

REGIONE SICILIA

Provincia di Trapani

COMUNE DI SALEMI

PROGETTO

POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI



PROGETTO ESECUTIVO

COMMITTENTE

ERG Wind Energy



PROGETTISTA:



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



OGGETTO DELL'ELABORATO:

RELAZIONE ELETTRICA

CODICE PROGETTISTA	DATA	SCALA	FOGLIO	FORMATO	CODICE DOCUMENTO				
	05/2023		1 di 43	A4	IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.
					SLM	EXE	REL	0003	00

NOME FILE: SLM-EXE-REL-0003_00.doc

ERG Wind Energy S.r.l. si riserva tutti i diritti su questo documento che non può essere riprodotto neppure parzialmente senza la sua autorizzazione scritta.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	2
SLM	EXE	REL	0003	00		

Storia delle revisioni del documento

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	05/2023	Prima emissione	MG	GL	DG

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	3
SLM	EXE	REL	0003	00		

1.	PREMESSA	5
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3.	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	8
3.1.	RIFERIMENTI CARTOGRAFICI	8
3.2.	OPERE IN PROGETTO	11
3.3.	LAYOUT IMPIANTO	12
3.4.	AEROGENERATORI	13
4.	SOTTOSTAZIONE	16
4.1.	POTENZA COMPLESSIVA E SOTTOCAMPI	18
4.2.	SCHEMA ELETTRICO	18
5.	LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO	20
6.	DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DELLE LINEE MT	21
6.1.	CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE	21
6.2.	CALCOLO DELLE PORTATE	21
6.2.1.	DATI TECNICI DEL CAVO UTILIZZATO	22
6.2.1.	TEMPERATURA DEL TERRENO	22
6.2.2.	NUMERO DI TERNE PER SCAVO	23
6.2.3.	POSA DIRETTAMENTE INTERRATA	23
6.2.4.	PROFONDITÀ DI POSA	24
6.2.5.	RESISTIVITÀ TERMICA DEL TERRENO	24
6.2.6.	TABULATI DI CALCOLO	24
7.	OPERE CIVILI CAVIDOTTI	26
7.1.1.	INTERFERENZE DELL'OPERA CON SOTTOSERVIZI E RETICOLO IDRAULICO	31
8.	ANALISI DEL RISCHIO DI ELETTROCUZIONE	33
8.1.	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI	33
8.2.	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	34
8.3.	PROTEZIONI CONTRO LE FULMINAZIONI DIRETTE	35
9.	SISTEMA DI MESSA A TERRA DEGLI SCHERMI CAVI MT	36
9.1.	SISTEMI DI MESSA A TERRA ADOTTATI	36
10.	FIBRA OTTICA DI COLLEGAMENTO	40
11.	SISTEMA DI TERRA	41
12.	STAZIONE DI TRASFORMAZIONE AT/MT	43
12.1.	UBICAZIONE E VIABILITÀ DI ACCESSO	43
12.2.	STATO ATTUALE DELLA SOTTOSTAZIONE	44
12.3.	MODIFICHE ALLA SOTTOSTAZIONE	45
12.4.	DIMENSIONAMENTI	46
12.4.1.	TRASFORMATORE DI POTENZA AT/MT	46
12.4.2.	MASSIMI LIVELLI DI CORTO CIRCUITO	46
12.4.3.	ISOLAMENTI	47
12.5.	DESCRIZIONE DEL NUOVO SISTEMA DI POTENZA	48
12.5.1.	INTERVENTI SUGLI APPARATI ESISTENTI	48
12.5.1.1	SEZIONATORE CON LAME DI TERRA AT	48
12.5.1.2	TRASFORMATORI DI TENSIONE	49
12.5.1.3	INTERRUTTORE AT	50
12.5.2.	TRASFORMATORI DI CORRENTE	50
12.5.3.	TRASFORMATORE DI POTENZA	51

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	4
SLM	EXE	REL	0003	00		

12.5.4.	QUADRO DI MEDIA TENSIONE.....	52
12.6.	SISTEMA DI PROTEZIONE, COMANDO E CONTROLLO SPCC.....	56
12.7.	SERVIZI AUSILIARI	56
12.8.	RETE DI TERRA	57
12.9.	OPERE CIVILI	58
12.9.1.	AREE ESTERNE.....	58
12.9.2.	EDIFICIO	58

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	5
SLM	EXE	REL	0003	00		

1. PREMESSA

La società Erg Wind Energy a r.l., avente sede legale presso Torre WTC, Via De Marini 1, 16149 Genova è stata autorizzata ai sensi dell'art.12, comma3 del D.lgs. 29/12/2003 n.387 e s.m.e.i , allo smantellamento dei 10 aerogeneratori esistenti e alla realizzazione e all'esercizio di un nuovo impianto eolico di potenza complessiva pari a 21,00 MW, da realizzarsi nel Comune di Salemi (TP) , costituito da cinque aerogeneratori aventi potenza ciascuno di 4,20 MW (contraddistinti dalle sigle R-SA00, R-SA01, R-SA02, R-SA03 ed R-SA04) e dalle opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto stesso tra cui anche le opere per la connessione alla rete elettrica.

La presente relazione tecnica specialistica ha per oggetto la descrizione e il dimensionamento degli impianti elettrici previsti nell'ambito delle opere in progetto. Nel seguito della relazione si darà in particolare descrizione dei generatori elettrici e delle linee elettriche in MT di collegamento fra gli aerogeneratori e la sottostazione elettrica.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	6
SLM	EXE	REL	0003	00		

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

- 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";
- 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;

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	7
SLM	EXE	REL	0003	00		

- 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.
- Norma CEI 211-4/1996 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”;
- Norma CEI 211-6/2001 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo”
- DM 29/05/2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”.
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	8
SLM	EXE	REL	0003	00		

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

3.1. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

L'impianto potenziato insisterà nel territorio del Comune di Salemi ove saranno installati nuovi cinque aerogeneratori da 4.20 MW, aventi le seguenti sigle R-SA00, R-SA01, R-SA02, R-SA03, R-SA04.

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_I_SE-Calatafimi; 257_I_SO-Vita; 257_II_NE-S. Ninfa, 257_II_NO-Salemi.
- Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, fogli n° 606090, n° 606100, n°606110, n°606130, n°606140, n°606150.
- Fogli di mappa catastale del Comune di Salemi n°42, 43, 44, 45, 35, 36, 85, 51.

Di seguito le coordinate assolute nel sistema UTM 33 WGS84 dei nuovi aerogeneratori:

COORDINATE ASSOLUTE ASSI AEROGENERATORI NEL SISTEMA UTM 33 WGS84			
WTG	E	N	MODEL
R-SA00	300428	4190846	H=180
R-SA01	301018	4190912	H=180
R-SA02	301446	4190978	H=180
R-SA03	301880	4190906	H=180
R-SA04	302307	4190814	H=180

Tabella 1– Tabella con le coordinate assolute degli assi aerogeneratori

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	9
SLM	EXE	REL	0003	00		

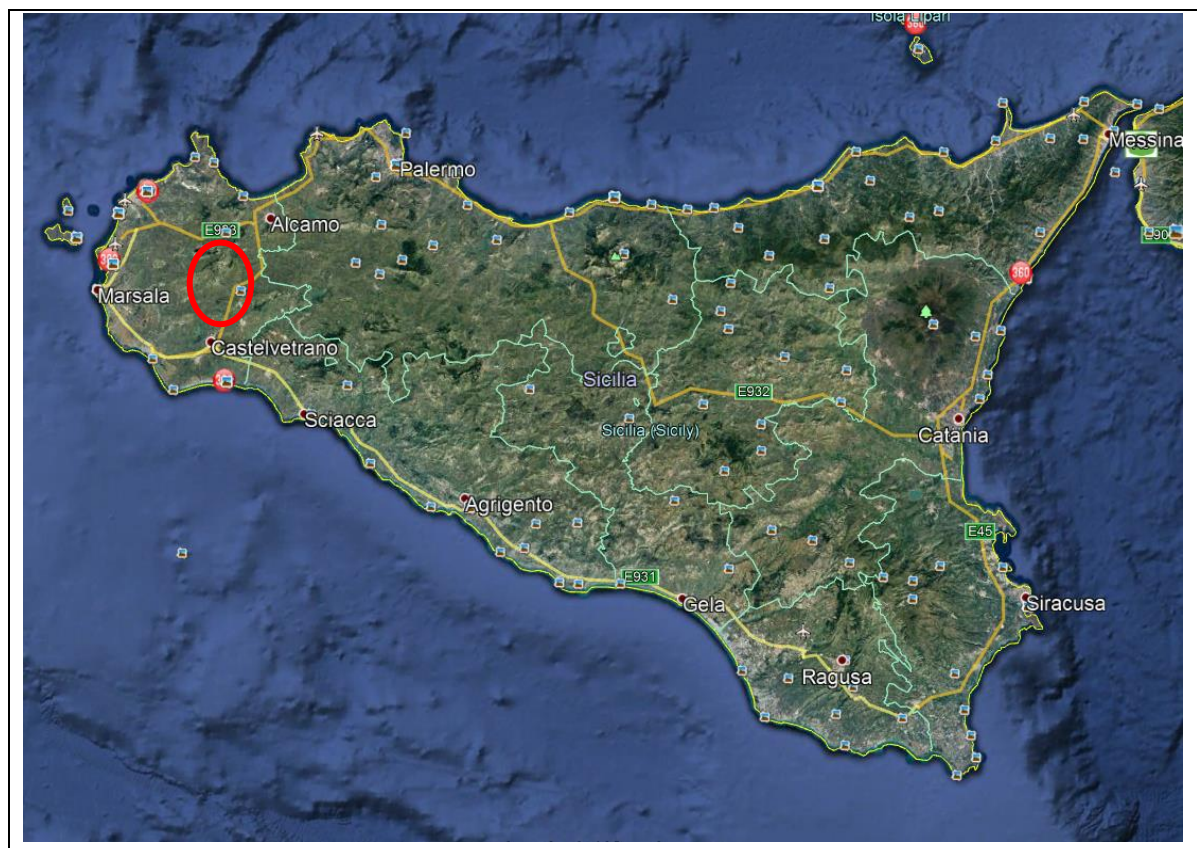


Fig. 1- Ubicazione area di impianto da satellite

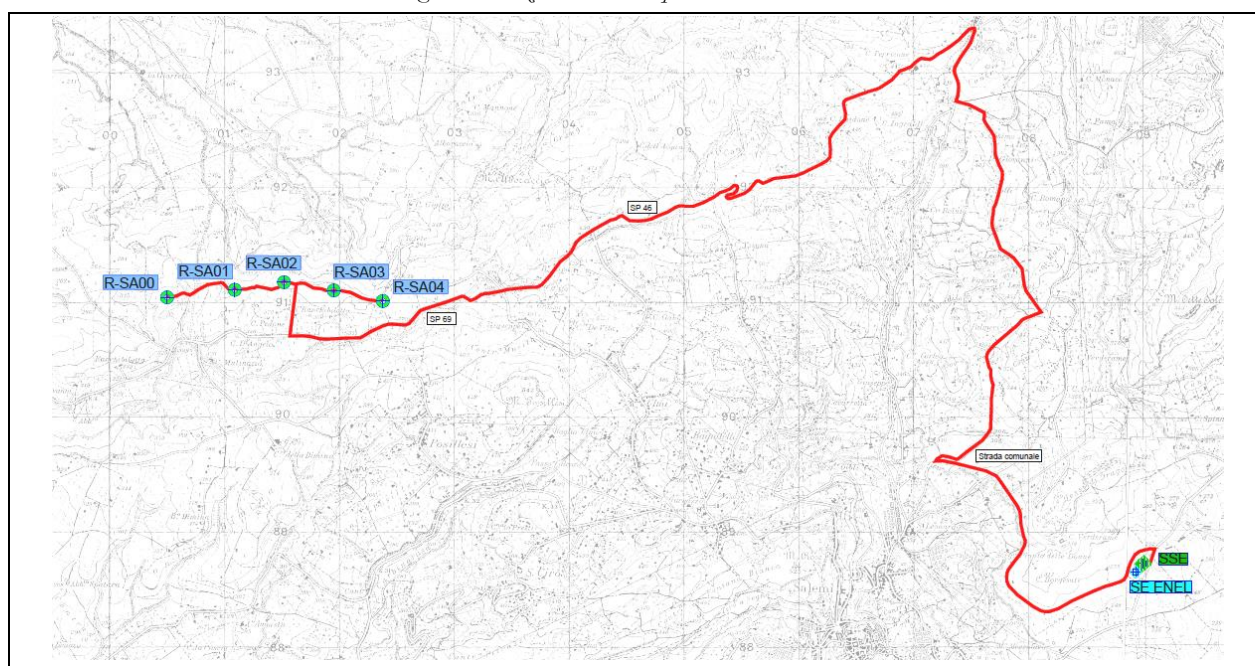


Fig. 2- Inquadramento impianto Salemi su IGM 1:25.000

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	10
SLM	EXE	REL	0003	00		



Fig. 3- Inquadramento impianto Salemi su ortofoto

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	11
SLM	EXE	REL	0003	00		

3.2. OPERE IN PROGETTO

L'impianto eolico potenziato è composto da 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.

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.

Diversamente dall'attuale impianto, non saranno necessarie cabine elettriche prefabbricate a base torre, in quanto le apparecchiature saranno direttamente installate all'interno della navicella della torre di sostegno dell'aerogeneratore. Questo comporterà un minore impatto dell'impianto con il paesaggio circostante.

All'interno della torre saranno installati:

- *l'arrivo cavo BT (690 V) dal generatore eolico al trasformatore*
- *il trasformatore MT-BT (0,69/30)*
- *il sistema di rifasamento del trasformatore*
- *la cella MT (30 kV) di arrivo linea e di protezione del trasformatore*
- *il quadro di BT (690 V) di alimentazione dei servizi ausiliari*
- *quadro di controllo locale.*

L'impianto Eolico sarà costituito da n° 5 nuovi aerogeneratori da 4.2 MW nel comune di Salemi per una potenza massima installabile di 21.0 MW.

Per la sua realizzazione sono quindi da prevedersi le seguenti opere ed infrastrutture:

- dismissione delle 10 torri eoliche esistenti (ERG Wind Sicilia Energy)
- opere civili: comprendenti l'esecuzione dei plinti di fondazione delle macchine eoliche, la realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori, l'adeguamento/ampliamento della rete viaria esistente nel sito e la realizzazione della viabilità di servizio interna all'impianto;
- opere impiantistiche: comprendenti l'installazione degli aerogeneratori e l'esecuzione dei collegamenti elettrici in cavidotti interrati tra i singoli aerogeneratori, tra gli aerogeneratori e la sottostazione di consegna esistente.

Tutte le opere in conglomerato cementizio armato e quelle a struttura metallica sono state progettate e saranno realizzate secondo quanto prescritto dalle Norme Tecniche vigenti relative alle leggi sopracitate, così pure gli impianti elettrici.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	12
SLM	EXE	REL	0003	00		

3.3. LAYOUT IMPIANTO

Gli aerogeneratori sono stati posizionati come descritto negli elaborati grafici di progetto; gli aerogeneratori sono contraddistinti dalle sigle

- R-SA00, R-SA01, R-SA02, R-SA03, R-SA04 per i cinque aerogeneratori ricadenti nel Comune di Salemi;

Presso le postazioni degli aerogeneratori sono previste piazzole di montaggio collegate da una viabilità d'impianto. I dispositivi elettrici di trasformazione BT/MT degli aerogeneratori saranno alloggiati all'interno delle Navicelle. Pertanto, non sono previste costruzioni di cabine di macchina.

Di seguito il layout dell'impianto sovrapposto alla carta regionale tecnica.

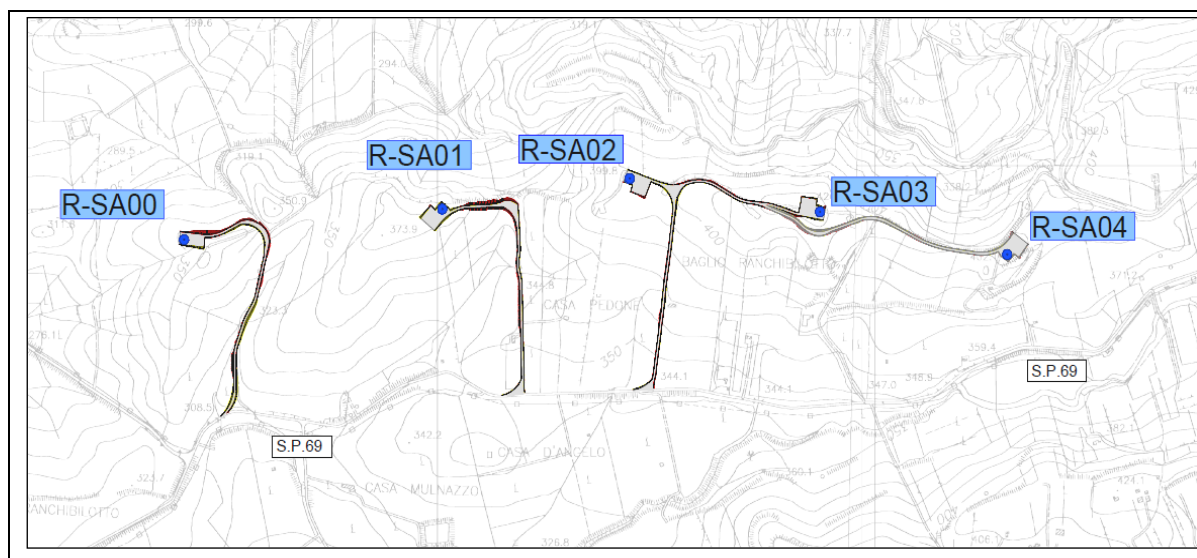


Fig. 4 - Layout Salemi su CTR

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	13
SLM	EXE	REL	0003	00		

3.4. AEROGENERATORI

L'aerogeneratore è una macchina che sfrutta l'energia cinetica posseduta del vento, per la produzione di energia elettrica, descritta nell'elaborato *"Tipico aerogeneratore SLM-EXE-TAV-0031_00"*.

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 4200 KW (Vestas V136), le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

- **rotore tripala a passo variabile**, di diametro di massimo 136 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 112,00 m.

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

Si tratta di aerogeneratori di tipologia già impiegata estensamente in altri parchi italiani/UE, che consentono il miglior sfruttamento della risorsa vento e che presentano garanzie specifiche dal punto di vista della sicurezza (così come si dimostrerà in vari altri documenti: piano di produzione, studio di gittata etc.);

La turbina 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 consiste nell'utilizzo di una luce rossa da installare sull'estradosso della navicella dell'aerogeneratore.

Le turbine di inizio e fine tratto avranno 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

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	14
SLM	EXE	REL	0003	00		

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.

Generalmente, una moderna turbina eolica entra in funzione a velocità del vento di circa 3-5 m/s e raggiunge la sua potenza nominale a velocità di circa 10-14 m/s. A velocità del vento superiori, il sistema di controllo del passo inizia a funzionare in maniera da limitare la potenza della macchina e da prevenire sovraccarichi al generatore ed agli altri componenti elettromeccanici. A velocità di circa 22-25 m/s il sistema di controllo orienta le pale in maniera tale da mandare il stallo il rotore e da evitare forti sollecitazioni e danni meccanici e strutturali. L'obiettivo è quello di far funzionare il rotore con il massimo rendimento possibile con velocità del vento comprese tra quella di avviamento e quella nominale, di mantenere costante la potenza nominale all'albero di trasmissione quando la velocità del vento aumenta e di bloccare la macchina in caso di venti estremi. Il moderno sistema di controllo del passo degli aerogeneratori permette di ruotare singolarmente le pale intorno al loro asse principale; questo sistema, in combinazione con i generatori a velocità variabile, ha portato ad un significativo miglioramento del funzionamento e del rendimento degli aerogeneratori.

La frenatura è effettuata regolando l'inclinazione delle pale del rotore ad un angolo di 91°. Ciascuno dei tre dispositivi di regolazione dell'angolo delle pale del rotore è completamente indipendente. In caso di un guasto del sistema di alimentazione, i motori a corrente continua sono alimentati da accumulatori che ruotano con il rotore. L'impiego di motori a corrente continua permette, in caso di emergenza, la connessione in continua degli accumulatori, senza necessità di impiego di inverter. Ciò costituisce un importante fattore di sicurezza, se confrontato coi sistemi pitch, progettati in corrente alternata. La torsione di una sola pala è sufficiente per portare la turbina in un range di velocità nel quale la turbina non può subire danni. Ciò costituisce un triplice sistema ridondante di sicurezza. Nel caso in cui uno dei sistemi primari di sicurezza si guasti, si attiva un disco meccanico di frenatura che arresta il rotore congiuntamente al sistema di registrazione della pala.

I sistemi frenanti sono progettati per una funzione "fail-safe"; ciò significa che, se un qualunque componente del sistema frenante non funziona correttamente o è guasto, immediatamente l'aerogeneratore si porta in condizioni di sicurezza.

Gli aerogeneratori hanno una vita utile di circa 30 anni, al termine dei quali è necessario provvedere al loro smantellamento ed eventualmente alla loro sostituzione con nuovi aerogeneratori.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	15
SLM	EXE	REL	0003	00		

La fase di decommissioning avverrà con modalità analoghe a quanto descritto per la fase di installazione.

Le componenti elettriche (trasformatore, quadri elettrici, ecc) verranno quindi smaltite, in accordo con la direttiva europea (WEEE - Waste of Electrical and Electronic Equipment); le parti in metallo (acciaio e rame) e in plastica rinforzata (GPR) potranno invece essere riciclate.

AEROGENERATORE D136m - Htot180m - HH112m

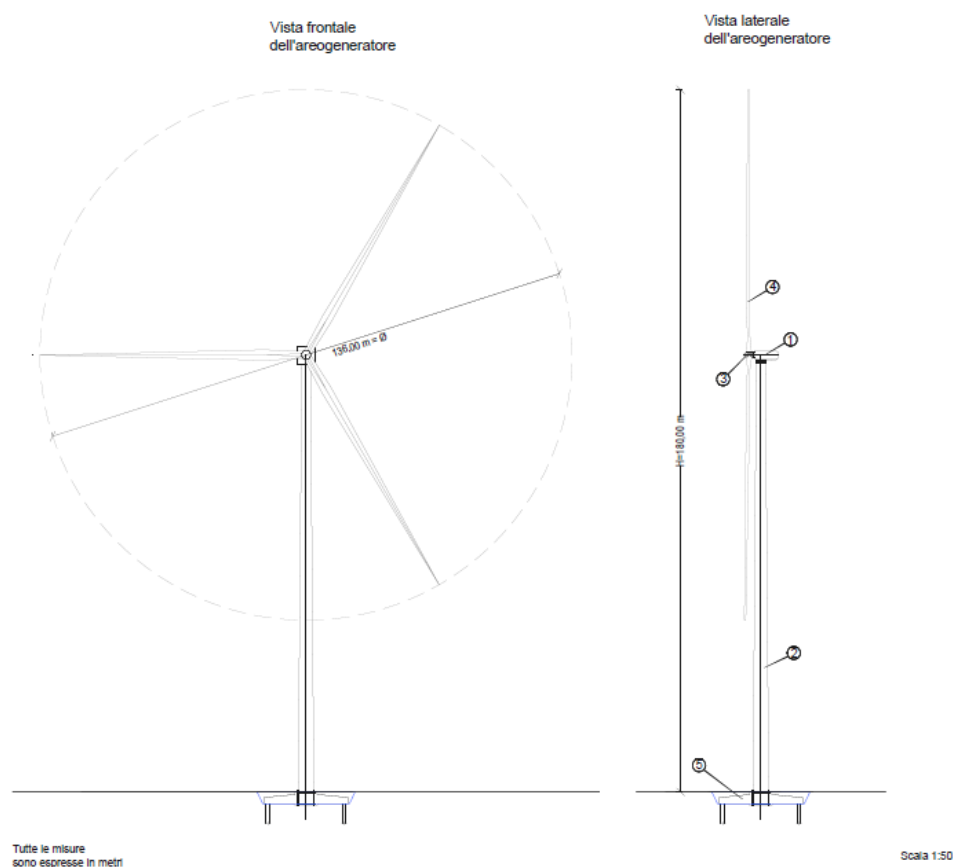


Fig. 5- Schema tipo aerogeneratore

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	16
SLM	EXE	REL	0003	00		

4. SOTTOSTAZIONE

Il parco eolico in progetto convoglierà l'energia prodotto verso la Sottostazione Elettrica di Utente esistente, sita nel Comune di Salemi (TP), connessa alla rete di trasmissione nazionale.

Allo stato attuale, la sottostazione elettrica esistente riceve le linee provenienti dagli aerogeneratori esistenti a 21kV, presso l'edificio quadri MT, dove sono presenti gli scomparti di protezione, sezionamento e misura.

Successivamente, l'energia collettata viene innalzata al livello di tensione della rete RTN 150kV, tramite un trasformatore 150/21 kV della potenza di 40 MVA.

Dal trasformatore si diparte lo stallo AT, costituito da organi di misura, protezione e sezionamento in AT isolati in aria, fino a giungere al punto di connessione con l'adiacente cabina primaria Enel, attraverso un sistema di sbarre aeree.

Considerato il differente livello di tensione della sezione MT, che passa dagli attuali 21 kV ai futuri 30 kV, e anche se la potenza complessiva proveniente dagli aerogeneratori, dagli attuali 25,5 MW ai futuri circa 21,0 MW rimane simile, si rende necessario un intervento di manutenzione straordinaria della SSEU esistente, per adeguarla alle nuove caratteristiche elettriche del parco eolico.

Saranno pertanto oggetto di dismissione le seguenti componenti:

- Quadri MT 21kV
- Trasformatore MT/BT 21/0,230 kV servizi ausiliari
- Banchi di rifasamento 20kV
- Trasformatore AT/MT 150/21 kV

Verrà invece mantenuto l'edificio esistente presso la sottostazione, comprensivo degli impianti ausiliari al suo interno, nonché le apparecchiature AT 150 kV (scaricatori, TA, TV, interruttori, sezionatori) poste in esterno.

Nella sua nuova configurazione, la sottostazione elettrica di utente manterrà il collegamento alla limitrofa stazione Enel 150 kV attraverso il sistema di sbarre aeree esistente.

La sezione di impianto AT di utente sarà così composta:

- n. 1 Sezionatore tripolare orizzontale 145-170kV con lame di messa a terra e comando motorizzato (*esistente*)
- n. 3 Trasformatore di tensione capacitivo CPA170 con N°3 prestazioni (PROTEZIONI) (*esistente*)
- n. 3 Trasformatori di tensione induttivo UTE170 con N°1 prestazione (MISURE) (*esistente*)

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	17
SLM	EXE	REL	0003	00		

- n. 3 Trasformatori di corrente TG 170 con N°4 prestazioni (MISURE E PROTEZIONI) *(esistente)*
- n. 3 Interruttori tripolare LTB D1 170kV *(esistente)*
- n. 3 Scaricatori con contascariche EXLIM Q144-EH170 *(esistente)*
- n. 1 nuovo trasformatore AT/MT 150/30 kV della potenza di 25/30 MVA *(di nuova installazione)*

L'impianto sarà completato dalla sezione MT/BT, la quale sarà composta da:

- n. 1 quadri MT generale 30kV, completo 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

Per maggiori dettagli circa la SSEU si rimanda al progetto della Stazione Utente.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	18
SLM	EXE	REL	0003	00		

4.1. POTENZA COMPLESSIVA E SOTTOCAMPI

Il parco eolico avrà una potenza complessiva di circa 21,00 MW (5 aerogeneratori da 4,20 MW).

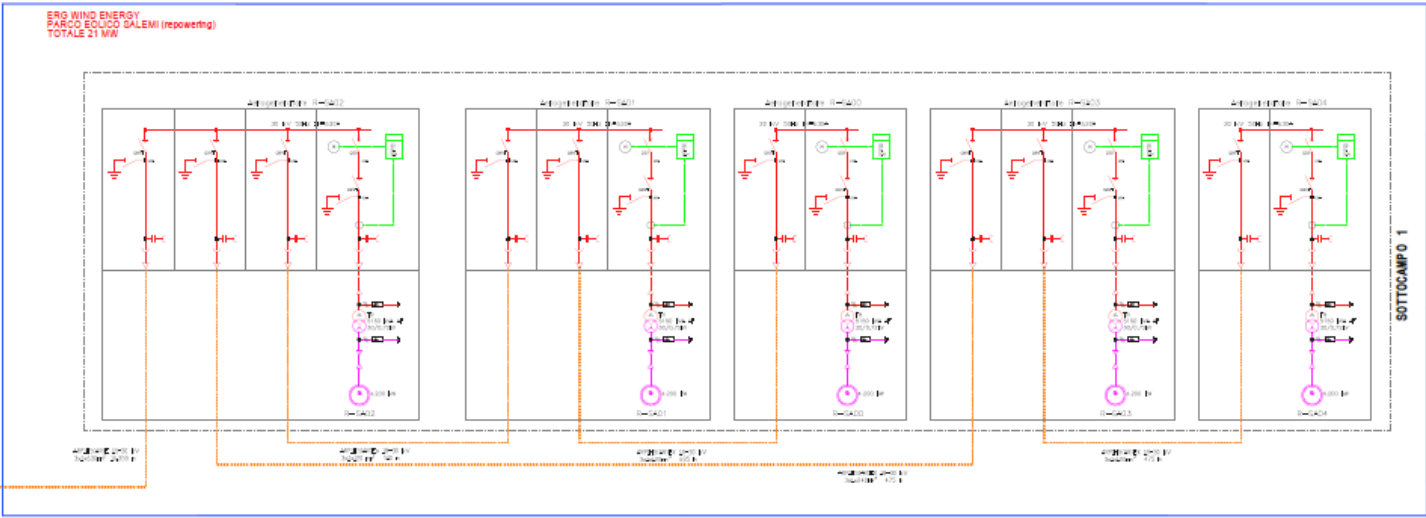
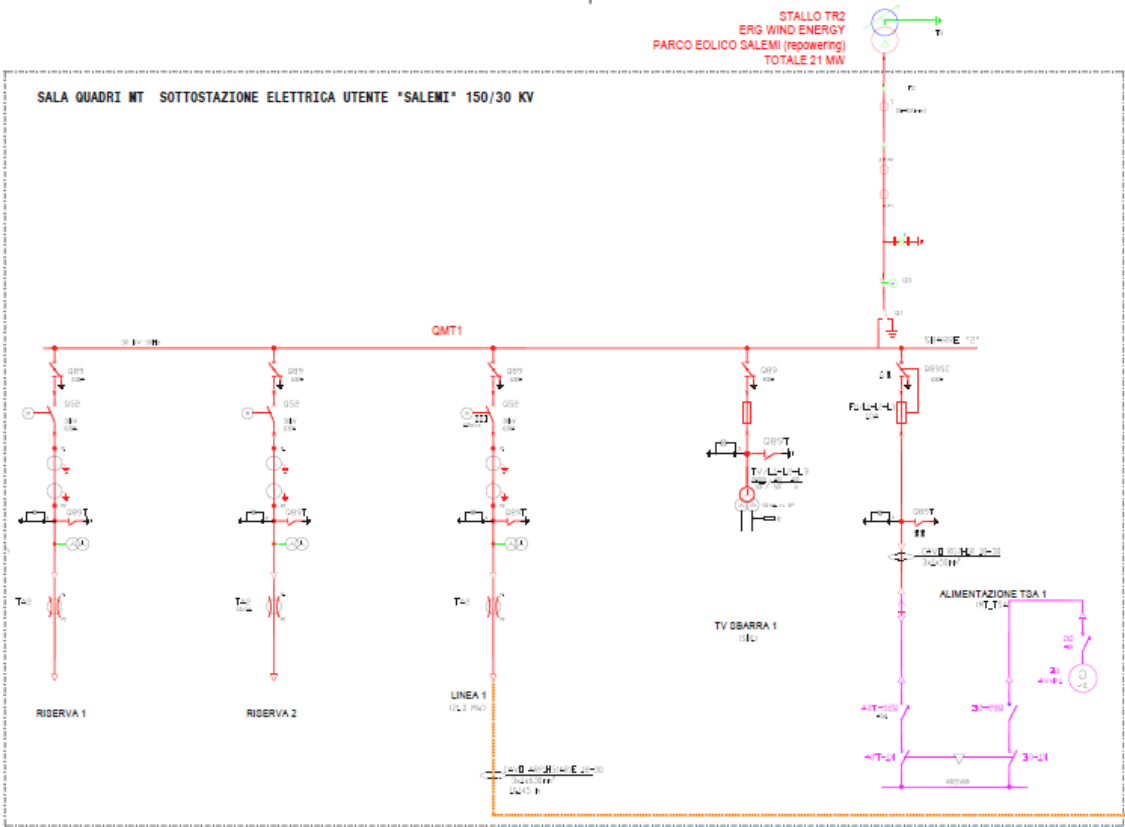
Dal punto di vista elettrico, gli aerogeneratori sono raggruppati costituendo così un sottocampo, come di seguito meglio rappresentato.

Sottocampo	Aerogeneratori	Potenza	Comune
LINEA 1	R-SA04 – R-SA03 R-SA02 - R-SA01 - R-SA00	21,0 MW	Salemi

4.2. 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 agli SLM-EXE-TAV-0036_00.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	19
SLm	EXE	REL	0003	00		



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	20
SLM	EXE	REL	0003	00		

5. LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO

L'intero sistema di distribuzione dell'energia dagli aerogeneratori verso la SSEU 150/30kV è articolato su un'unica linea elettrica, con un livello di tensione pari a 30 kV, la quale confluisce sul quadro generale MT 30 kV della Sottostazione Elettrica di Utente.

Dall'aerogeneratore capofila R-SA02, infatti, si diparte una linea elettrica di vettoriamento in cavo interrato MT 30 kV, di sezione pari a 630 mm².

Analogamente, gli aerogeneratori interni al sottocampo 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 sottocampi che per la connessione alla SSE, saranno del tipo schermato, con conduttore in alluminio, con formazione a trifoglio elicordato, o equivalente. Nella tabella che segue si riporta il dettaglio delle linee elettriche di collegamento. Nella tabella che segue si riporta il dettaglio delle linee elettriche di collegamento.

LINEA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]
LINEA 1	R-SA04	R-SA03	3x1x120	475	4,2
	R-SA03	R-SA02	3x1x240	475	8,4
	R-SA00	R-SA01	3x1x120	695	4,2
	R-SA01	R-SA02	3x1x240	510	8,4
	R-SA02	SSE	3x1x630	16355	21
POTENZA COMPLESSIVA					21,000

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 SLM-EXE-TAV-0035_00.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	21
SLM	EXE	REL	0003	00		

6. DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DELLE LINEE MT

Il dimensionamento dei cavi è stato eseguito 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.

6.1. CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE

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

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

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

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

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

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

6.2. 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:

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

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	22
SLM	EXE	REL	0003	00		

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

6.2.1. Dati tecnici del cavo utilizzato

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

Si tratta di cavi unipolari riuniti in elica visibile, con conduttori in alluminio, congiunti in maniera da formare un unico fascio di forma rotonda. L'isolante dei cavi è costituito da mescola in elastomero termoplastico HPTE, e fra esso e il conduttore è interposto uno strato di mescola estrusa. Il cavo presenta uno schermo metallico realizzato con nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale. Sopra lo schermo metallico è presente una guaina protettiva in polietilene DMP. La tensione nominale dei cavi è pari a 30kV.

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

Sezione	Resistenza di fase [Ω / km]	Reattanza di fase [Ω / km]	Portata nominale [A]
120 mm ²	0,333	0,13	290
240 mm ²	0,165	0,11	428
630 mm ²	0,074	0,099	725

6.2.1. Temperatura del terreno

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

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

	Cavi con isolamento in EPR			
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 **$K_1 = 0,96$** .

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	23
SLM	EXE	REL	0003	00		

6.2.2. 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 sicurezza rispetto alle effettive condizioni di esercizio. La tabella che segue mostra per ciascuna tratta la consistenza dei parallelismi.

LINEA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]	N. circuiti nella sez. di scavo
LINEA 1	R-SA04	R-SA03	3x1x120	475	4,2	2
	R-SA03	R-SA02	3x1x240	475	8,4	2
	R-SA00	R-SA01	3x1x120	695	4,2	2
	R-SA01	R-SA02	3x1x240	510	8,4	2
	R-SA02	SSE	3x1x630	16355	21	2
POTENZA COMPLESSIVA					21,000	

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	3
Coefficiente	1,00	0,90	0,85

6.2.3. Posa direttamente interrata

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

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

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	24
SLM	EXE	REL	0003	00		

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

6.2.4. 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 EPR			
Profondità posa (m)	0,8	1,0	1,2	1,1 (interpolazione)
Coefficiente	1,00	0,98	0,96	0,97

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

6.2.5. Resistività termica del terreno

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

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

6.2.6. 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.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	25
SLM	EXE	REL	0003	00		

[illegible]

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	26
SLM	EXE	REL	0003	00		

7. OPERE CIVILI CAVIDOTTI

Come anticipato, il parco eolico in argomento è così composto:

- N. 13 aerogeneratori Vestas V136-4,2 MW HH 112 m, ciascuno dei quali comprendente un generatore asincrono trifase ($P = 4200 \text{ kW}$).
- Un elettrodotto di vettoriamento, costituito da più terne di cavi in Media Tensione, MT, a 30 kV, fino alla sottostazione elettrica.

Dal punto di vista elettrico, gli aerogeneratori sono raggruppati costituendo così un sottocampo, come di seguito meglio rappresentato.

Sottocampo	Aerogeneratori	Potenza	Comune
LINEA 1	R-SA04 – R-SA03 R-SA02 - R-SA01 - R-SA00	21,0 MW	Salemi

Dall'aerogeneratore capofila di ciascun sottocampo, si diparte una linea elettrica di vettoriamento in cavo interrato MT 30 kV, di sezione pari a 630 mm^2 .

Analogamente, gli aerogeneratori di ciascun sottocampo 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 SSE, saranno del tipo standard con schermo elettrico.

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.

La trincea all'interno della quale saranno collocati i cavi avrà profondità non inferiore a 1.10 m e larghezza compresa tra 0,50 m per una terna e 0,95 m per tre terne.

Le linee elettriche previste in progetto sono da 120, 240 e 630 mm^2 , ciascuna terna è costituita da n. 3 conduttori unipolari disposti ad elica visibile, come appresso specificato:

(numero di fasi) x (numero di cavi per fase) x (sezione del cavo unipolare in mm^2)

- 3 x 1 x 120.
- 3 x 1 x 240.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	27
SLM	EXE	REL	0003	00		

– 3 x 1 x 630.

Tutte le linee in cavo soddisfano la verifica termica prevista dalla normativa, sia per quanto concerne le correnti di cortocircuito che per la tenuta termica dei cavi.

Le modalità di esecuzione dei cavidotti nell'ipotesi in cui vengano realizzati contestualmente alla viabilità di parco, sono le seguenti:

FASE 1 (apertura delle piste laddove necessario):

apertura delle piste e stesura della fondazione stradale per uno spessore di cm 20;

FASE 2 (posa cavidotti);

- Scavo a sezione obbligata fino alla profondità relativa di -1,10 m dalla quota di progetto stradale finale;
- collocazione della corda di rame sul fondo dello scavo e costipazione della stessa con terreno vagliato proveniente dagli scavi;
- collocazione delle terne di cavo MT, nel numero previsto come da schemi di collegamento;
- collocazione della fibra ottica;
- rinterro con sabbia vagliata per uno spessore di 20 cm
- rinterro con materiale granulare classifica A1 secondo la UNI CNR 10001 e s.m.i. per uno spessore di 30 cm
- collocazione di nastro segnalatore della presenza di cavi di media tensione;
- rinterro con materiale granulare classifica A1 secondo la UNI CNR 10001 e s.m.i. di 30 cm per le strade asfaltate ;
- rinterro con materiale proveniente dagli scavi del pacchetto stradale precedentemente steso (in genere 20 cm) per le strade sterrate

FASE 3 (finitura del pacchetto stradale):

strade sterrate

- Stesura della parte finale del pacchetto stradale pari a 20 cm con materiale proveniente da cava.
- Stesura dello strato di finitura stradale pari a 20 cm fino al piano stradale di progetto finale con materiale proveniente da cava.

strade Asfaltate

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	28
SLM	EXE	REL	0003	00		

- Stesura dello strato di fondazione stradale pari a 20 cm con materiale proveniente da cava.
- ripristino della pavimentazione stradale asfaltata – spessore totale finito circa 10 cm mediante:
 - binder – spessore finito 7 cm;
 - strato di usura – spessore finito 3 cm;

la bitumatura della sede stradale riguarderà mezza carreggiata e fino 4,00 m prima e dopo lo scavo.

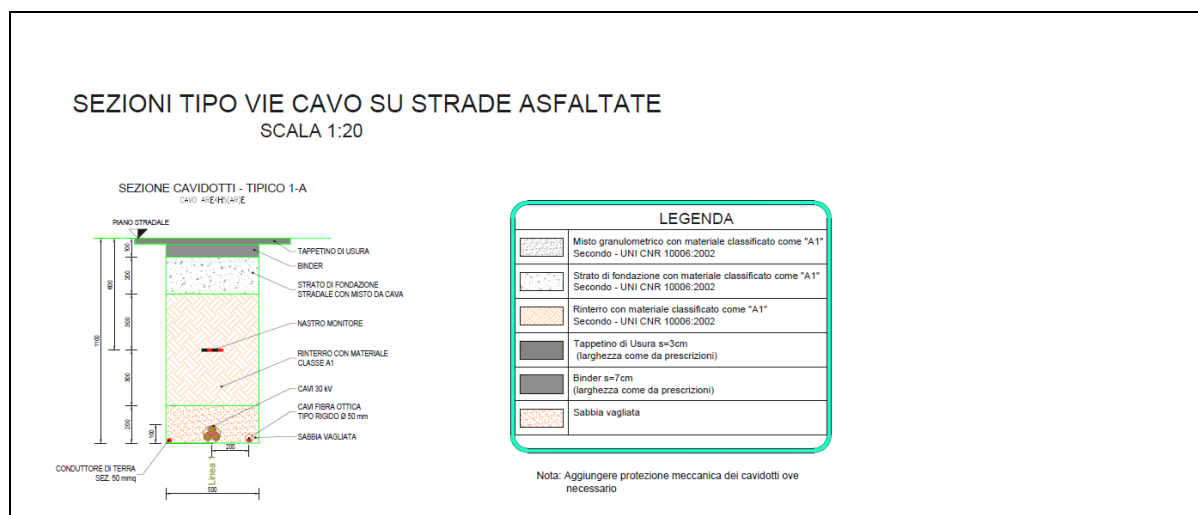
Per conoscere tutte le sezioni tipo e maggiori particolari, si rimanda all'elaborato CSV-EXE-TAV-0071_00.

La posa dei cavi sarà distinta in:

- sezione 1 T (una terna di cavi) e 2 T (due terne di cavi) su terreno;
- sezione 1M (una terna di cavi) 2M (due terne di cavi), 3M (tre terne di cavi) e 4M (quattro terne di cavi)) su strada mistata;
- sezione 1 A (una terna di cavi), 2A (due terne di cavi), 3A (tre terne di cavi) e 4A (quattro terne di cavi) su strada asfaltata;

La sezione tipo sarà, altresì, caratterizzata da modalità di esecuzione particolare, nei casi di attraversamenti e parallelismi con sottoservizi vari, secondo le modalità riportate nelle tavole CSV-EXE-TAV-0072_00 e CSV-EXE-TAV-0073_00

Di seguito alcuni dettagli con riferimento alle sezioni tipo da realizzarsi (su strade asfaltate, sterrate e su terreno naturale):



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	29
SLM	EXE	REL	0003	00		

Fig. 11.1 – Sezioni tipo di scavo su strade asfaltate

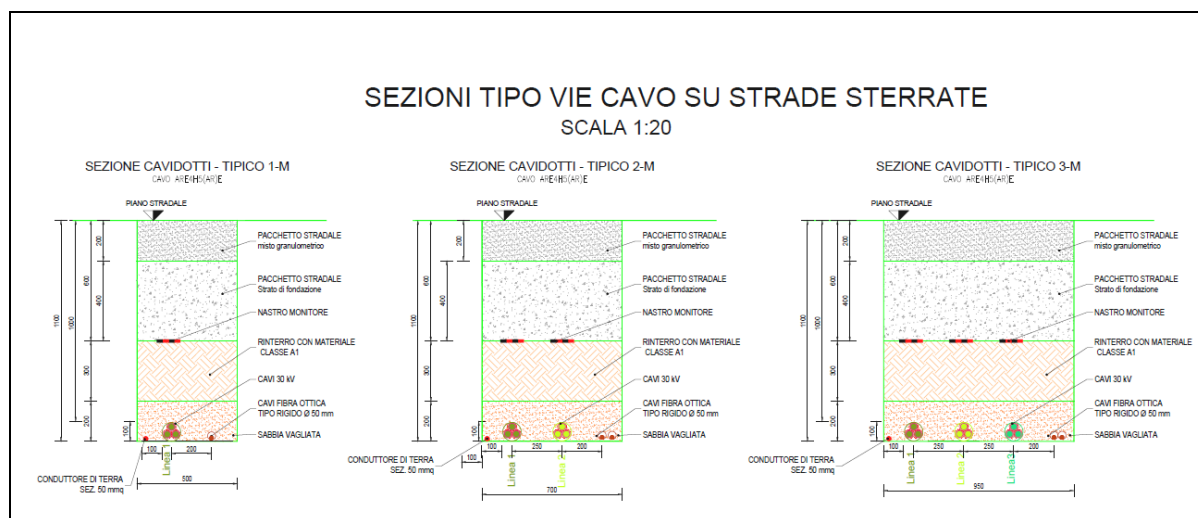


Fig. 11.2 – Sezioni tipo di scavo su strade sterrate

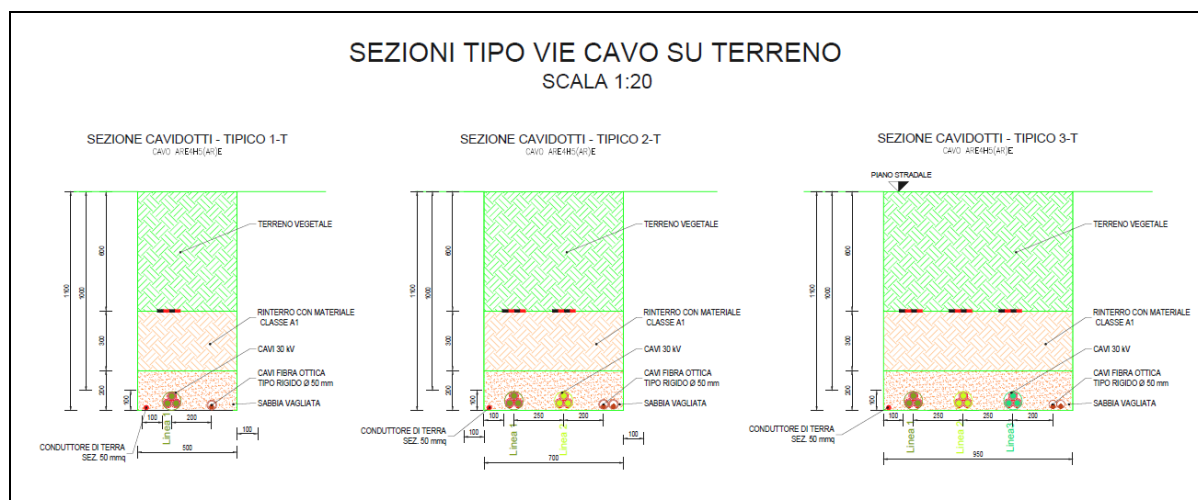


Fig. 11.3 – Sezioni tipo di scavo su terreno vegetale

La tabella che segue riporta la nomenclatura delle tratte di cui alla tavola SLM-EXE-TAV-0035_00, associate a lunghezza dello scavo,

- tipologia di finitura stradale,
- n. terne posate,
- tipologia della sezione,
- tipologia di strada (se interna o esterna al parco).

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	30
SLM	EXE	REL	0003	00		

Nome tratta	Lunghezza scavo (compreso +5%)	Tipologia strada	Tipologia terne	Sezione tipo	Tipologia viabilità
1-SSE	70	Asfalto	1 terna da 3x1x630	1-A	Stazione
1-2	131	Asfalto	1 terna da 3x1x630	1-A	Strada Comunale Rossognolo
2-3	1696	Misto	1 terna da 3x1x630	1-M	Vecchia Ferrovia Salemi Vita
3-4	1092	Asfalto	1 terna da 3x1x630	1-A	Vecchia Ferrovia Salemi Vita
4-5	16	Asfalto	1 terna da 3x1x630	1-A	Strada Contrada S. Giacomo
5-6	536	Asfalto	1 terna da 3x1x630	1-A	Vecchia Ferrovia Salemi Vita
6-7	1969	Asfalto	1 terna da 3x1x630	1-A	Strada Giancuzzello
7-8	2037	Asfalto	1 terna da 3x1x630	1-A	Strada Piranio
8-9	74	Asfalto	1 terna da 3x1x630	1-A	Innesto per la SS188
9-10	11	Asfalto	1 terna da 3x1x630	1-A	SS188
10-11	446	Misto	1 terna da 3x1x630	1-M	Strada Baronina
11-12	725	Asfalto	1 terna da 3x1x630	1-A	Strada Santa Rosalia
12-13	5723	Asfalto	1 terna da 3x1x630	1-A	SP 46
13-14	7	Asfalto	1 terna da 3x1x630	1-A	SP 29
14-15	2071	Asfalto	1 terna da 3x1x630	1-A	SP69
15-16	478	Misto	1 terna da 3x1x630	1-M	Viabilità di Parco
16-R-SA03	383	Misto	1 terna da 3x1x240	1-M	Viabilità di Parco
R-SA03-R-SA04	499	Misto	1 terna da 3x1x120	1-M	Viabilità di Parco
16-17	105	Misto	1 terna da 3x1x630, 1 terna da 3x1x240	2-M	Viabilità di Parco
17-R-SA02	16	Misto	1 terna da 3x1x630, 2 terne da 3x1x240	3-M	Viabilità di Parco
17-18	341	Terreno	1 terna da 3x1x240	1-T	Viabilità di Parco
18-R-SA01	179	Misto	1 terna da 3x1x240	1-M	Viabilità di Parco
19-R-SA01	525	Terreno	1 terna da 3x1x120	1-T	Viabilità di Parco
19-R-SA00	210	Misto	1 terne da 3x1x120	1-M	Viabilità di Parco

Tabella 11.1 – Dettaglio relativo alle sezioni di scavo

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	31
SLM	EXE	REL	0003	00		

7.1.1. Interferenze dell'opera con sottoservizi e reticolo idraulico

In fase di progettazione esecutiva, sono state riscontrate e studiate tutte le interferenze tra i cavidotti MT e le infrastrutture esistenti. Nella tabella seguente si riportano i dati salienti di ciascuna interferenza.

TIPOLOGIA INTERFERENZA	TIPO DI ATTRAVERSAMENTO	POSIZIONE	COORDINATE
Interferenza 3a - Attraversamento scatolare	Su Strada	SP69	Lat= 37°50'25.73"N Long= 12°44'45.15"E
Interferenza 4 - Attraversamento scatolare	Su Strada	SP69	Lat= 37°50'25.24"N Long= 12°44'48.70"E
Interferenza 4a - Attraversamento scatolare	Scavo	SP69	Lat= 37°50'24.97"N Long= 12°44'52.84"E
Interferenza 4b - Attraversamento scatolare	Scavo	SP69	Lat= 37°50'25.15"N Long= 12°44'55.55"E
Interferenza 5 - Attraversamento ponticello	Toc	SP69	Lat= 37°50'37.39"N Long= 12°45'41.46"E
Interferenza 5a - Attraversamento tubazione	Toc	SP46	Lat= 37°50'47.30"N Long= 12°46'13.31"E
Interferenza 5b - Attraversamento tubazione	Toc	SP46	Lat= 37°50'52.46"N Long= 12°46'19.06"E
Interferenza 5c - Attraversamento tubazione	Toc	SP46	Lat= 37°50'55.87"N Long= 12°46'22.68"E
Interferenza 5d - Attraversamento tubazione	Toc	SP46	Lat= 37°50'57.58"N Long= 12°46'26.20"E
Interferenza 6 - Attraversamento tubazione	Toc	SP46	Lat= 37°51'1.57"N Long= 12°46'35.58"E
Interferenza 6a - Attraversamento scatolare	Scavo	SP46	Lat= 37°51'0.43"N Long= 12°46'42.82"E
Interferenza 6b - Attraversamento scatolare	Toc	SP46	Lat= 37°51'1.36"N Long= 12°46'47.37"E
Interferenza 6c - Attraversamento scatolare	Toc	SP46	Lat= 37°51'4.42"N Long= 12°46'55.44"E
Interferenza 7 - Attraversamento scatolare	Toc	SP46	Lat= 37°51'4.95"N Long= 12°46'57.87"E
Interferenza 7a - Attraversamento scatolare	Toc	SP46	Lat= 37°51'9.78"N Long= 12°47'13.68"E
Interferenza 7b - Attraversamento scatolare	Su Strada	SP46	Lat= 37°51'8.78"N Long= 12°47'15.54"E
Interferenza 7c - Attraversamento scatolare	Toc	SP46	Lat= 37°51'7.73"N Long= 12°47'16.02"E
Interferenza 8 - Attraversamento scatolare	Toc	SP46	Lat= 37°51'11.78"N Long= 12°47'23.60"E
Interferenza 9 - Attraversamento Ponte	Staffato	SP46	Lat= 37°51'13.71"N Long= 12°47'33.03"E
Interferenza 10 - Attraversamento scatolare	Toc	SP46	Lat= 37°51'23.96"N Long= 12°47'49.89"E
Interferenza 11 - Attraversamento scatolare	Toc	SP46	Lat= 37°51'27.96"N Long= 12°47'52.33"E
Interferenza 14 - Attraversamento ponticello	Staffato	SP46	Lat= 37°51'36.91"N Long= 12°47'58.65"E

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	32
SLM	EXE	REL	0003	00		

TIPOLOGIA INTERFERENZA	TIPO DI ATTRAVERSAMEN TO	POSIZIONE	COORDINATE
Interferenza 12 - Attraversamento scatolare	Staffato	SP46	Lat= 37°51'44.47"N Long= 12°48'14.66"E
Interferenza 13 - Attraversamento ponte	Staffato	SP46	Lat= 37°51'47.54"N Long= 12°48'20.46"E
Interferenza 13a - Attraversamento scatolare	Scavo	SP46	Lat= 37°51'49.53"N Long= 12°48'27.49"E
Interferenza 15a - Attraversamento tubazione	Scavo	Strada vicinale Giancuzzello	Lat= 37°50'7.49"N Long= 12°48'48.97"E
Interferenza 17a - Attraversamento scatolare	Toc	Vecchia Ferrovia Salemi Vita	Lat= 37°49'53.35"N Long= 12°48'40.55"E
Interferenza 17b - Attraversamento scatolare	Toc	Vecchia Ferrovia Salemi Vita	Lat= 37°49'49.77"N Long= 12°48'52.60"E
Interferenza 18 - Attraversamento scatolare	Toc	Vecchia Ferrovia Salemi Vita	Lat= 37°49'32.11" Long= 12°49'2.10"E
Interferenza 18a - Attraversamento scatolare	Toc	Vecchia Ferrovia Salemi Vita	Lat= 37°49'13.46"N Long= 12°49'12.92"E
Interferenza 18b - Attraversamento scatolare	Toc	Vecchia Ferrovia Salemi Vita	Lat= 37°49'25.60"N Long= 12°49'38.69"E
Interferenza 19 - Attraversamento scatolare	Toc	Vecchia Ferrovia Salemi Vita	Lat= 37°49'31.01"N Long= 12°49'44.91"E
Interferenza 19a - Attraversamento scatolare	Su Strada	Strada Comunale Rossignolo	Lat= 37°49'26.01"N Long= 12°49'46.38"E

Tabella 11.2 – Dettaglio relativo alle interferenze

Per gli approfondimenti delle interferenze si veda l'elaborato SLM-EXE-TAV-0037 e SLM-EXE-TAV-0038.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	33
SLM	EXE	REL	0003	00		

8. 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;

8.1. 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

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	34
SLM	EXE	REL	0003	00		

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).

8.2. 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 90 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.

Per maggiori informazioni circa gli impianti di terra si rimanda alle relative relazioni tecniche. 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:

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	35
SLM	EXE	REL	0003	00		

- 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”.

8.3. 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.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	36
SLM	EXE	REL	0003	00		

9. 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.

9.1. Sistemi di messa a terra adottati

Le linee elettriche interessate del sistema di messa a terra degli schermi cavi sono quelle di superiore a 2,0 km, per le quali i fenomeni di mutua influenza possono risultare tali da indurre tensioni sugli schermi cavi tali da poter essere risultare dannose per il buon funzionamento dell'impianto.

In particolare, si farà riferimento alla quattro tratta di collegamento fra l'aerogeneratore capofila e la sottostazione elettrica.

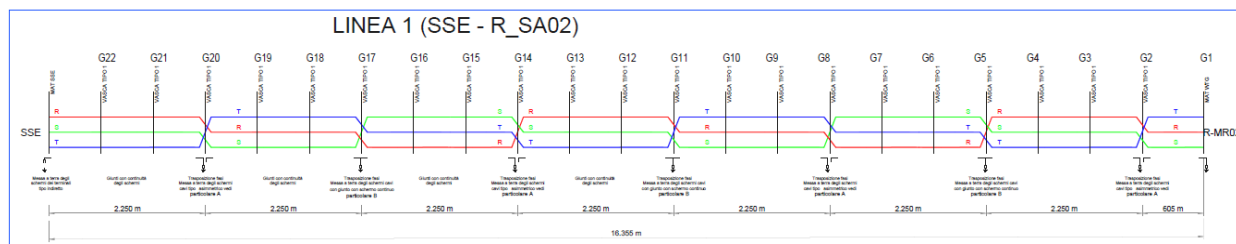
LINEA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]
LINEA 1	R-SA02	SSE	3x1x630	16355	21,0

La soluzione progettuale individuata consiste nel realizzare un sistema di terra sulla linea, implementando come metodo di collegamento il **“cross bonding and trasposition”** nella prima tratta che va dalla sottostazione elettrica verso gli aerogeneratori, e il metodo **“single point bonding”**, nella tratta terminale in entrata all'aerogeneratore capofila

Le immagini che seguono riportano uno schema della configurazione della linea in esame a

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	37
SLM	EXE	REL	0003	00		

seguito degli interventi previsti in progetto.



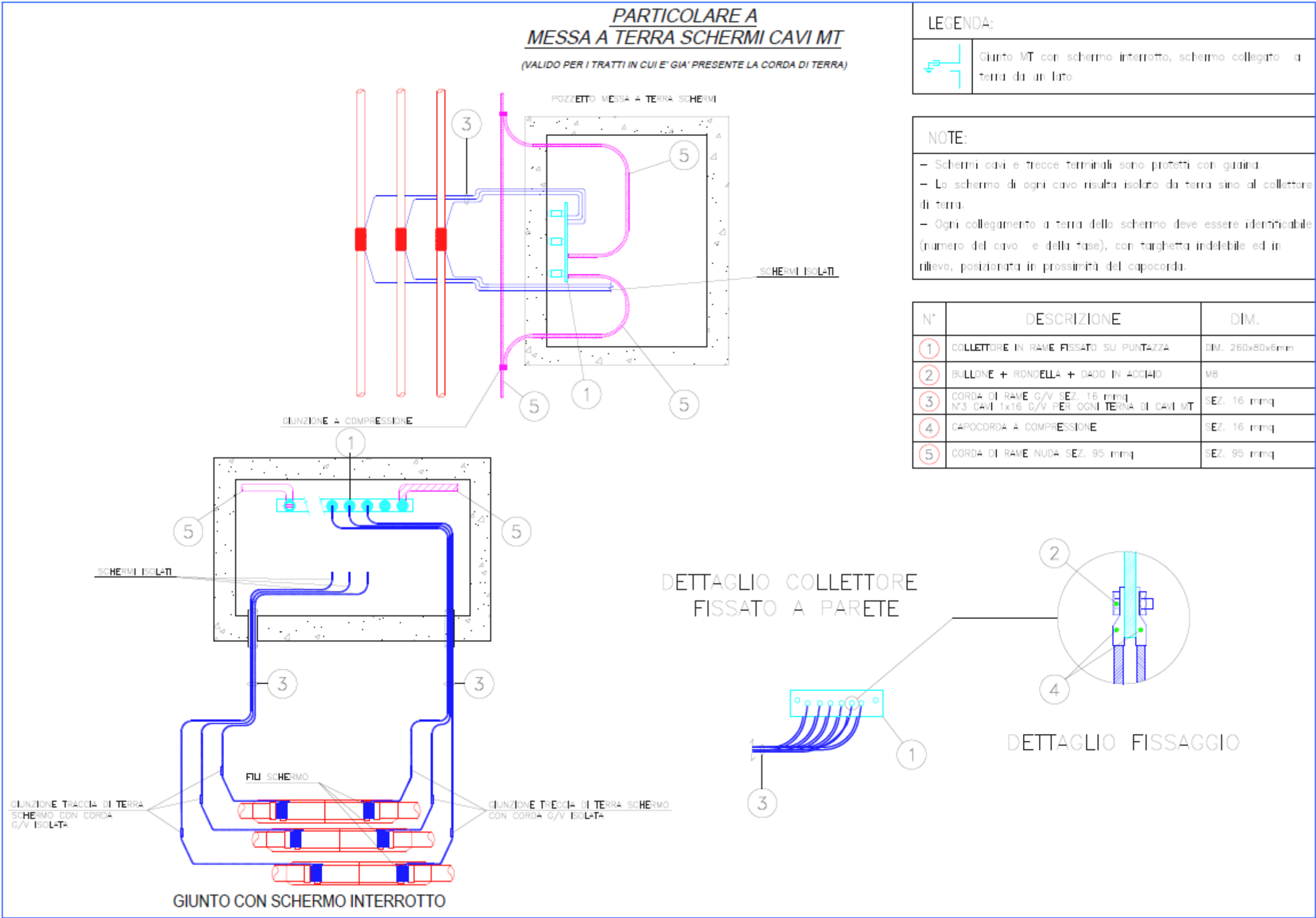
Di seguito sono descritti i sistemi di messa a terra adottati nel presente progetto. Le soluzioni illustrate derivano dal contenuto tecnico delle norme citate nell'apposito capitolo, ed in particolare dalla norma CEI EN 50522 e IEEE 575.

Come è noto, quando si è in presenza di cavi unipolari, è necessario tener in considerazione le tensioni indotte sugli schemi metallici di protezione degli stessi cavi. Tale tensione è proporzionale alla corrente del conduttore, alla lunghezza del cavo e alla interdistanza assiale fra i cavi posti in parallelo.

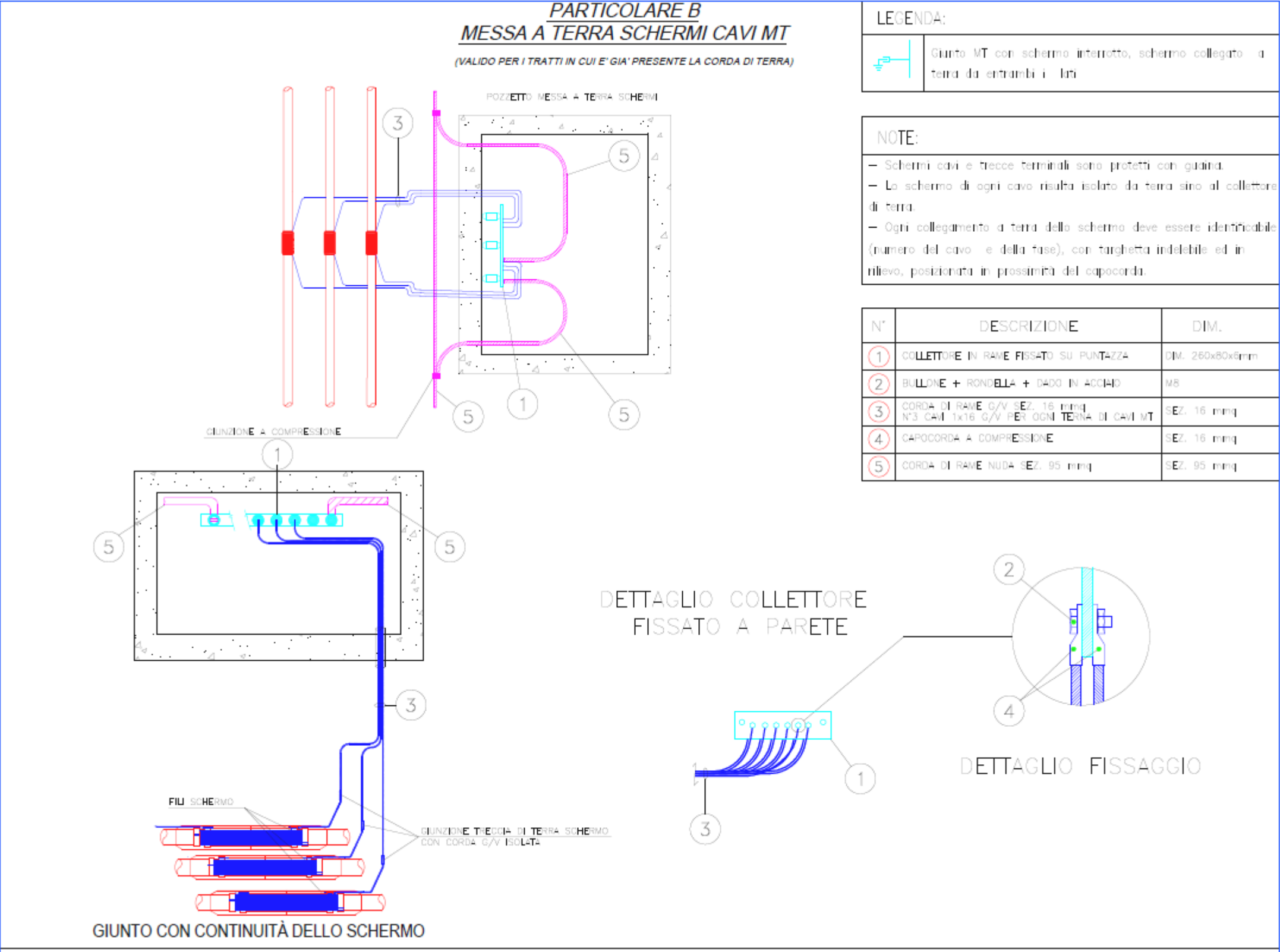
Questo fenomeno risulta più gravoso nel caso di cavi in posa piana, mentre risulta più contenuto nel caso di cavi in posa a trifoglio.

Le immagini che seguono mostrano gli schemi di realizzazione dei collegamenti sopra elencati.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	38
SLM	EXE	REL	0003	00		



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	39
SLM	EXE	REL	0003	00		



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	40
SLM	EXE	REL	0003	00		

10. FIBRA OTTICA DI COLLEGAMENTO

Per permettere il monitoraggio e controllo dei singoli aerogeneratori, il presente progetto prevede la realizzazione di un sistema di telecontrollo, il quale sovrintenderà al funzionamento del parco eolico in esame.

Per la realizzazione del sistema si farà uso di un collegamento in fibra ottica, in configurazione entra-esce da ciascun aerogeneratore.

Lo schema di collegamento del sistema di monitoraggio segue la stessa logica dello schema di collegamento elettrico riportato nel capitolo precedente.

Il cavo in fibra ottica mono-modale sarà idoneo alla posa interrata, di caratteristiche prestazionali tali da garantire una attenuazione del segnale minima, così da permettere la migliore qualità nella trasmissione delle informazioni.

Le fibre devono essere corredate di tutti gli accessori necessari alla loro giunzione ed attestazione. Inoltre, sarà previsto l'uso di cavi per la fibra ottica con tratti lunghi 4 km da "insufflare" con aria compressa ogni 2/4 km da pozzetti di dimensioni 40 x76 cm così come riportato nei particolari costruttivi SLM-EXE-TAV-0035_00.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	41
SLM	EXE	REL	0003	00		

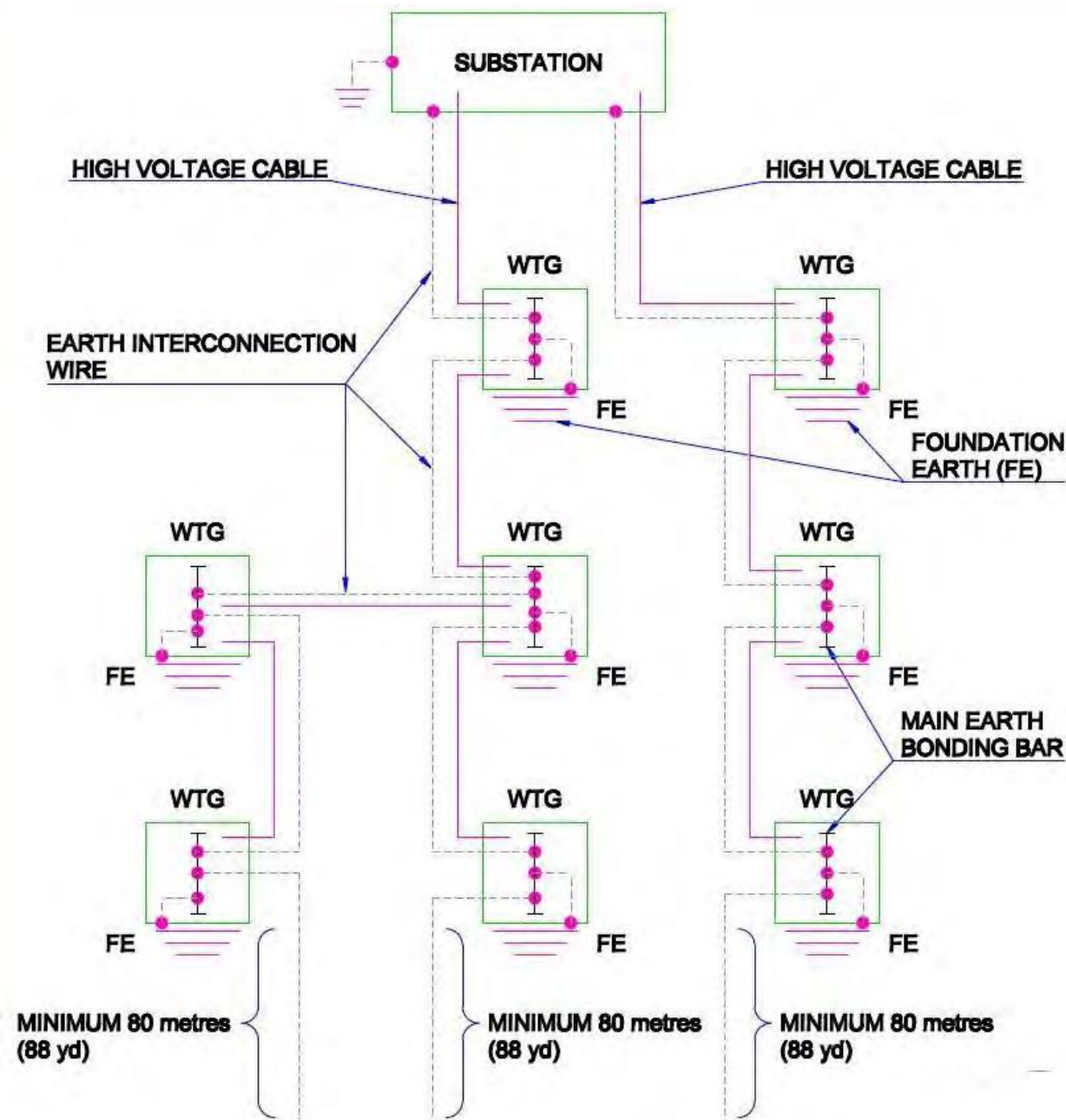
11. SISTEMA DI TERRA

Il sistema di terra del parco eolico è costituito da una maglia di terra formata dai sistemi di dispersori dei singoli aerogeneratori e dal conduttore di corda nuda che li collega. La maglia complessiva che si viene così a creare consente di ottenere un valore di resistenza di terra tale da garantire un sufficiente margine di sicurezza, adeguato alla normativa vigente.

Il sistema di terra di ciascun aerogeneratore consisterà in più anelli dispersori concentrici, collegati radialmente fra loro, e collegati in più punti anche all'armatura del plinto di fondazione. Il conduttore di terra di collegamento tra i vari aerogeneratori consiste invece in una corda di rame nudo da 50 mmq, posta in intimo contatto con il terreno. Particolare attenzione va posta agli attraversamenti lungo il tracciato del cavidotto.

Per evitare infatti che in caso di guasto si possa verificare il trasferimento di potenziali dannosi agli elementi sensibili circostanti, quali altri sotto-servizi, acquedotti, tubazioni metalliche, ecc. ecc., verrà utilizzato in corrispondenza di tutti gli attraversamenti, da 5 m prima e fino a 5 m dopo il punto di interferenza, un cavo Giallo/Verde di diametro 95mm² del tipo FG7(O)R, opportunamente giuntato al conduttore di rame nudo, tale da garantire una resistenza pari a quella della corda di rame nudo di 50 mm².

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	42
SLM	EXE	REL	0003	00		



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	43
SLM	EXE	REL	0003	00		

12. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE AT/MT

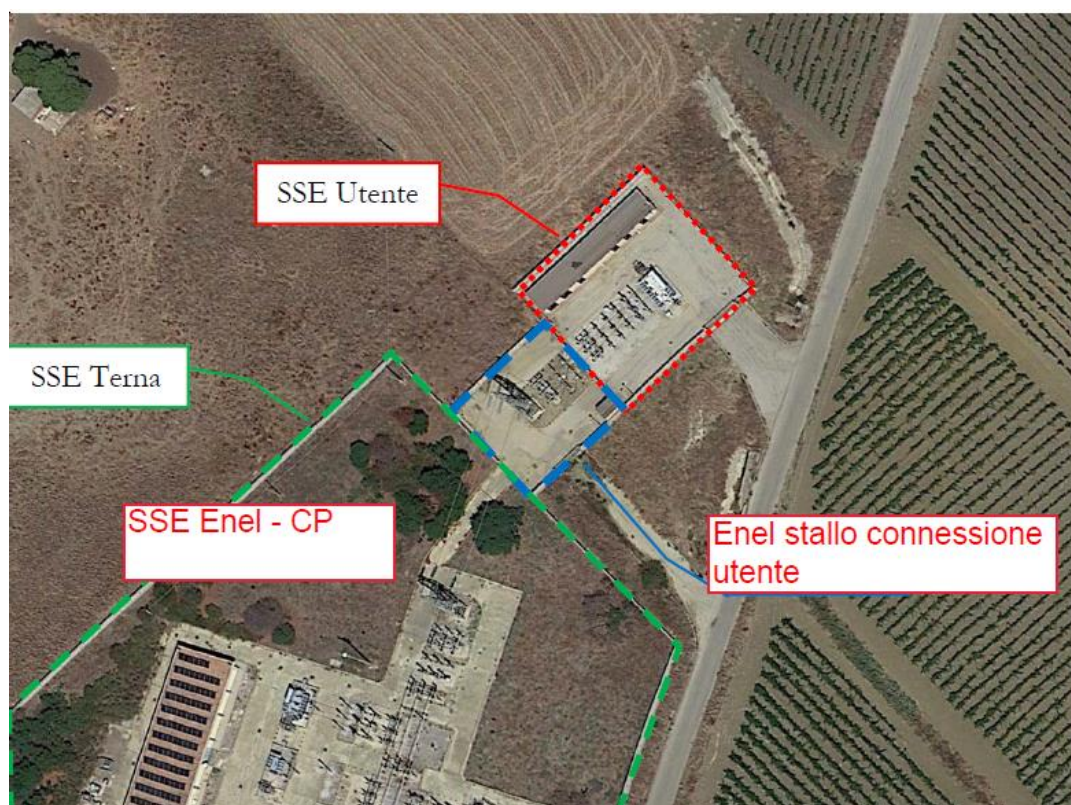
Nel presente capitolo si darà descrizione della stazione di trasformazione AT/MT a servizio dell'impianto eolico oggetto di repowering, dando evidenza delle caratteristiche delle principali componenti elettriche necessarie all'innalzamento di tensione, delle opere elettriche accessorie, della rete di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

12.1. UBICAZIONE E VIABILITÀ DI ACCESSO

Il parco eolico in progetto convoglierà l'energia prodotto verso la Sottostazione Elettrica di Utente esistente, sita nel Comune di Salemi (TP), connessa alla rete di trasmissione nazionale.

La sottostazione esistente insiste sulle Particelle n. 127 del foglio di mappa n.87 del Comune di Salemi. Per l'adeguamento della stessa sarà necessario un ampliamento all'interno della stessa particella n.127 del foglio di mappa 87, sempre di proprietà di Erg Wind Energy, come da planimetria catastale SLM-EXE-TAV-0051_00 allegata al progetto.

La stazione si trova in adiacenza alla stazione elettrica Enel di Salemi, alla quale è collegata con un sistema di sbarre aeree in derivazione, come illustrato nella seguente immagine.



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	44
SLM	EXE	REL	0003	00		

L'accesso alla Stazione elettrica avviene direttamente da ed in particolare dalla Strada Comunale Rossignolo, raggiungibile direttamente dalla SS188.

La stazione elettrica di utente, nella sua attuale configurazione, ha una estensione di circa 995 m², e confina ad est con la SE Enel 150 kV.

Considerata l'attuale accessibilità della stazione, con il presente progetto si prevede l'adeguamento adeguamento della viabilità di accesso alla stazione, adeguandola al nuovo layout della stazione.

Al fine di poter realizzare le opere elettromeccaniche di cui si dirà più dettagliatamente nel seguito, risulta necessario dismettere la quasi totalità delle opere esistenti e ampliare l'area della stazione esistente lungo i tre lati nord-est-sud, con un ampliamento di circa 585 m², per una nuova superficie complessiva di 1.580 m².

Sarà di conseguenza spostata la recinzione perimetrale lato nord-est-sud, nella quale verrà realizzato un nuovo ingresso pedonale e carrabile, con immissione nella Strada Comunale Rossignolo, in corrispondenza dell'ingresso già esistente.

12.2. STATO ATTUALE DELLA SOTTOSTAZIONE

Allo stato attuale la sottostazione è costituita da un unico montante trasformatore AT/MT, in esecuzione AIS, e da un edificio contenente il quadro di media tensione ed i sistemi ausiliari di impianto.

La sottostazione è ubicata nel territorio del comune di Salemi in provincia di Trapani, alle coordinate GPS

N 37°49'27" - E 12°49'47".

La sottostazione è connessa alla RTN su montante dedicato della adiacente (lato est) stazione elettrica di consegna Terna.

Il montante trasformatore è composto da:

- Sezionatore trifase rotativo dotato di lame di messa a terra lato trasformatore
- Terna di TV Capacitivi isolati in olio
- Terna di TV induttivi isolati in gas SF6
- Terna di TA isolati in gas SF6
- Interruttore tripolare con poli isolati in gas SF6
- Terna di scaricatori di sovra tensione
- Trasformatore di potenza AT/MT rapporto 150/21kV, potenza 40MVA, isolato in olio minerale

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	45
SLM	EXE	REL	0003	00		

Nell'edificio sono allocati

- Un quadro di media tensione costituito complessivamente da 11 scomparti
- Un quadro di protezione e controllo costituito da 4 colonne
- Un quadro da una colonna contenente la RTU di impianto
- Un trasformatore MT/BT da 100kVA per l'alimentazione dei servizi ausiliari
- Un gruppo elettrogeno da 30kVA
- Un quadro elettrico BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari in corrente alternata
- Un raddrizzatore corredato di batterie tampone
- Un quadro elettrico BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari in corrente continua
- Due banchi di condensatori in apposito locale

12.3. MODIFICHE ALLA SOTTOSTAZIONE

La potenza totale di impiego della sottostazione sarà inferiore a quella attuale per cui l'obiettivo sarà quello di eseguire modifiche e nuove installazioni per adeguare l'impianto alle nuove esigenze.

Sommariamente sono previsti i seguenti obiettivi:

- Riutilizzare per quanto possibile la sezione di alta tensione AIS
- Adeguare la tensione di esercizio della media tensione a 30kV
- Sostituire il Sistema di Protezione, Comando e Controllo (SPCC) con nuovo sistema tecnologicamente aggiornato e con caratteristiche simili agli altri progetti recentemente costruiti o in corso di esecuzione
- Adeguare i servizi ausiliari con caratteristiche simili agli altri progetti recentemente costruiti o in corso di esecuzione

Nella sezione di alta tensione si procederà al riutilizzo degli organi di sezionamento e di interruzione e dei TV esistenti, mentre si procederà alla sostituzione dei TA. Anche il trasformatore di potenza AT/MT sarà sostituito.

Il trasformatore ed i TA devono essere rimossi in conformità alle normative vigenti. Particolare attenzione sarà posta al recupero del gas isolante SF6 e dell'olio minerale del trasformatore.

Le aree esterne, le fondazioni ed i cavidotti saranno bonificate, pulite, riparate e rifinite. In qualche caso sarà necessario un adattamento per adeguamento ad un diverso posizionamento di alcuni apparati.

L'edificio esistente nelle sue dimensioni totali è sufficiente ad accogliere tutti i nuovi equipaggiamenti, per cui l'edificio esistente subirà modifiche come indicato nelle planimetrie allegate.

Nell'edificio saranno ricavati due locali dedicati al sistema di controllo delle turbine eoliche e degli

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	46
SLM	EXE	REL	0003	00		

apparati di telecomunicazione. Per questi due locali, si realizzerà un accesso indipendente direttamente dall'esterno.

12.4. DIMENSIONAMENTI

12.4.1. Trasformatore di potenza AT/MT

Come accennato la potenza attiva massima sarà pari a 21,0 MW.

Al PdC il sistema di regolazione delle potenze reattive degli aereogeneratori dovrà ottemperare ai requisiti del vigente allegato A17 al codice di rete, dove è richiesta una capacità di arrivare ad un flusso di reattiva pari al 35% della potenza attiva nominale dell'impianto, per cui la potenza apparente totale può arrivare a 22,5 MVA. Inoltre, l'allegato richiede una potenza apparente pari ad almeno il 110% della potenza attiva massima, quindi 23,1 MVA.

Per la rete di media tensione si preferisce scegliere un livello di tensione di esercizio pari a 30 kV con neutro isolato.

Da quanto sopra si definiscono le seguenti caratteristiche principali:

- Tensione primaria 150 kV $\pm 12 \times 1,25\%$
- Tensione secondaria 30 kV
- Potenza 25 MVA in funzionamento ONAN
- Potenza 33 MVA in funzionamento ONAF
- Impedenza di corto circuito alla presa centrale 12,00% riferita a 25MVA
- Gruppo di connessione YNd11

12.4.2. Massimi livelli di corto circuito

Per la sezione a 150kV il rapporto Terna "Valori Minimi e Massimi Convenzionali della Corrente di Corto Circuito e della Potenza di Corto Circuito della Rete Rilevante con Tensione 380-220-150-132 kV", aggiornato all'anno 2021, riporta per la sottostazione in oggetto, i seguenti valori:

- Valore massimo della corrente di corto circuito trifase 4,593 kA
- Valore massimo della corrente di corto circuito monofase 4,503 kA

Considerando, inoltre, quanto stabilito dagli allegati A03 ed A08 al codice di rete si definisce che tutti gli equipaggiamenti a 150kV devono essere idonei per le seguenti condizioni di guasto massimo:

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	47
SLM	EXE	REL	0003	00		

- Corrente di corto circuito 40 kA
- Durata del guasto per il trasformatore AT/MT 2 secondi
- Durata del guasto per gli altri apparati 1 secondo

Da quanto sopra si ricava che, per la massima potenza di corto circuito, il contributo da parte del trasformatore AT/MT è pari a 208 MVA, mentre il contributo dai generatori eolici è pari a 46 MVA, da cui la massima corrente di cortocircuito trifase sarà pari a 5,4 kA.

Si potrebbe optare per una categoria di quadro MT da 12,5 o 16 kA, ma per analogia ad altri progetti recenti, si definiscono i seguenti valori di tenuta al corto circuito:

- Corrente di corto circuito maggiore o uguale a 20 kA
- Durata del guasto del guasto 3 secondi per i quadri MT
- Durata del guasto 1 secondo per le condutture

12.4.3. Isolamenti

Per le installazioni e gli apparati della sezione di alta tensione si definiscono i seguenti livelli di tenuta alle sovratensioni:

- ❖ Per il trasformatore di potenza
 - Tensione massima permanente 170 kV
 - Tensione di tenuta a frequenza industriale 230 kV
 - Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 650 kV
- ❖ Per le installazioni e gli altri apparati
 - Tensione massima permanente 170 kV
 - Tensione di tenuta a frequenza industriale 325 kV
 - Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 750 kV

Per le parti in media tensione:

- Tensione massima permanente 36 kV
- Tensione di tenuta a frequenza industriale 70 kV
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 170 kV

L'ubicazione degli impianti è in una zona con le seguenti caratteristiche:

- Altitudine sul livello del mare inferiore a 1000 metri
- Distanza dal mare superiore a 10 km
- Distanza da zone industriali superiore a 10 km
- Non presenza di sorgenti di possibile inquinamento nelle vicinanze

Per cui la tenuta degli isolamenti all'inquinamento superficiale potrebbe essere la minima

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	48
SLM	EXE	REL	0003	00		

stabilita dalla norma 60815 (LIGHT), ma in ogni caso dovranno essere rispettati i seguenti limiti:

- Linea di fuga minima 25 mm/kV (tensione massima concatenata)
- Salinità di tenuta 56 g/lt

Gli apparati AT esistenti già soddisfano i requisiti di cui sopra.

12.5. DESCRIZIONE DEL NUOVO SISTEMA DI POTENZA

La sezione AT rimarrà costituita come e attualmente, con la sostituzione dei soli trasformatori di corrente.

Per le apparecchiature da riutilizzare sono previste operazioni di manutenzione straordinaria. I trasformatori di corrente saranno sostituiti con nuovi TA isolati in olio, si utilizzeranno gli stessi supporti previa verifica strutturale. Il trasformatore AT/MT sarà sostituito con uno nuovo con caratteristiche descritte nel seguito.

Per l'attuale layout sarà mantenuto e tutta la rete dei cavidotti riutilizzata per il passaggio dei nuovi cavi. Anche per tutto ciò contenuto nell'edificio si procederà alla sostituzione integrale, ma con un layout diverso, per cui si realizzerà una ristrutturazione dell'edificio.

Lo schema unifilare della distribuzione è mostrato nel disegno SLM-EXE-TAV-0062_00.

12.5.1. Interventi sugli apparati esistenti

12.5.1.1 Sezionatore con lame di terra AT

Il sezionatore esistente è della Nuova Rocchi, modello SDIT 17/2-CR200, matricola 01/253/06, anno di costruzione 2006.

Le lame principali hanno comando motorizzato, mentre per le lame di terra è previsto il solo comando manuale.

Su di esso si eseguirà una manutenzione approfondita che prevede:

- Controllo a vista generale
- Controllo del movimento ed eventuale regolazione dei leverismi.
- Controllo ed eventuale regolazione dei finecorsa meccanici ed elettrici
- Controllo e serraggio bulloneria
- Lavaggio e sgrassaggio isolatori
- Lubrificazione degli snodi
- Pulizia e sgrassaggio dei contatti principali e nuovo ingrassaggio con grasso conduttivo idoneo per contatti elettrici
- Prova isolamento circuiti ausiliari

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	49
SLM	EXE	REL	0003	00		

Le interconnessioni con il sistema SPCC sarà rifatto ex-novo, con cavi che vanno direttamente dal sezionatore al quadro QCP-TR .

12.5.1.2 Trasformatori di tensione

Sono installati:

- Una terna di TV capacitivi isolati in olio con tre secondari, tipo CPA 170 della ABB, per le misure di tensione del sistema SPCC e PPC
- Una terna di TV induttivi isolati in olio con singolo secondario, tipo UTE-170 della Artech, in classe 0,2 per le misure di tensione del sistema di misura delle energie

Su di essi sarà eseguita una manutenzione approfondita che prevede, almeno:

- Controllo a vista generale
- Lavaggio e sgrassaggio isolatori
- Prova tan delta
- Prova isolamento secondari
- Verifica livello olio per i TV

La terna di TV capacitivi sarà completa di nuova cassetta di raccolta dei secondari per costituire una distribuzione a 4 fili delle misure di tensione. In questa cassetta ci saranno interruttori modulari automatici a protezione dei secondari, da 3A curva A. Gli stati di aperto degli interruttori saranno portati al sistema di controllo per le opportune segnalazioni ed eventuali automazioni.

Le misure del secondario, in classe di precisione 0,2, saranno portate al quadro misure per eventuali convertitori di misura e, quindi, al sistema di controllo della generazione. Anche se non destinata a misure commerciali, è opportuno dotare questo secondario, con prestazione nominale di 30VA, di una resistenza zavorra di almeno 8-10VA. La resistenza zavorra deve essere posizionata nella cassetta di raccolta.

Le misure del terzo secondario, in classe di precisione 3P, saranno portate alle protezioni.

Le misure del quarto secondario, in classe 3P e rapporto 100:3, saranno connessi a triangolo aperto e la misura risultante sarà portata alle protezioni.

Anche la terna di TV induttivi deve essere completata con una nuova cassetta di raccolta. Il cablaggio e la morsettiera di questo secondario dovranno essere eseguiti in modo antifrode e sigillabili. Poiché la prestazione dei TV esistenti è di 20 VA sarà necessario prevedere resistenze zavorra per dare un carico di almeno 5VA, ed esse dovranno essere installate nella cassetta di raccolta.

Nella cassetta di raccolta dei TV induttivi predisporre la raccolta delle misure di corrente, dai nuovi TA, destinate al contatore di energia.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	50
SLM	EXE	REL	0003	00		

12.5.1.3 Interruttore AT

L'interruttore esistente è un ABB modello LTD170 matricola 89973, prodotto nell'anno 2006.

Su di essi sarà eseguita una manutenzione approfondita che prevede, almeno:

- Controllo a vista generale
- Lavaggio e sgrassaggio isolatori
- Serraggio bulloni
- Prova isolamento circuiti ausiliari
- Misura tempi di manovra
- Misura resistenza di contatto
- Misura qualità SF6
- Verifica funzionamento mano-densostati
- Verifica funzionale

12.5.2. Trasformatori di corrente

I trasformatori saranno conformi alle norme CEI EN 61869 ed i singoli componenti saranno conformi alle varie norme di prodotto applicabili.

I TA saranno equipaggiati esclusivamente con isolatori di tipo composito, conformi alle Norme CEI EN 62217.

Le misure del secondario in classe di precisione 0,2S (ove presente) per i contatori saranno certificate per l'agenzia delle dogane e saranno portate al quadro di misure per i contatori di energia. Come accennato in precedenza, questi secondari saranno portati alla cassetta di raccolta posta sotto i TV induttivi..

Gli altri tre secondari saranno portati ad una nuova cassetta di raccolta per costituire una distribuzione a 4 fili delle misure di corrente.

Le misure del secondario, in classe di precisione 0,5, sarà portate al quadro misure per eventuali convertitori di misura e, quindi, al sistema di controllo della generazione.

Le misure in classe di precisione 5P saranno portate alle protezioni.

Le cassette saranno equipaggiate di resistenza anticondensa comandate da termostato, e morsetti di alimentazione doppi per realizzare un entra-esce.

I TA avranno le seguenti caratteristiche tecniche:

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	51
SLM	EXE	REL	0003	00		

- Corrente termica di breve durata I_{th} 40 kA (1 sec)
- Corrente termica nominale permanente $1,2 \times I_n$
- Corrente termica emergenza 1h $1,5 \times I_n$
- Corrente dinamica nominale $2,5 \times I_{th}$
- Isolante polimerico
- Isolamento in olio minerale
- Terminali secondari a perno per connessione capicorda ad occhiello.

12.5.3. Trasformatore di Potenza

Il trasformatore sarà conforme alle norme CEI EN 60076 ed i singoli componenti saranno conformi alle varie norme di prodotto applicabili.

Il trasformatore sarà del tipo trifase con nucleo magnetico a tre colonne ed avvolgimenti cilindrici, conisolamento in olio minerale e le seguenti caratteristiche:

- Tensione di esercizio primaria 150 kV
- Tensione di esercizio secondaria 30 kV
- Gruppo di connessione YNd11
- Tensione massima nominale al primario 170 kV
- Tensione di tenuta a frequenza industriale al primario 325 kV
- Tensione di tenuta ad impulso primario 650 kV
- Neutro ad isolamento pieno
- Tensione massima nominale al secondario 36kV
- Tensione di tenuta a frequenza industriale al secondario 70 kV
- Tensione di tenuta ad impulso 170 kV
- Commutatore sotto carico al primario con gradini $\pm 12 \times 1,25\%$
- Massima corrente di corto circuito lato 150kV 40 kA
- Potenza nominale in raffreddamento ONAN 25 MVA
- Potenza nominale in raffreddamento ONAF 33 MVA
- Impedenza di corto circuito riferita a 25 MVA alla presa centrale del VSC 12%
- Sovratemperature
 - Temperatura ambiente massima 40° C
 - Sovratemperatura avvolgimenti 65° C
 - Sovratemperatura olio 60° C
- Tensione di alimentazione motori ventilatori e CSC 400V 50Hz

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	52
SLM	EXE	REL	0003	00		

- Tensione di alimentazione circuiti di comando ventilatori e VSC 110Vcc
- Dispositivi di protezione e monitoraggio
 - Livello stato di minima per conservatore cassa trasformatore
 - Livello stato di minima per conservatore VSC
 - Termometro olio con soglia di allarme e scatto (sullo scatto doppio contatto)
 - Relè immagine termica con contatto di allarme e doppio contatto di scatto
 - Relè buchholz cassa trasformatore con contatto di allarme e doppio contatto di scatto
 - Valvola di sovrappressione cassa TR con doppio contatto di scatto
 - Relè di flusso VSC con doppio contatto di scatto
 - 6 Termoresistenze PT100 per la misura della temperatura sugli avvolgimenti
 - Essiccatori autorigeneranti
 - Dispositivo monitoraggio gas disciolti (DGA)
 - Bushing monitoring system (BMS)
 - Interfacce di comunicazione verso sistema di supervisione in protocollo 61850 per i
 - monitoraggi DGA e BMS

Il trasformatore avrà caratteristiche di perdite conformi ai requisiti del regolamento UE 548/2014, in particolare ai limiti che il regolamento ha fissato validi a partire dal Luglio 2021. Quindi il trasformatore è stato progettato per soddisfare l'indice PEI riferito alla potenza di 33 MVA.

12.5.4. Quadro di media tensione

Sebbene possa bastare un quadro elettrico di caratteristiche idonee alle cabine secondarie, per analogia ad altri progetti simili il quadro da fornire dovrà avere caratteristiche idonee per cabine primarie, come descritto nel seguito.

I quadri di media tensione saranno del tipo con scomparti blindati con le parti attive completamente isolate in gas SF6 o con isolamento solido.

Il quadro dovrà essere composto dalle seguenti unità funzionali:

- Scomparto arrivo TR
- Scomparto TV
- 2 Scomparti Partenza Linea, di cui uno di riserva
- Scomparto Partenza TSA

Lo scomparto arrivo TR sarà costituito da, a partire dalla sbarra:

- Sezionatore a tre posizioni (chiuso su linea - aperto – chiuso a terra) da ≥ 1600 A, con comando motorizzato e manuale

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	53
SLM	EXE	REL	0003	00		

- Interruttore da ≥ 1600 A e potere di interruzione ≥ 20 kA con motore carica molle e circuito di apertura a lancio di corrente. Classe di interruzione M2-E2-C2. Sequenza O-0,3s-CO-3min-CO.
- TA di fase toroidali con due secondari posizionati tra interruttore e terminali dei cavi, con rapporti e classi come indicato nello schema unifilare (dati da verificare in sede di progetto esecutivo):
 - Primo secondario in classe 5P per la protezione di scomparto e la protezione differenziale del trasformatore
 - Secondo secondario, in classe 0,5, disponibile a morsettiera
- Terminali per connessione cavi del tipo ad innesto a cono interno o esterno (quest'ultimo preferibile) e con isolamento completo a fine installazione
- Trasformatore toroidale per la misura della corrente residua (TO) con rapporti e classi come indicato nello schema unifilare

Lo scomparto TV sarà costituito da:

- Sezionatore a tre posizioni (chiuso su linea - aperto – chiuso a terra) da 1250 A, con comando manuale
- TV induttivi connessi in modo completamente isolato, a 4 secondari, classi e prestazioni come indicato nello schema unifilare, e che dovranno essere verificati in sede di progetto esecutivo per le funzioni che dovranno svolgere. È possibile utilizzare un TV a 3 secondari se le misure dei secondari $100:\sqrt{3}$ in classe 3P e 0,5 possono essere date da un unico secondario.

I TV dovranno avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Fattore di tensione 1,9 per 8 ore
- Potenza termica totale adeguata al carico che ci sarà sul secondario a triangolo aperto a causa della resistenza antiferroresonanza quando la tensione omopolare secondaria arriva a $1,3 \cdot 100$ V.
- Isolamento in resina

Le misure del primo secondario, in classe di precisione 0,2 e certificati per l'agenzia delle dogane, dovranno essere portate al quadro di misure per i contatori di energia. Il cablaggio e la morsettiera di questo

secondario dovranno essere eseguiti in modo antifrode e sigillabili. Eventuali resistenze zavorre dovranno essere installate nello scomparto MT.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	54
SLM	EXE	REL	0003	00		

Le misure del secondo secondario, in classe di precisione 0,5, dovranno essere portate al quadro misure per convertitori di misura.

Le misure del terzo secondario, in classe di precisione 3P, saranno portate alle protezioni delle unità di media tensione ed al quadro di protezione del montante per la funzione di regolazione della tensione.

Le misure del quadro secondario, in classe 3P e rapporto 100:3, saranno connessi a triangolo aperto e la misura risultante sarà portata alle protezioni delle unità di media tensione ed al quadro di protezione del montante per la funzione 59N.

Gli scomparti partenza linea saranno costituiti come lo scomparto di arrivo TR, ma con le seguenti differenze:

- Corrente nominale ≥ 800 A
- TA con tre secondari
 - Primo secondario in classe 5P per la protezione di scomparto
 - Secondo secondario, in classe 0,5, da portare al quadro misure per convertitori
 - Terzo secondario, in classe 0,2s, per le misure di energia e con cablaggio in esecuzione antifrode e sigillabile

Lo scomparto partenza TSA sarà costituito come le partenze linee con la sola differenza dei TA che saranno

solo ad un secondario, come indicato nello schema unifilare.

Ogni scomparto deve avere i seguenti interblocchi meccanici:

- Non è possibile manovrare il sezionatore se l'interruttore è chiuso
- Non è possibile chiudere l'interruttore se sono in atto manovre sul sezionatore o se il sezionatore è in una posizione intermedia (potrebbe essere anche elettrico)
- Quando lo scomparto è messo a terra con sezionatore chiuso su terra ed interruttore chiuso, lo stato deve poter essere bloccabile meccanicamente

Poiché i sezionatori sono manovrabili sia a motore che manualmente devono essere predisposti interblocchi elettrici che agiscono su ambedue le manovre, e per ogni manovra deve essere predisposto un consenso esterno. Esempio per la chiusura a terra del sezionatore dello scomparto arrivo da TR dovrà essere predisposto un interblocco elettrico da stato aperto del sezionatore AT. Per tale bocco ci possono essere due soluzioni o due contatti NC del sezionatore AT sono cablati al consenso delle due manovre oppure ci deve essere l'ausilio di relè per duplicare il segnale esterno.

Sugli scomparti partenza linea MT deve essere predisposto un blocco con chiave libera a sezionatore

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	55
SLM	EXE	REL	0003	00		

aperto, e la manovra di chiusura del sezionatore deve essere possibile solo con chiave inserita in serratura. Se non disponibile nello standard del quadro si può implementare la funzione con elettroserratura.

Le caratteristiche tecniche generali saranno:

- Tensione di esercizio 30kV
- Tensione massima nominale al secondario 36kV
- Tensione di tenuta a frequenza industriale al secondario 70 kV
- Tensione di tenuta ad impulso 170 kV
- Corrente nominale di breve durata $\geq 20\text{kA}$ per 3 sec
- Corrente nominale permanente sbarre $\geq 2000\text{ A}$
- Protezione arco interno FLR $\geq 20\text{kA}$ per 1 sec
- Categoria continuità di esercizio LSC2
- Tensione alimentazione circuiti di controllo e comando 110Vcc
- • Tensione di alimentazione motore carica molle interruttori 110Vcc
- • Tensione alimentazione circuiti illuminazione, riscaldamenti e servizi 230V 50Hz
- Il quadro deve essere conforme alle norme 62271.
- Il quadro sarà del tipo adatto alla distribuzione primaria, a singolo sistema di sbarre, blindato ed isolato in SF6.
- Tutte le parti attive del circuito primario i media tensione dovranno essere protette a tenuta stagna contro i contatti e dalla penetrazione di corpi estranei (polvere, sporcizia, ecc) e da condizioni ambientali aggressive (umidità, salinità, ecc).
- I compartimenti in gas dovranno essere a sigillatura garantita a vita e pre-assemblati in fabbrica ed esenti da interventi sul gas da eseguirsi in impianto sia per le operazioni di installazione che per le operazioni di manutenzione, che dovrebbero essere non necessarie.
- Ogni scomparto avrà due scomparti gas: Sbarre e Linea. Il comparto sbarre conterrà le sbarre ed il sezionatore a tre posizioni. Il comparto linea conterrà l'interruttore ed i bushing per la connessione dei cavi e di eventuali TV. La connessione tra i due comparti dovrà essere realizzata con apposite connessioni isolate in resina.
- I meccanismi ed i leverismi degli organi di sezionamento e dell'interruttore devono essere esterni ai compartimenti gas ed accessibili per riparazioni e/o manutenzioni.
- Il pannello dei comandi dovrà avere una chiara indicazione dello stato di posizione degli organi di sezionamento.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	56
SLM	EXE	REL	0003	00		

12.6. SISTEMA DI PROTEZIONE, COMANDO E CONTROLLO SPCC

Il sistema SPCC sarà integrato nei seguenti quadri:

- QCP-TR per il montante Trasformatore TR
- Protezioni sul quadro MT
- RTU/SCADA
- UPDM
- QMISURE
- QTLC

Il SPCC sarà basato sullo standard IEC 61850, con un'architettura di rete che comprende:

- Un anello in fibra ottica che collega tutte le unità di protezione e due switch in modalità ridondante RSTP, essenzialmente usata per la comunicazione Goose tra i dispositivi
- Un computer di stazione con le funzioni scada, una RTU ed un orologio satellitare connesse agli stessi switch

Il livello processo sarà connesso in modo cablato ai dispositivi di protezione e per alcuni stati direttamente alla RTU.

Agli switch saranno collegati inoltre:

- I contatori di energia per le comunicazioni verso scada e centri di controllo remoto
- Il sistema UPDM per la funzione di sincronizzazione oraria

12.7. SERVIZI AUSILIARI

Comprendono tutti gli apparati e quadri che hanno la funzione di alimentare i servomeccanismi degli organi di manovra, dei motori della ventilazione del trasformatore, del motore del VSC, dei dispositivi del sistema SPCC, e degli impianti tecnologici di sottostazione per permettere l'esercizio, l'operatività e la manutenzione della sottostazione.

Le sorgenti di energia per alimentare i servizi ausiliari saranno:

- Un trasformatore MT/BT
- Un gruppo elettrogeno
- Un raddrizzatore completo di batterie e sezione inverter

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	57
SLM	EXE	REL	0003	00		

L'energia sarà distribuita con i seguenti quadri elettrici

- Quadro QTSA connesso subito a valle del trasformatore
- Quadro GE di bordo gruppo elettrogeno
- Quadro QSAac per la distribuzione dei servizi ausiliari ca
- Quadro QSAcc per la distribuzione dei servizi ausiliari cc e ca-ups
- Quadro Locale Controllo turbine eoliche

12.8. RETE DI TERRA

Presso la sottostazione risulta già esistente un sistema di terra, realizzato contestualmente alle opere relative al parco eolico esistente.

L'impianto è stato dimensionato secondo le norme CEI EN 50522 (CEI 99-3) e CEI EN 61936-1 (CEI 99-2), nonché alle prescrizioni Terna, considerando una corrente di corto circuito monofase pari a 31,5 kA e un tempo di eliminazione del guasto a terra pari a 0,5 s.

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

Il sistema di terra è integrato dalla presenza di dispersori verticali lungo il perimetro della SSE, in prossimità del trasformatore AT/MT e del confine con la SE Enel.

Il sistema di terra è collegato con l'impianto di terra esistente presso l'edificio SSE, nonché con l'impianto di terra dell'adiacente SE Enel, attraverso collegamenti sconnettibili in pozzetti ispezionabili. In tal modo l'impianto di terra costituirà un sistema di terra globale, con i benefici che ne derivano in termini di capacità di dispersione e incremento del livello di sicurezza.

Nell'ambito della realizzazione delle opere in progetto, l'impianto di terra sarà oggetto di revisione e verifica.

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

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

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

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	58
SLM	EXE	REL	0003	00		

12.9. OPERE CIVILI

12.9.1. Aree esterne

Sulle aree esterne sono previste essenzialmente opere di bonifica, riparazioni e ripristini.

I cavidotti ed i pozzetti saranno bonificati dai cavi esistenti, puliti e riparati dove necessario.

La vasca fondazione del trafo deve essere ripulita e le superfici delle pareti essere trattate per renderle resistenti ed impermeabili agli oli. Bisognerà verificare ed eventualmente ripristinare il deflusso dei liquidi dalla vasca verso un serbatoio di raccolta interrato. Il serbatoio interrato di raccolta deve essere bonificato e provvedere alla installazione di un livello stato di massima per la segnalazione al sistema di supervisione.

Il nuovo trasformatore avrà un contenuto di olio inferiore a 20 metri cubi per cui la distanza di sicurezza da edifici dall'edificio deve essere superiore a 5 metri. Poiché questa distanza è già rispettata non c'è bisogno altri manufatti tipo pareti REI.

Sulla parte asfaltata il manto superficiale sarà rifatto a nuovo. I cordoli di separazione tra area inghiaia ed area asfaltata saranno ripristinati dove danneggiati.

Sarà inserito un nuovo cancelletto ad uso degli operatori delle turbine eoliche e dei sistemi TLC. Da questo cancelletto sarà creato un camminamento per raggiungere il retro dell'edificio dove ci saranno le porte per accedere ai locali dedicati. Il camminamento sarà confinato con un grigliato in resina.

12.9.2. Edificio

L'edificio esistente sarà ristrutturato e rivisto i lay-out interno come indicato nelle planimetrie allegate. Oltre alla revisione del layout dei vari locali saranno apportate le modifiche necessarie per consentire il passaggio dei cavi per le interconnessioni tra i vari quadri. In particolare, nel nuovo locale, destinato al gruppo elettrogeno sarà necessario intercettare una tubazione dei cavi BT per permettere il collegamento del GE al resto del sistema.

Per il nuovo locale GE per assicurare la corretta ventilazione di raffreddamento durante il suo funzionamento le porte saranno dotate di opportune griglie con rete antinsetto, alette antipioggia e serranda a gravita. Una griglia sarà realizzata sulla parte inferiore della porta di accesso al locale. L'altra griglia sulla parte superiore della parete opposta e su tale griglia sarà convogliato il flusso dell'aria calda in uscita da gruppo a mezzo di una canalizzazione.

E richiesta una ristrutturazione completa di tutte le rifiniture dell'edificio.

Il cunicolo di media tensione sarà ristrutturato e le strutture presenti rimosse. Una nuova struttura metallica sarà installata in forme adeguate ai nuovi quadri di media tensione. La struttura metallica

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI RELAZIONE ELETTRICA	59
SLM	EXE	REL	0003	00		

permetterà l'installazione del quadro e la possibilità di rimuovere, anche, un solo scomparto per eventuali esigenze future. . Tutte le parti attualmente non coperte dai quadri e la parte prospiciente il fronte del quadro saranno coperte da beole rimovibili.

Nel locale destinato all'alloggiamento del raddrizzatore, saranno realizzate delle aperture di ventilazione naturale dimensionate in funzione delle batterie presenti secondo quanto stabilito dalla norma EN 502872-2.

Saranno realizzati due locali per operatori delle turbine e dei vettori di comunicazione e per loro si dovrà predisporre un accesso esterno indipendente con nuove porte sul retro dell'edificio.

