sup>3</sup> |

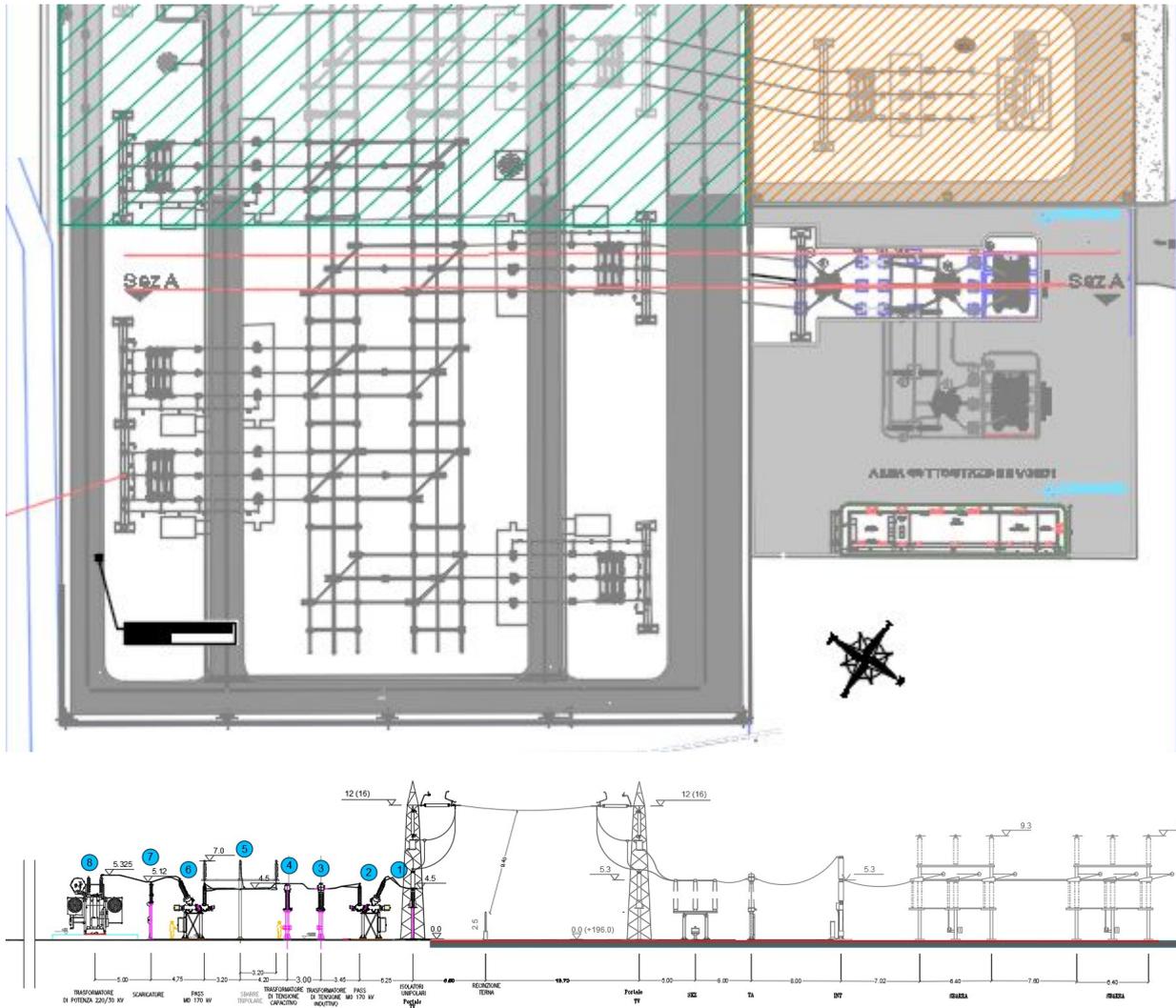


Figura 9 – Planimetria e Sezione apparecchiature elettromeccaniche