

PROPONENTE:



PROGETTAZIONE:



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



N°COMMESSA: 1454	IMPIANTO EOLICO "CRAVAREZZA" REGIONE LIGURIA – PROVINCIA DI SAVONA COMUNI DI CALICE LIGURE (PARCO EOLICO), MALLARE (PARCO EOLICO CAVIDOTTI E SSEU) ORCO FEGLINO E ALTARE (CAVIDOTTI)
	PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO: Relazione Elettrica	CODICE ELABORATO 1454_R3 NOME FILE: 1454_R3_ Relazione Elettrica_R1.doc
--------------------------------	--

1	01/2024	2° Emissione	VF	MG	EG
0	11/2021	1° Emissione	VF	MG	EG
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICA	APPROVATO

CARTIGLIO REV.00

RISERVATI A NORMA DI LEGGE

COPYRIGHT REPOWER RENEWABILE S.p.a. TUTTI I DIRITTI SONO

INDICE

1.	PREMESSA.....	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
2.1.	NORMATIVA DI CARATTERE GENERALE.....	4
2.2.	NORMATIVA IMPIANTI EOLICI.....	4
2.3.	NORMATIVA STAZIONI ELETTRICHE.....	5
2.4.	NORMATIVA CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	7
3.	DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	9
3.1.	GENERALITÀ.....	9
3.2.	RIFERIMENTI CARTOGRAFICI.....	9
3.3.	SINTESI DEL PROGETTO.....	12
3.4.	AEROGENERATORI.....	14
3.5.	SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE.....	16
3.6.	LINEE ELETTRICHE A 36 KV DI COLLEGAMENTO.....	17
4.	DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DELLE LINEE A 36KV.....	19
4.1.	CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE.....	19
4.2.	CALCOLO DELLE PORTATE.....	20
4.3.	DATI TECNICI DEL CAVO UTILIZZATO.....	20
4.4.	TEMPERATURA DEL TERRENO.....	21
4.5.	NUMERO DI TERNE PER SCAVO.....	21
4.6.	POSA DIRETTAMENTE INTERRATA.....	22
4.7.	PROFONDITÀ DI POSA.....	23
4.8.	RESISTIVITÀ TERMICA DEL TERRENO.....	24
4.9.	TABULATI DI CALCOLO.....	24
5.	ANALISI DEL RISCHIO DI ELETTROCUZIONE.....	26
5.1.	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI.....	26
5.2.	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.....	27
5.3.	PROTEZIONI CONTRO LE FULMINAZIONI DIRETTE.....	28
6.	AREA EDIFICIO CONSEGNA E BESS.....	29
6.1.	UBICAZIONE E VIABILITÀ DI ACCESSO.....	29
6.2.	LAYOUT AREA EDIFICIO CONSEGNA.....	29
6.3.	EDIFICIO CONSEGNA.....	30
6.4.	OPERE CIVILI.....	31
6.5.	IMPIANTO ENERGY STORAGE.....	32
6.5.1.	DESCRIZIONE GENERALE.....	32
6.5.2.	BATTERY STORAGE ENERGY.....	33
6.5.3.	POWER CONVERSION SYSTEM E TRASFORMAZIONE BT/36KV.....	34
6.5.4.	CONTAINER.....	35
7.	STAZIONE TERNA (SE) RTN 380/132/36 KV "MALLARE".....	36
7.1.	INTRODUZIONE.....	36
7.2.	PIANTA ELETTROMECCANICA.....	37
7.3.	UBICAZIONE CATASTALE E ACCESSI ALLA STAZIONE.....	39
7.4.	TERRE E ROCCE DA SCAVO.....	39
7.5.	RACCORDI AEREI 380 KV.....	40
7.6.	COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA.....	41

1. PREMESSA

La società Hydro Engineering s.s. è stata incaricata di redigere il progetto definitivo dell'impianto eolico denominato "Cravarezza" composto da sette aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 4,30 MW, per una potenza complessiva di 30,1 MW, ubicato nel Comune di Calice Ligure, Provincia di Savona e proposto dalla società Repower Renewable s.p.a. con sede legale in Venezia (VE) via Lavaredo 44/52 cap 30174.

Il modello tipo di aerogeneratore scelto avrà potenza nominale di 4,3 MW con altezza mozzo pari a 112,0 m, diametro rotore pari a 136 m e altezza massima al top della pala pari a 180 m. Questa tipologia di aerogeneratore è allo stato attuale quella ritenuta più idonea per il sito di progetto dell'impianto.

L'area interessata dal posizionamento degli aerogeneratori ricade nelle contrade *Piano dei Corsi* (F01-F02-F03-F04), *Bric del Borro* (F05), *Bric del Pino* (F06) e *Colla del Pino* (F07) Comune di Calice Ligure, Provincia di Savona.

Il territorio è caratterizzato da un'orografia prevalentemente collinare, le posizioni delle macchine vanno da un'altitudine di 616,00 m. slm. a 1018,00 m. slm.

Oltre che degli aerogeneratori, il progetto si compone delle seguenti opere:

- Elettrodotto a 36 kV, di collegamento tra gli aerogeneratori, l'edificio consegna e la Stazione Terna di trasformazione 380/132/36 KV ed ubicato nei Comuni di Calice Ligure (SV), Mallare (SV), Orco Feglino (SV) e Altare (SV);
- Edificio Consegna ed BESS (ubicata nel Comune di Mallare (SV);
- Stazione Terna di trasformazione 380/132/36 KV, ubicata nel Comune di Mallare (SV).

Il presente documento riporta i dati principali del progetto elettrico.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

2.1. 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";

2.2. 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.

2.3. NORMATIVA STAZIONI ELETTRICHE

- 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.

2.4. 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. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

3.1. GENERALITÀ

Di seguito si riportano alcune informazioni relative al sito su cui sorgerà la centrale eolica in oggetto insieme a una breve descrizione sintetica delle opere previste, rimandando ad altri capitoli e/o altre relazioni gli approfondimenti progettuali.

3.2. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

Di seguito cartografie e fogli di mappa catastali interessati dalle opere:

- CTR: Fogli 228120 Calice Ligure e 228160 Mallare
- IGM: Quadro 228.1 e 228.2
- **Fogli di mappa catastali parco eolico e cavidotti**
 - Calice Ligure Fg.6-3-7
 - Mallare Fg. 25-29-32
 - Orco Feglino Fg.1
 - Rialto Fg.2-9
- **Fogli di mappa per solo cavidotti**
 - Orco Feglino Fg.1-2
 - Mallare Fg.32-30-31-28-22-15-10-6-5
 - Altare Fg. 12-10
- **Fogli di mappa catastali per Stazione**
 - Mallare Fg.5

Di seguito le coordinate assolute nel sistema UTM WGS84 degli aerogeneratori:

WTG	COORDINATE PIANE UTM-WGS84 32N		Riferimenti Catastali		
	E	N	Comune	Foglio	Particella
F01	441997,875	4899653,508	Calice Ligure	6	10
F02	442470,273	4899700,110	Calice Ligure	6	12
F03	442536,672	4900169,012	Calice Ligure	6	9
F04	442796,569	4900499,113	Calice Ligure	3	29
F05	442960,867	4900953,413	Calice Ligure	3	12
F06	442571,366	4901491,811	Calice Ligure	3	12
F07	442169,766	4902023,809	Mallare	25	27

Tab. 1 Coordinate aerogeneratori nel sistema

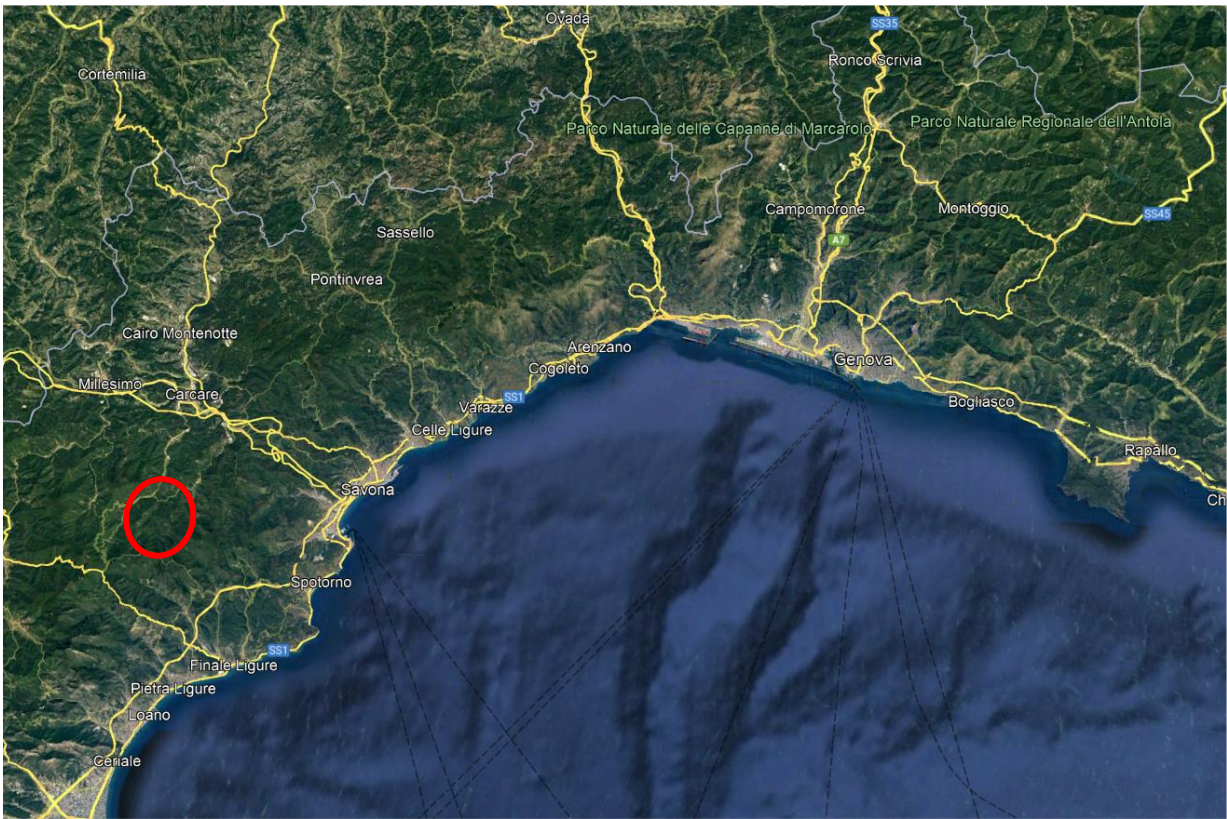


Fig.1 - Ubicazione area di impianto da satellite

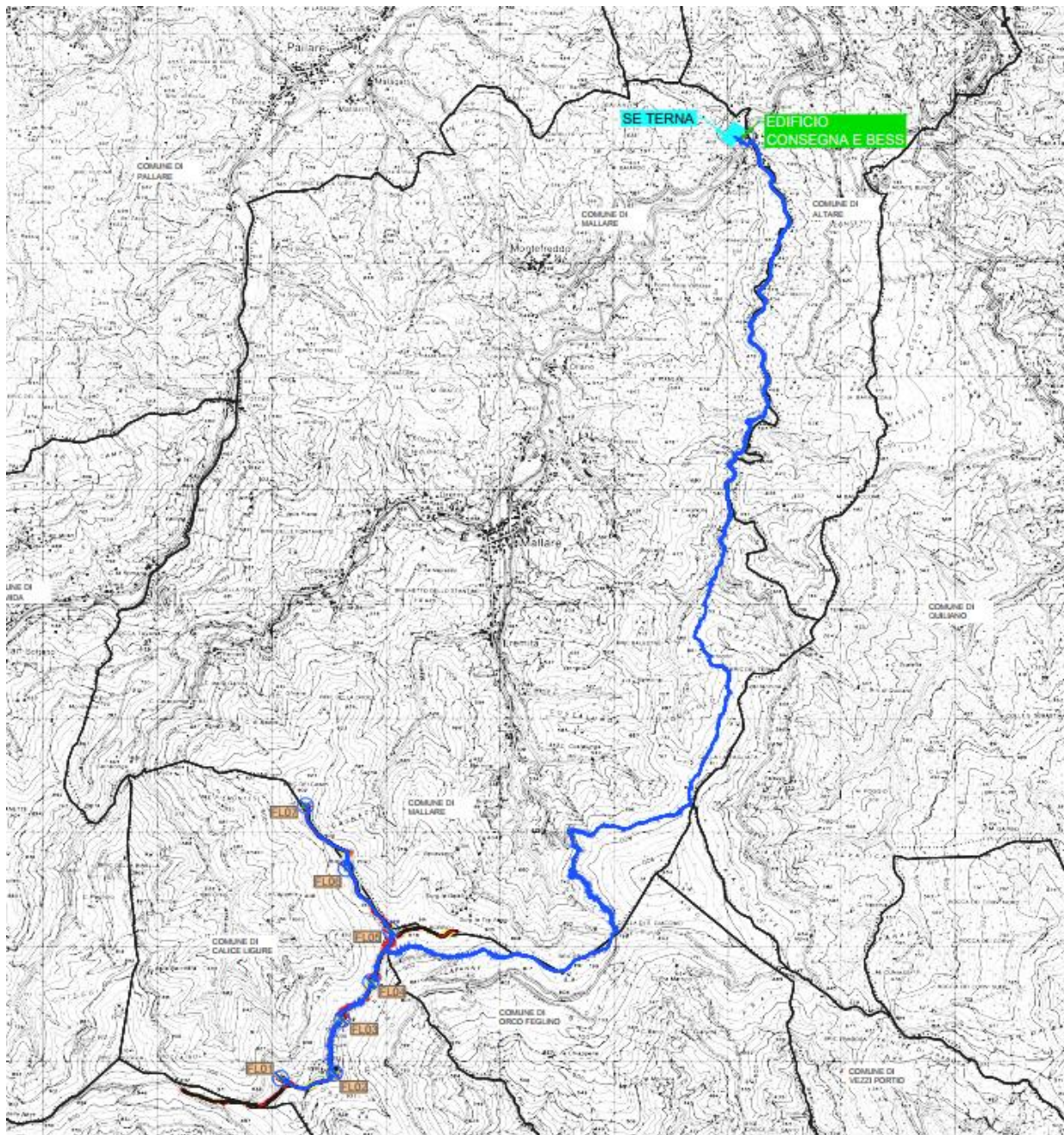


Fig. 2. Inquadramento aerogeneratori su IGM 1:25.000

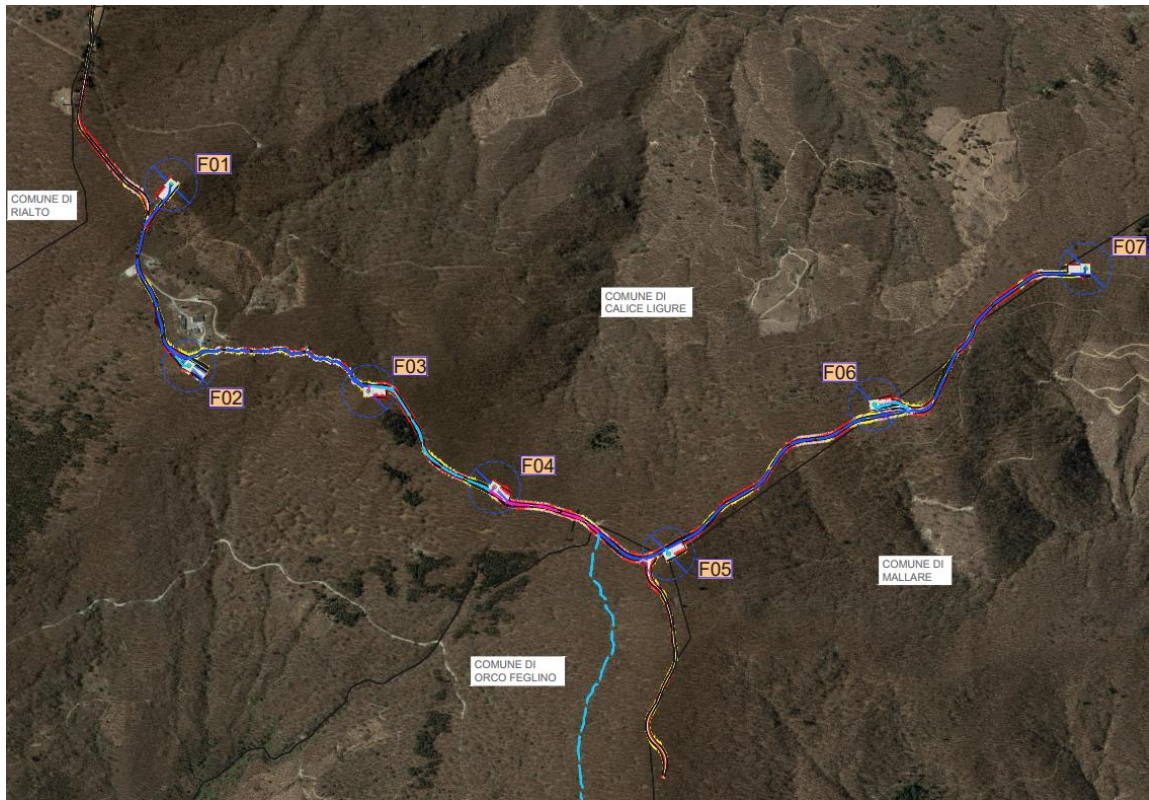


Fig.3 Inquadramento impianto su ortofoto

3.3. 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 a 36KV;
- Opere di fondazione e sostegno degli aerogeneratori.

Il Parco Eolico "Cravarezza" 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 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 competitivo rispetto ad altre fonti di energia alternativa e convenzionale e con l'obiettivo della grid parity.

Durante i test di configurazione dei vari modelli in sito, il layout è stato anche adeguato a tenere conto della potenza nominale della singola macchina e del relativo cap di potenza complessivo d'impianto fissato a 30,1 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 omnicomprensivo stimato del progetto e gli utili futuri legati alla vendita di energia elettrica prodotta dal 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.

Per la sua realizzazione 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.

3.4. AEROGENERATORI

L'aerogeneratore è una macchina che sfrutta l'energia cinetica posseduta del vento, per la produzione di energia elettrica, descritta graficamente nell'elaborato 1454_G20_R0.

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 4,30 MW, le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

- **rotore tripala a passo variabile**, di diametro di massimo 136,00 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.

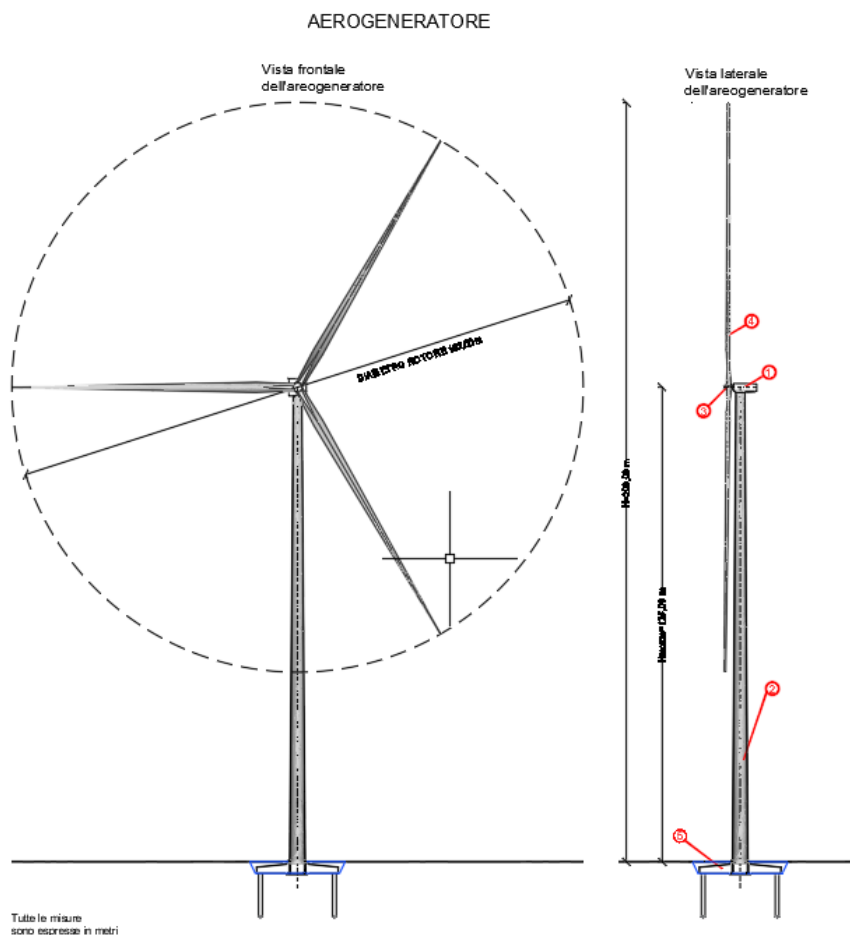


Fig.5 Schema tipo aerogeneratore avente altezza al mozzo pari a 112 m. e diametro rotore di 136 m per un'altezza complessiva di 180 m

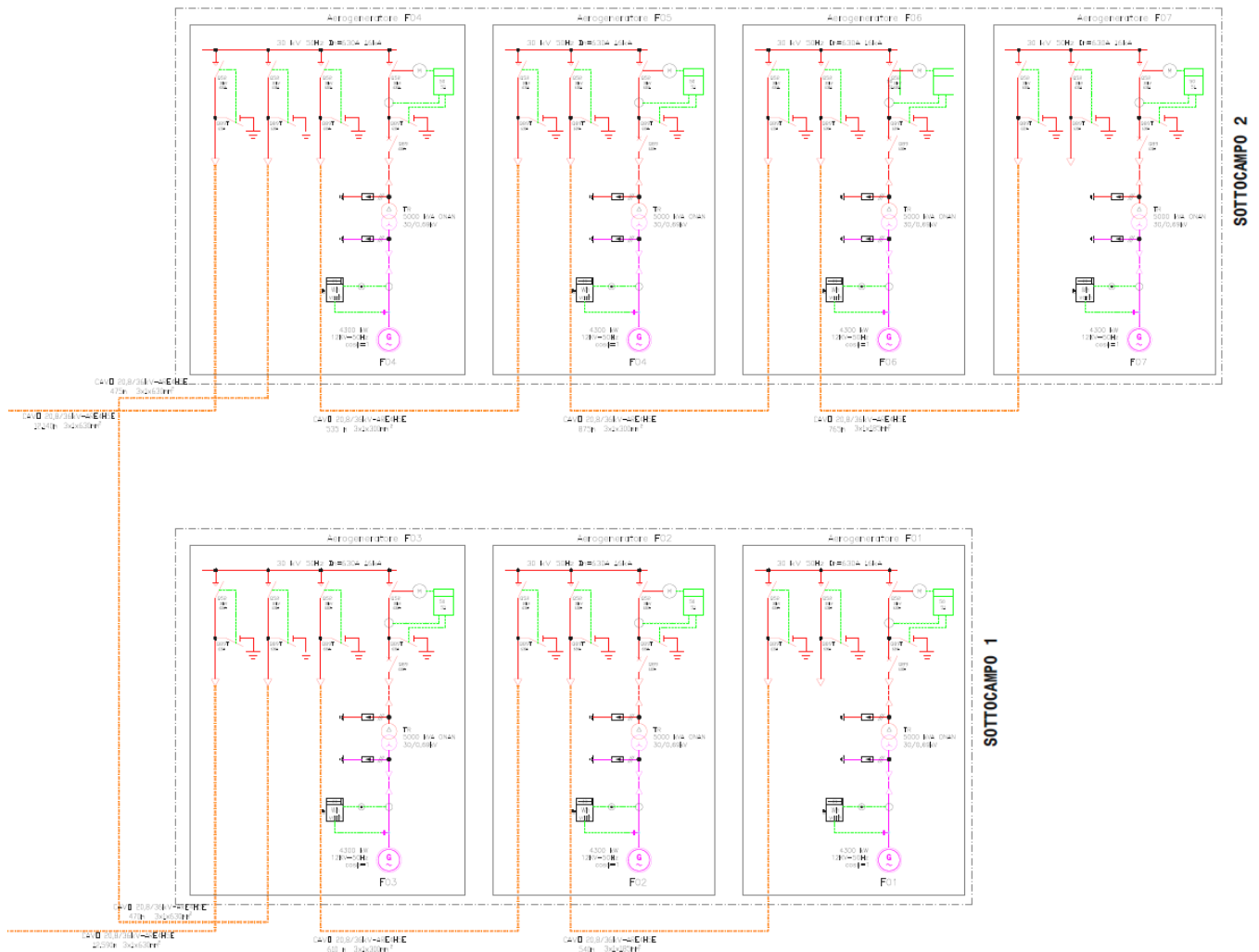
Il parco eolico nella sua nuova configurazione avrà una potenza complessiva di 30,1 MW, data dalla somma delle potenze elettriche di n. 7 aerogeneratori esistenti della potenza unitaria massima di 4,300 MW. Dal punto di vista elettrico, gli aerogeneratori sono collegati fra di loro con due gruppi rispettivamente da 3 e 4 aerogeneratori, costituendo così n. 2 distinti sottocampi, come di seguito meglio rappresentato.

Sottocampo	Aerogeneratori	Potenza
LINEA 1	F01-F02-F03-SSE	12,9 MW
LINEA 2	F04-F05-F06-F07-SSE	17,2 MW
COLLEGAMENTO TRA LA LINEA 1 E LA LINEA 2	F04-F03	

Tab.2

3.5. SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE

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 1454_G19R0_Schema elettrico unifilare parco eolico.



3.6. LINEE ELETTRICHE A 36 KV DI COLLEGAMENTO

Coerentemente con la suddivisione in sottocampi di cui al precedente paragrafo, l'intero sistema di raccolta dell'energia dagli aerogeneratori verso l'edificio consegna è articolato su n.4 distinte linee elettriche a 36 kV, una per ciascun sottocampo eolico e due per il BESS e dall'edificio qui con due linee elettriche a 36 kV una di due terne $2 \times (3 \times 1 \times 630)$ e una $(3 \times 1 \times 300)$ verso la Stazione Elettrica Terna 380/132/36 kV "MALLARE". Dall'aerogeneratore capofila di ciascun sottocampo, infatti, si diparte una linea elettrica di vettoriamento in cavo interrato a 36 kV, di sezione pari a 630, 300 e 185 mm².

Analogamente, gli aerogeneratori di ciascun sottocampo sono collegati fra loro in entra-esce con una linea elettrica in cavo interrato 36 kV, di sezione crescente dal primo all'ultimo aerogeneratore. Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, sia per il collegamento interno dei sottocampi che per la connessione alla SE Terna, saranno del tipo standard 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 [mm²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]
LINEA 1	F01	F02	3x1x185	540	4,3
	F02	F03	3x1x300	610	8,6
	F03	SSE	3x1x630	12.590	12,9
LINEA 2	F07	F06	3x1x185	765	4,3
	F06	F05	3x1x300	875	8,6
	F05	F04	3x1x300	535	12,9
	F04	SSE	3x1x630	12.140	17,2
COLLEGAMENTO TRA LA LINEA 1 E LA LINEA 2	F04	F03	3x1x630	475	17,2
POTENZA COMPLESSIVA					30,100

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 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 1454_G16R0_ Sezioni tipo di scavi cavidotti a 36KV

4. DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DELLE LINEE A 36KV

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_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

4.3. 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 SE TERNA a 36 KV, saranno a norma IEC 60502-2

Si tratta di cavi unipolari da posare in formazione a trifoglio, tipo 20,8/36kV, con conduttori in alluminio, congiunti in maniera da formare un unico fascio di forma rotonda. L'isolante dei cavi è costituito da mescola in XLPE e fra esso e il conduttore è interposto uno strato di mescola semi conduttrice. 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 36kV.

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]
185 mm ²	0,211	0,115	321
400 mm ²	0,101	0,107	478
630 mm ²	0,063	0,095	622

4.4. 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**.

4.5. 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	PARTENZ A	ARRIV O	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]	N. circuiti nella sez. di scavo
LINEA 1	F01	F02	3x1x185	540	4,3	1
	F02	F03	3x1x300	610	8,6	2
	F03	SSE	3x1x630	12.590	12,9	3
LINEA 2	F07	F06	3x1x185	765	4,3	1
	F06	F05	3x1x300	875	8,6	2
	F05	F04	3x1x300	535	12,9	2
	F04	SSE	3x1x630	12.140	17,2	3
COLLEGAMENTO TRA LA LINEA 1 E LA LINEA 2	F04	F03	3x1x630	475	17,2	3
POTENZA COMPLESSIVA					30,100	

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 0,20m		
N. circuiti	1	2	3
Coefficiente	1,00	0,90	0,85

4.6. POSA DIRETTAMENTE INTERRATA

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

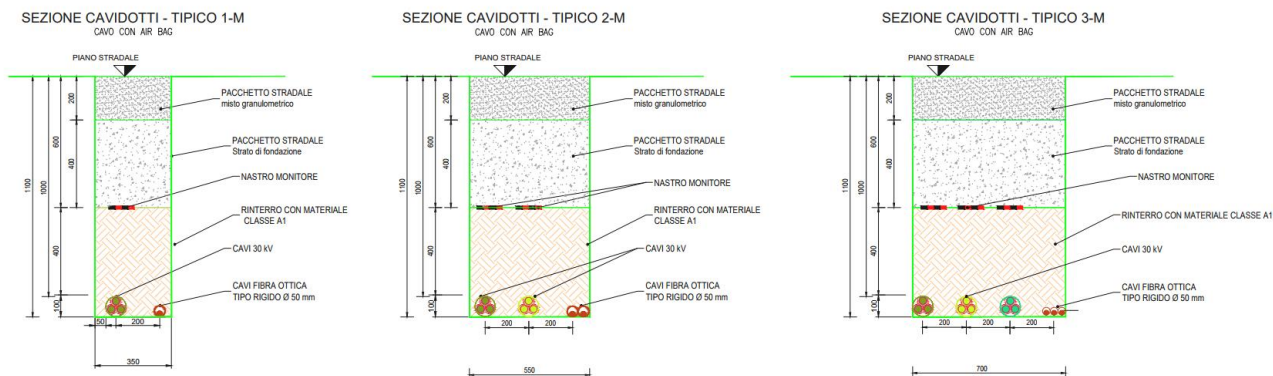
Si considerano infatti trascurabili le brevi tratte di posa in tubazione interrata relative a particolari attraversamenti, il cui effetto risulta di modesta entità.

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.

SEZIONI TIPO CAVIDOTTI MT SU STRADE STERRATE

SCALA 1:20



SEZIONI TIPO CAVIDOTTI MT SU STRADE ASFALTATE

SCALA 1:20

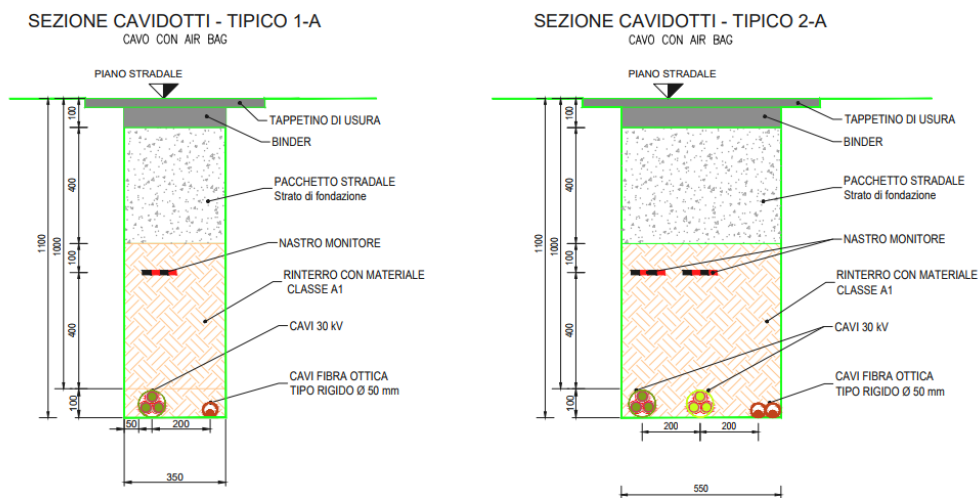


Fig. 6 Sezioni tipo di scavo

4.7. 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 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**.

4.8. 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**.

4.9. TABULATI DI CALCOLO

Le tabelle che seguono riportano il dimensionamento delle linee elettriche in cavo interrato a 36KV. 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	F01	F02	3x1x185	540	4,3	72,68	321	1	0,931	298,92	24%	0,1139	0,062	1,413	0,04%	1,29%	1,805	0,04%
	F02	F03	3x1x300	610	8,6	145,35	419	2	0,838	351,16	41%	0,0787	0,063	2,827	0,07%	1,25%	4,988	0,06%
	F03	SSE	3x1x630	12.590	12,9	218,03	622	3	0,792	492,33	44%	0,7932	1,196	4,240	1,18%	1,18%	113,116	0,88%
LINEA 2	F07	F06	3x1x185	765	4,3	72,68	321	1	0,931	298,92	24%	0,1614	0,088	1,413	0,06%	0,24%	2,558	0,06%
	F06	F05	3x1x300	875	8,6	145,35	419	2	0,838	351,16	41%	0,1129	0,091	2,827	0,09%	0,18%	7,154	0,08%
	F05	F04	3x1x300	535	12,9	218,03	419	2	0,838	351,16	62%	0,0690	0,056	4,240	0,09%	0,09%	9,842	0,08%
	F04	SSE	3x1x630	12.140	17,2	290,71	622	3	0,792	492,33	59%	0,7648	1,153	5,653	1,52%	1,58%	193,907	1,13%
COLLEGAMENTO TRA LA LINEA 1 E LA LINEA 2	F04	F03	3x1x630	475	17,2	290,71	622	3	0,792	492,33	59%	0,0299	0,045	5,653	0,06%	0,06%	7,587	0,04%
			POTENZA COMPLESSIVA		30,100													

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 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 36kv/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. AREA EDIFICIO CONSEGNA E BESS

Nel presente capitolo si darà descrizione dell'area edificio consegna e BESS 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.

6.1. UBICAZIONE E VIABILITÀ DI ACCESSO

Il parco eolico in progetto convoglierà l'energia prodotta verso l'area edificio consegna e BESS, in progetto nel Comune di Mallare, in provincia di Savona in località Peirano-Acque (particella 54 e 51 del foglio 5) nelle immediate vicinanze della Nuova Stazione elettrica (SE) RTN 380/132/36kV "Mallare", connessa alla rete di trasmissione nazionale. L'edificio consegna sarà collegato alla Stazione elettrica Terna, al livello di tensione 36 kV, tramite una linea in cavo a 36 KV interrato. L'area Edificio consegna interessa un'area di forma rettangolare di larghezza pari a circa 32.10 m e di lunghezza pari a circa 56.80 m, interamente recintata e divisa in due parti (Edificio consegna e BESS) accessibili entrambe tramite un cancello carrabile largo 7,00 m di tipo scorrevole ed un cancello pedonale. Il sito è accessibile dalla Strada Provinciale SP N.5 ed un tratto di strada vicinale.

6.2. LAYOUT AREA EDIFICIO CONSEGNA

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede (impianto venga collegato in antenna a 36 kV sulla futura Stazione Elettrica (SE) a 380/132/36 kV della RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV " Vado Ligure – Magliano ".

In base al preventivo di connessione, la potenza massima in immissione sarà pari a 40,4MW (30,10 impianto e 10,30 BESS).

L'area Edificio consegna interessa un'area di forma rettangolare di larghezza pari a circa 32.15 m e di lunghezza pari a circa 56.80 m, interamente recintata e divisa in due parti (Edificio consegna

e BESS) accessibili entrambe tramite un cancello carrabile largo 7,00 m di tipo scorrevole ed un cancello pedonale.

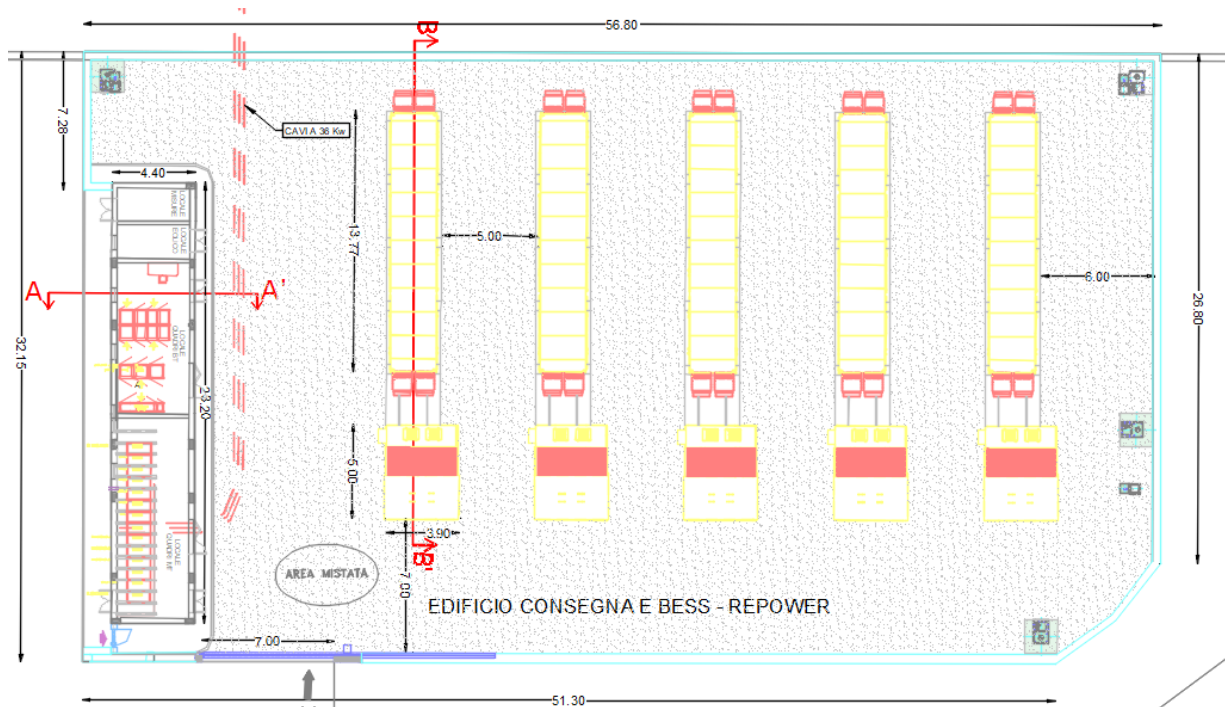


Figura 9 Vista aree Area Edificio Consegne e BESS

6.3. EDIFICIO CONSEGNA

Presso la sottostazione verrà realizzato un edificio destinato a locali tecnici e uffici, avente un ingombro in pianta di 23,20 x 4,40 m, presso il quale verranno ubicati i quadri a 36KV, i trasformatori 36/BT, nonché i quadri ausiliari.

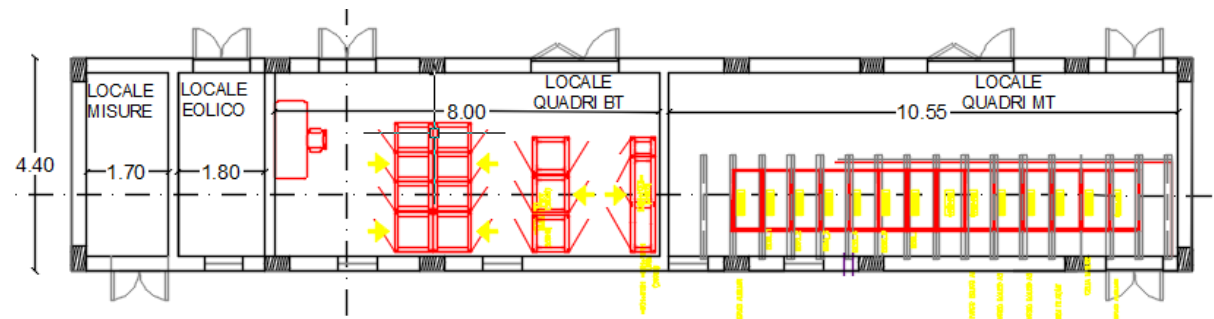


Figura 11 Layout edificio produttore presso SSE

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

- Locale quadri 36 kV;
- Locale quadri BT;
- Locale Eolico
- Locale Misure

L'edificio sarà completo di tutti gli impianti elettrici civili interni (illuminazione e prese).

All'esterno è stato posizionato il gruppo elettrogeno.

6.4. OPERE CIVILI

Di seguito le principali 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 (vedasi par. 4.6);
- Realizzazione della rete idraulica di smaltimento acque bianche;
- Realizzazione fondazioni in c.a.;
- 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 e di un carrabile, lungo il muro perimetrale;
- Realizzazione rampa di accesso da pubblica viabilità sino al cancello di ingresso

6.5. IMPIANTO ENERGY STORAGE

6.5.1. Descrizione generale

È prevista la realizzazione di un sistema di accumulo, posto all'interno della area Edificio consegna, da 10.30 MW, per l'accumulo di parte dell'energia elettrica prodotta dal parco eolico . Il sistema Energy storage è un impianto di accumulo di energia elettrica a batterie elettrochimiche costituito da apparecchiature per la conversione bidirezionale dell'energia da media a bassa tensione ed il raddrizzamento della corrente da alternata a continua.

La capacità di accumulo massima sarà di circa 20.6MWh. Ad oggi è prevedibile installare una capacità energetica di 10,3-20,6MWh.

Nel sito verranno installate 5 Power Station, ovvero sistemi di generazione ed accumulo di energia elettrica, e n. 5 battery room che potranno immagazzinare fino a un massimo di 20.6 MWh, con batterie al Litio una tensione media in uscita di circa 1000 V in cc e di generare in totale 10,3 MVA di potenza elettrica a 600 V.

Tale scelta impiantistica è giustificata per sfruttare al meglio la richiesta di energia in caso di mancata produzione, e, allo stesso tempo, per avvantaggiarsi della facoltà immettere nella RTN energia elettrica nelle ore con un maggior costo orario.

Con i sistemi di accumulo verrà immagazzinata l'energia nelle ore di minore richiesta, maggior produzione e di costo minore, per poi essere reimmessa in rete nei momenti nei momenti più propizi. Tali sistemi sono anche utili a sopperire le variazioni istantanee di richiesta di energia da parte della rete. Ogni Power Station è dotata di un trasformatore elevatore 36Kv/BT.

In caso di blackout generale, grazie ai sistemi di accumulo, non sarà necessario disporre di un generatore supplementare per la ripartenza di tutto il sistema.

Il layout prevede la disposizione di n. 5 battery container (dim. 13,77 m x 2,438 m), n. 5 Power Stations (dim. 5,05 m x 3,90 m), con al loro interno inverter e trasformatore, il tutto all'interno dell'area recintata della sottostazione elettrica in progetto, secondo la disposizione riportata nella specifica tavola grafica allegata.

La figura che segue mostra la disposizione minima tipo per l'impianto previsto rimandando allo specifico elaborato progettuale .

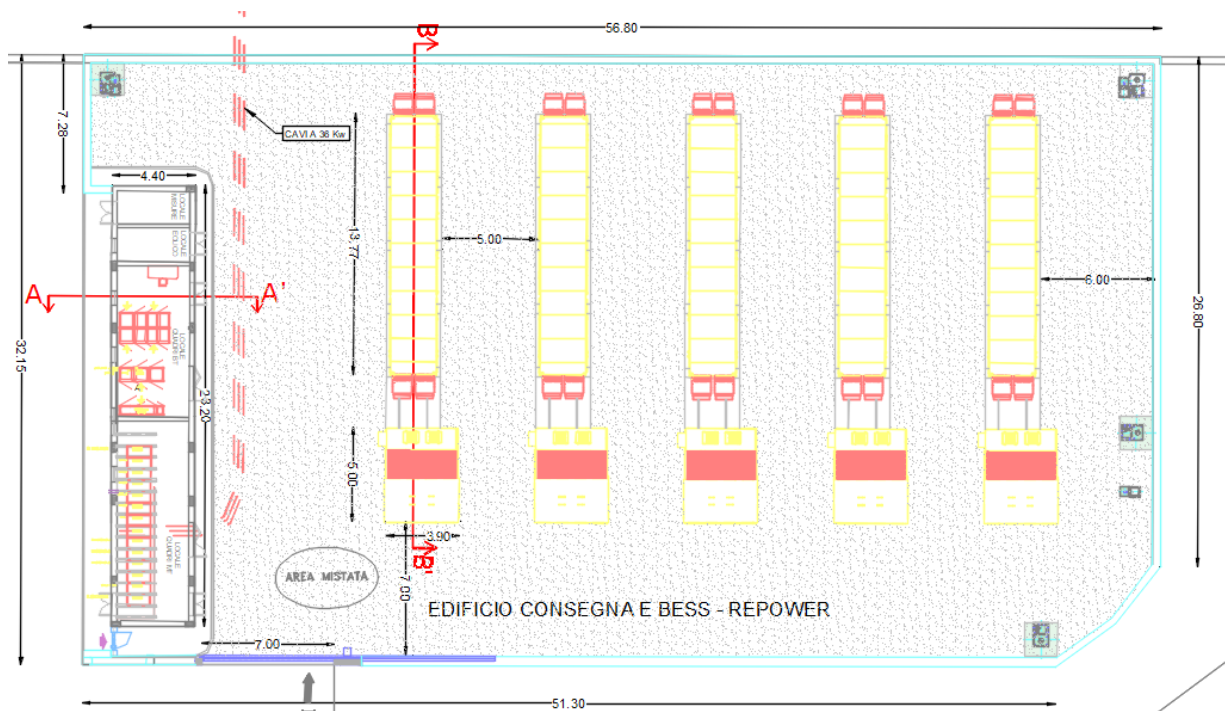


Figura 12 Area Edificio Consegne e BESS

Nei seguenti paragrafi vengono descritti gli elementi sopra indicati. La scelta definitiva del modello e del costruttore avverrà successivamente, al termine dell'iter autorizzativo, in esito ad una ricerca di mercato che sarà condotta tra i diversi principali produttori.

6.5.2. Battery Storage Energy

Ciascuna battery storage energy da 2,06MWh è costituita da più rack battery, ciascun rack battery risulta a sua volta, composto da più moduli di batterie agli ioni di litio costituendo l'unità di accumulo "storage energy".

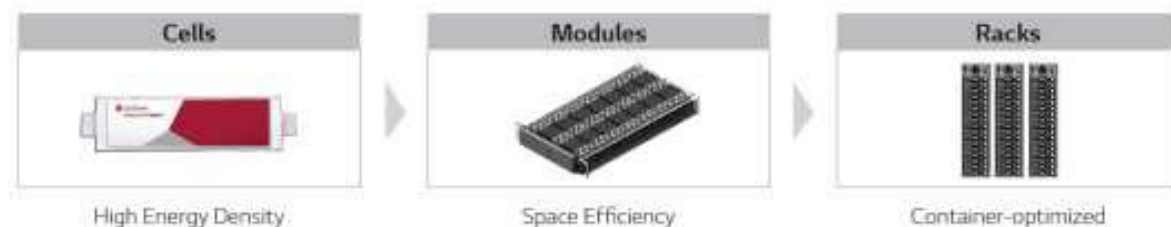


Figura 13 Schema composizione Rack battery

Il monitoraggio e il controllo dello stato del sistema di accumulo sarà svolto dal sistema BESS RIO

UNIT il quale si interfaccerà con i vari BESS PLC CONTROLLER

6.5.3. Power conversion system e Trasformazione BT/36KV

Ciascun convertitore statico, nel seguito PCS (Power conversion system), sarà costituito da ponti bidirezionali reversibili, che impiegheranno IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor). Essendo le batterie adottate, caratterizzate da ampie escursioni di tensione, per l'azionamento saranno impiegati convertitori bidirezionali AC/DC da 2060kVA, 714V – 1000V dc, 440V_{ac} ± 10%, 50 Hz.

In dettaglio le Power Conversion system sarà equipaggiata con:

- Quadro di conversione bidirezionale AC/DC, costituito da:
 - Induttanze e condensatori di spianamento;
 - Filtro LC di rete lato AC;
 - Feltri RFI per la soppressione dei disturbi elettromagnetici;
- Quadro BESS SCADA, contenente il sistema di supervisione, controllo e monitoraggio delle PCS, capace inoltre di interfacciarsi

con il sistema BESS PLC CONTROLLER del sistema di accumulo, garantendo in questo modo il corretto e sicuro

funzionamento del sistema stesso.

- Quadro per l'alimentazione dei servizi ausiliari dei quadri di conversione (es. alimentazione sistemi di comando e controllo, condizionamento etc.);
- Sistemi di apparecchiature di manovra e protezione (interruttori, fusibili etc.), e dispositivi di sicurezza (antincendio, etc.).

Nelle immediate vicinanze di ciascuna PCS sarà installato un trasformatore BT/36KV (36/0,55kV), di taglia pari a 2.1 MVA.

Le regolazioni di potenza attiva e reattiva in assorbimento ed in erogazione verso la rete avvengono all'interno della curva di capability (P, Q) del PCS e nel rispetto delle limitazioni/blocchi provenienti dal sistema BESS SCADA.

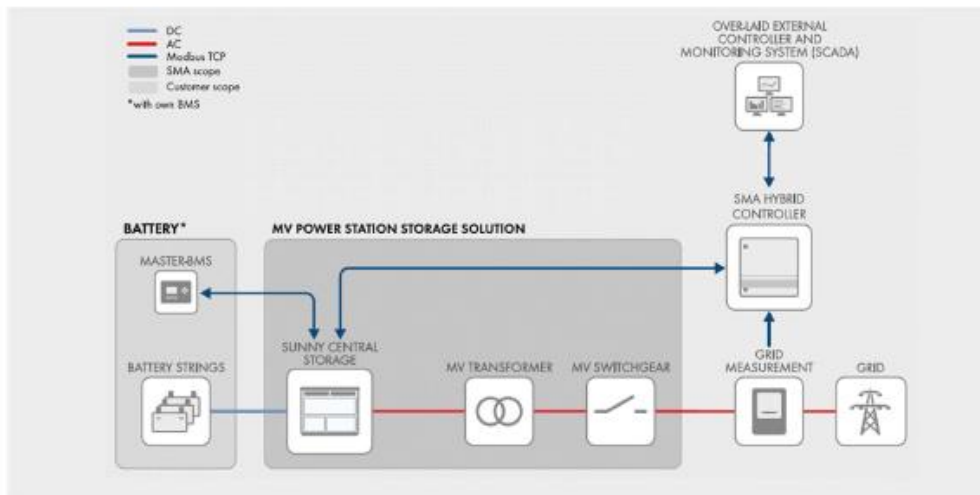


Figura 15

6.5.4. Container

I container considerati in questa fase progettuale, per lo stoccaggio delle batterie al litio e destinati al contenimento degli apparati di potenza un peso (completamente equipaggiato) sarà inferiore a 30t. La temperatura interna sarà costantemente monitorata per garantire le corrette condizioni di lavoro di tutte le apparecchiature. Si riportano qui di seguito le caratteristiche principali:

- Struttura metallica in acciaio, larghezza 5mm per i quattro montanti angolari e 2mm per i restanti;
- I blocchi angolari sono basati su standard ISO per consentire un facile trasporto e sollevamento con normali macchinari;
- Superficie esterna ricoperta da una vernice anticorrosione e la colorazione finale sarà RAL 9010;
- Pareti divisorie interne;
- Ogni stanza sarà equipaggiata con porte stagne antipanico;
- Supporto per manuali, inverter, porta batterie;
- Prese elettriche a servizio della distribuzione interna;
- Illuminazione ordinaria e di emergenza;
- Unità di raffreddamento per la gestione termica dei rack batterie;
- Sistema di allarme dotato di segnalazione ottica-acustica-anomale;
- Sistema di segnalazione e soppressione rivelazione incendi, basato su gas inerte.

7. STAZIONE TERNA (SE) RTN 380/132/36 KV "MALLARE"

7.1. INTRODUZIONE

Il presente capitolo si propone di illustrare in maniera sintetica gli interventi previsti per la connessione alla RTN 380/132/36 kV di un impianto eolico. Lo scopo di immettere nella rete la potenza prodotta dal proprio impianto di produzione da 40,4 MW (30,10MW impianto eolico e 10,30 MW BESS).

La Società Terna, per il collegamento dell'impianto di produzione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) ha indicato con la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG), rilasciata il 29.07.2021, le modalità di connessione.

La citata STMG prevede che l'impianto proposto venga collegato in antenna a 132 kV sulla futura Stazione Elettrica (SE) a 380/132 kV della RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "Magliano – Vado Ligure" esistente.

Successivamente all'accettazione della STMG Terna ha richiesto che la nuova stazione di trasformazione comprendesse anche una sezione a 36 kV secondo i nuovi standard per venire incontro alle esigenze di altri produttori.

La nuova Stazione Elettrica di trasformazione 380/132/36 kV, denominata "Mallare2" sarà del tipo con isolamento in gas (GIS) a doppio sistema di sbarre e parallelo, predisposte per n° 14 stalli AT 132kV di cui 3 stallo per 3 stalli per i trasformatori TR 150/36 kV da 125MVA e n° 08 stalli AT 380kV che sarà allacciata in entra/esci all'elettrodotto aereo "380kV Vado Ligure-Magliano", anch'esso oggetto d'intervento per inserimento di due nuovi tralicci per eseguire l'entra/esci della stazione TERNA.

Pertanto, il presente progetto dell'impianto di connessione comprende le tre parti appena descritte e dato che sono tutte e tre funzionali all'allaccio in rete del parco e del sistema di stoccaggio energia a batterie, sarà inserito interamente all'interno del progetto definitivo di tutto il parco. Di seguito la planimetria con l'ubicazione della stazione Terna 380/132/36 kV.

7.2. PIANTA ELETTROMECCANICA

La nuova Stazione Elettrica di trasformazione 380/132/36 kV, denominata "Mallare2" sarà del tipo con isolamento in gas (GIS) a doppio sistema di sbarre e parallelo, che nella massima estensione sarà costituita da:

Sezione 380 kV

- n° 1 sistema a doppia sbarra isolato in gas a 7 passi di sbarra;
- n° 2 stalli linea in aerea per entra-esci della linea 150 kV "Magliano-Vado Ligure";
- n° 2 stalli per parallelo sbarre;
- n° 2 stalli per i trasformatori TR 380/132 kV da 125MVA
- n°1 stallo per linea futura

Sezione 132 kV

- n° 1 sistema a doppia sbarra isolato in gas a 13 passi di sbarra;
- n° 8 stalli linea
- n° 2 stalli per parallelo sbarre;
- n° 3 stalli per i trasformatori TR 150/36 kV da 125MVA

Sezione 36 kV

La sezione 36 kV sarà ubicata all'interno di un edificio e costituita da scomparti con isolamento in aria e suddivisa in tre distinte sezioni; ciascuna sarà alimentata dai secondari dei trasformatori 132/36 kV, con la possibilità di essere uniti mediante congiuntore. Agli scomparti si attesteranno i cavi a 36 kV provenienti dagli impianti di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile di vari proponenti.

Di seguito si riporta un'immagine del layout della pianta elettromeccanica della stazione ipotizzata, contenente gli elementi minimi indicati da Terna, che si estende per un'area pari a circa 19.936,00 mq(178 x 112 m) comprensiva di una fascia di rispetto di 10 m.

RELAZIONE ELETTRICA

REALIZZAZIONE IMPIANTO EOLICO "CRAVAREZZA"
COMUNI CALICE LIGURE MALLARE ORCO FEGLINO E ALTARE (SV)
PROGETTO DEFINITIVO

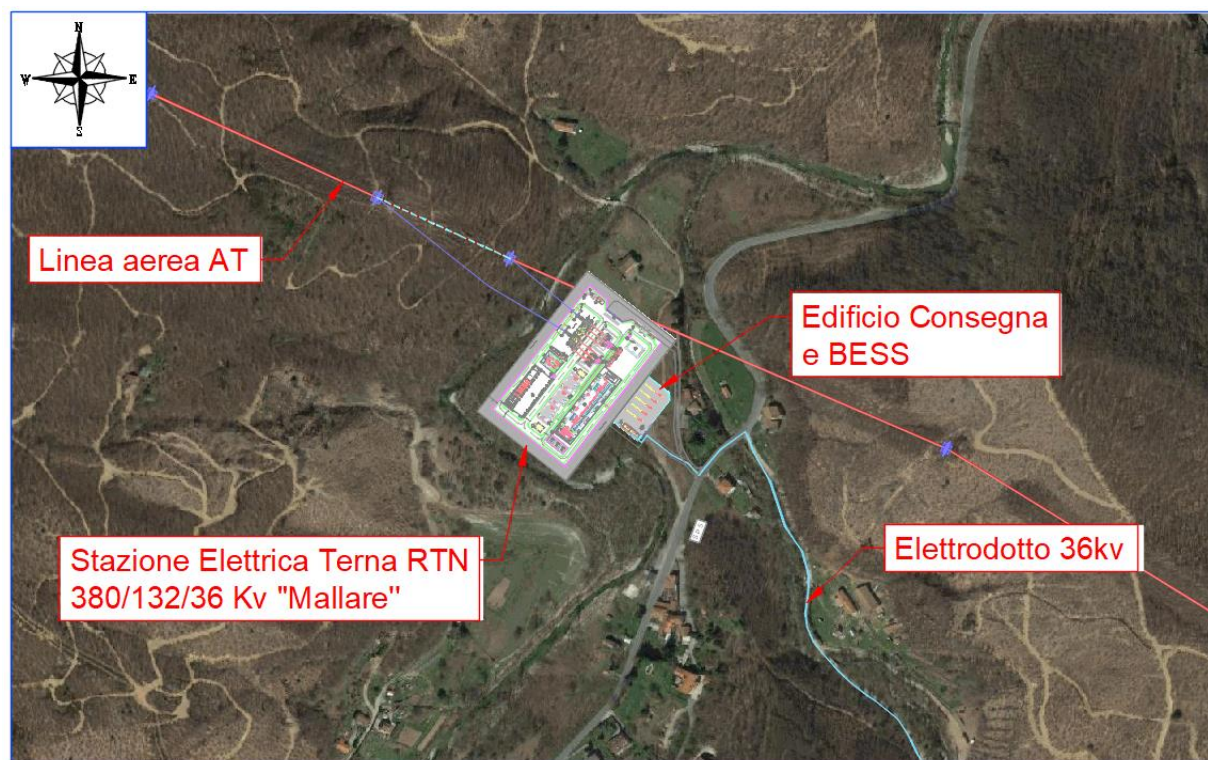
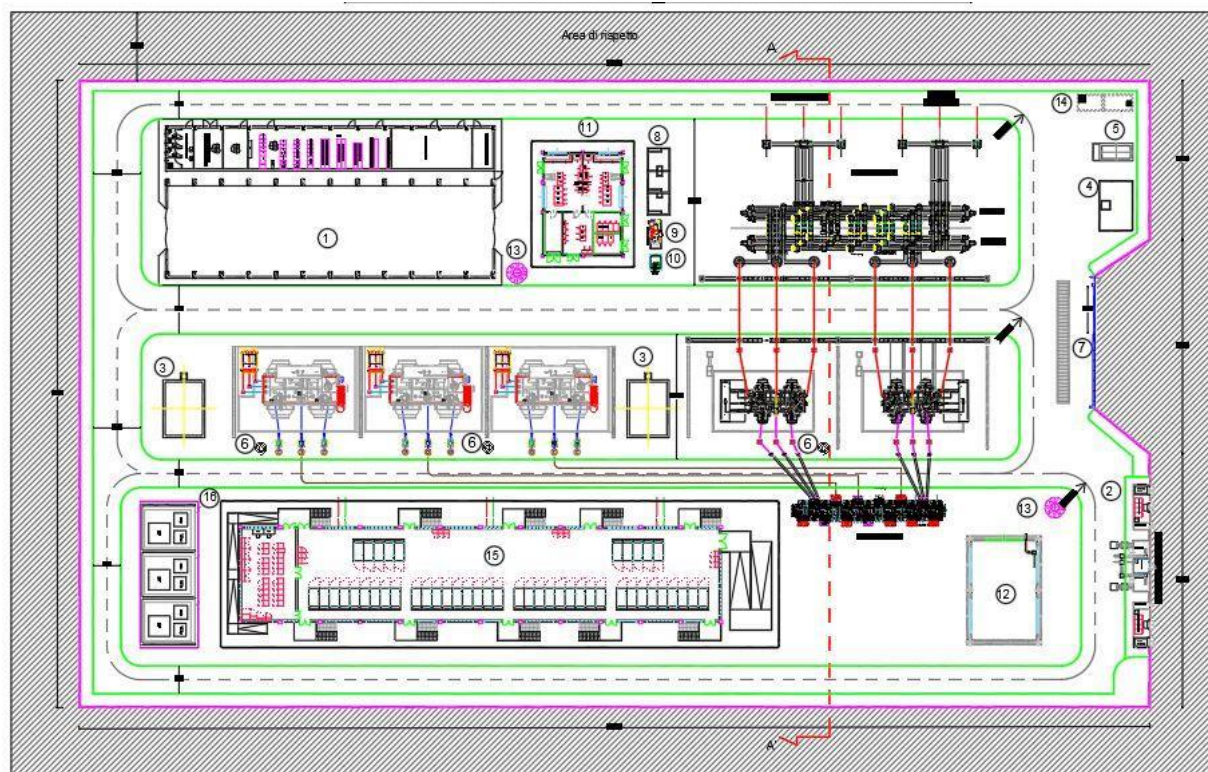


Figura 14 Layout stazione Terna

7.3. UBICAZIONE CATASTALE E ACCESSI ALLA STAZIONE

La stazione di trasformazione denominata "Mallare" sarà ubicata nel comune di Mallare in provincia di Savona su di un'area individuata al N.C.T. di Mallare sulle particelle N.208, 39, 52, 53, 54, 65 del foglio di mappa n°5 di cui alla planimetria catastale cod. 1454_G.4. La stazione interesserà una superficie di circa 19.936 mq (considerando una fascia di rispetto di 10 m).

L'area è sufficientemente pianeggiante e risulta ubicata a poca distanza dal fiume "Bormida di Spigno" la cui vincolistica è stata illustrata nella relazione 1454_R.1_01 "Due Diligence ambientale e relazione descrittiva".

Per accedere alla Stazione Elettrica si utilizzerà una strada comunale per circa 205 metri, che sarà opportunamente adeguata, che si diparte dalla strada provinciale SP5 Mallare-Altare.

7.4. TERRE E ROCCE DA SCAVO

I movimenti di terra per la realizzazione della nuova Stazione Elettrica consisteranno nei lavori civili di preparazione del terreno e negli scavi necessari alla realizzazione delle opere di fondazione (edifici, portali, fondazioni apparecchiature, torri faro, etc.). L'area di cantiere in questo tipo di progetto sarà costituita essenzialmente dall'area su cui insisterà l'impianto. I lavori civili di preparazione, in funzione delle caratteristiche plano-altimetriche e fisico-meccaniche del terreno, consisteranno in uno sbancamento/riporto al fine di ottenere un piano di stazione posta ad una quota preferibilmente superiore del punto più depresso del piano di campagna. La quota di imposta del piano di stazione è a 404 metri s.l.m. stata calcolata in modo da ottimizzare i volumi di scavo e di riporto.

Soluzione	Quota piano stazione m.s.l.m.	Volumi di scavo SSEE mc	Volumi di riporto SSEE mc	Delta tra scavo e riporto mc
1	404,06	10374,67	4869,93	-5504,74

Nel caso il terreno scavato sarà sufficiente a realizzare un piano di stazione senza apportare ulteriore materiale, ma anzi dal bilancio sterro/riporto risulta un surplus di terreno vegetale per circa 5500 m³ da conferire a centro di recupero e/o riutilizzare in sito per migliorie.

Il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e successivamente il suo utilizzo per il riempimento degli scavi e per il livellamento del terreno alla quota finale di progetto, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito. In ogni caso, preventivamente all'esecuzione lavori dovrà essere eseguita la caratterizzazione del terreno.

In caso i campionamenti eseguiti forniscano un esito negativo, il materiale scavato sarà destinato a idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente e il riempimento verrà effettuato con materiale inerte di idonee caratteristiche.

Poiché per l'esecuzione dei lavori non saranno utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e terre, nelle aree a verde, boschive, agricole, residenziali, aste fluviali o canali in cui sono assenti scarichi e in tutte le aree in cui non sia accertata e non si sospetti potenziale contaminazione, nemmeno dovuto a fonti inquinanti diffuse, il materiale scavato sarà considerato idoneo al riutilizzo in sito.

7.5. RACCORDI AEREI 380 KV

Per realizzare il collegamento della stazione di Mallare alla linea esistente "Magliano-Vado Ligure" è stato previsto di poterla inserire tra i sostegni 124 e 126, la cui distanza è di circa 884 metri.

Il sostegno 124 ha un'altezza utile di 21 metri mentre il sostegno 126 ha un'altezza utile di 39 metri.

Il sostegno 125 dovrà essere demolito, così come dovrà essere demolito un tratto di linea di circa 146 metri.

Per realizzare i raccordi dovranno essere inseriti 3 nuovi sostegni e precisamente:

- raccordo lato Vado Ligure il 125/1 che sarà del tipo doppia terna unificato Terna del tipo E di altezza utile 24 della lunghezza di circa 88 metri
- raccordo lato Magliano il 124/1 che sarà del tipo semplice terna unificato Terna del tipo C di altezza utile di 21 metri e il sostegno 124/2 del tipo semplice terna unificato Terna del tipo C di altezza utile di 24 metri

Per quanto riguarda i conduttori attualmente si è riscontrato che la linea esistente è equipaggiata con diverse tipologie di conduttore.

Dalla SE di Magliano fino al sost. 90 e dal sost. 143 fino alla SE di Vado Ligure è presente il conduttore all/acc 31.5 trinato (portata 2310 A) zona B. Il tratto intermedio, in cui sarà ubicata la nuova SE di Mallare, tra il sost. 90 e il sost. 143 è invece equipaggiato con conduttore singolo in all/acc 56.26. Questo conduttore, ai sensi della norma CEI 11-60 ha una portata, in zona B nel periodo freddo, di 1394 A.

Il conduttore all/acc 56.26 mm viene di norma installato in presenza di condizioni atmosferiche particolari che favoriscono il fenomeno della "galaverna" con formazioni di manicotti di ghiaccio ben superiori a quelli che prevede l'unificazione Terna. Tale conduttore, in queste condizioni viene installato con un tiro in EDS di circa il 10% del carico di rottura da cui un parametro in EDS di circa 900 m.

E' stato previsto di utilizzare per i raccordi ancora il conduttore 56,25 mm anche se è in corso una campagna che prevede la sostituzione a tappeto dei conduttori da 56,26 mm con un nuovo conduttore termoresistente denominato "Anaconda" che dovrebbe equiparare la portata del tratto con conduttore singolo a quella del tratto trinato.

7.6. COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA

Per quanto riguarda la stazione elettrica questa è normalmente esercita in tele conduzione e pertanto non è prevista la presenza di personale, se non per interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria.

La stazione elettrica prevede il rispetto, all'interno del perimetro di stazione, dei valori di campo elettrico e magnetico previsti dalla normativa statale vigente di riferimento per la valutazione dell'esposizione di tipo professionale dei lavoratori (limiti di cui al D.lgs. 81/08). Il rispetto di tali limiti è garantito mediante l'applicazione del PROGETTO UNIFICATO TERNA. All'interno del perimetro di stazione invece vengono rispettati tutti i limiti previsti dal DPCM 08/07/2003 per la tutela della popolazione nei confronti dell'esposizione al campo elettrico e magnetico, riconducibile a quello generato dalle linee entranti in stazione.

Per i raccordi aerei a 380 kV è stata fatta una valutazione dei campi elettrici e magnetici in particolare per la presenza di una costruzione adibita ad abitazione che risulta posizionata a breve distanza dall'elettrodotto come risulta dagli elaborati grafici allegati di altezza al colmo di circa 8,5 metri; in pianta la distanza dall'asse linea risulta di circa 34 metri.

Come è stato detto nel capitolo precedente attualmente la linea è equipaggiata con conduttore singolo in all/acc 56.26 mm che ha una portata, in zona B nel periodo freddo, di 1394 A.

Tuttavia, i calcoli per la verifica dell'induzione sono stati fatti alla corrente di 2310 A prevedendo la sostituzione dei conduttori esistenti con quelli del tipo "Anaconda" equiparabili a quelli trinati.

RELAZIONE ELETTRICA

REALIZZAZIONE IMPIANTO EOLICO "CRAVAREZZA"

COMUNI CALICE LIGURE MALLARE ORCO FEGLINO E ALTARE (SV)

PROGETTO DEFINITIVO

Poiché l'abitazione ricade all'interno della DPA di $3\mu\text{T}$, per la valutazione dei campi elettromagnetici è stato utilizzato il programma di calcolo CAMEL ver.7 che è stato sviluppato dal CESI per conto di Terna che permette di effettuare i calcoli in 3D.

E' risultato che in queste condizioni l'induzione massima al colmo dell'abitazione è pari a circa 2,79

μT inferiore al limite di legge.