

REGIONE SICILIA
Provincia di Palermo
COMUNE DI CAMPOREALE

PROGETTO

POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE



PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE



PROGETTISTA:



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



OGGETTO DELL'ELABORATO:

CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI

CODICE PROGETTISTA	DATA	SCALA	FOGLIO	FORMATO	CODICE DOCUMENTO				
					IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.
	22/03/2019		1/32	A4	CAM	ENG	REL	0021	00

NOME FILE: CAM-ENG-REL-0021_00.docx

ERG Wind Sicilia 2 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 CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	2
CAM	ENG	REL	0021	00		

Storia delle revisioni del documento

REV	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	22/03/2019	Prima emissione	MG	GL	DG

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	3
CAM	ENG	REL	0021	00		

1.	PREMESSA	4
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3.	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	7
3.1.	DESCRIZIONE GENERALE	7
3.4.	POTENZA INSTALLATA E PRODUCIBILITÀ	15
3.5.	SOTTOSTAZIONE.....	15
3.6.	POTENZA COMPLESSIVA E SOTTOCAMPI	16
3.7.	SCHEMA ELETTRICO	17
3.8.	LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO	18
4.	DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DELLE LINEE MT	19
4.1.	CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE	19
4.2.	CALCOLO DELLE PORTATE	20
4.2.1.	DATI TECNICI DEL CAVO UTILIZZATO	20
4.2.1.	TEMPERATURA DEL TERRENO	20
4.2.2.	NUMERO DI TERNE PER SCAVO	21
4.2.3.	POSA DIRETTAMENTE INTERRATA.....	22
4.2.4.	PROFONDITÀ DI POSA	22
4.2.5.	RESISTIVITÀ TERMICA DEL TERRENO.....	23
4.2.6.	TABULATI DI CALCOLO	23
5.	CABINA DI SEZIONAMENTO	25
5.1.	GENERALITA'	25
5.2.	CABINA	26
5.3.	ALLESTIMENTO CABINA	27
5.4.	IMPIANTO DI TERRA DELLE CABINE	28
5.5.	SCHEMA ELETTRICO	29
6.	ANALISI DEL RISCHIO DI ELETTROCUZIONE	30
6.1.	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI	30
6.2.	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.....	31
6.3.	PROTEZIONI CONTRO LE FULMINAZIONI DIRETTE.....	32

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	4
CAM	ENG	REL	0021	00		

1. PREMESSA

La società *Hydro Engineering s.s.* è stata incaricata di redigere il progetto definitivo relativo al potenziamento dell'esistente impianto eolico, composto da n. 24 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 0,85 MW, per una potenza complessiva di 20,40 MW, ubicato nel Comune di Camporeale e di proprietà della società ERG Wind Sicilia 2 Srl.

Il progetto definitivo di potenziamento consiste nella sostituzione dei 24 aerogeneratori esistenti da 0.85 MW con 13 aerogeneratori da 4,2 MW, per una potenza complessiva da installarsi pari a 54,60 MW. L'energia prodotta verrà convogliata tramite un sistema di cavi di media tensione ed una cabina di sezionamento presso la sottostazione elettrica esistente di Partinico.

L'installazione del più moderno tipo di generatore comporterà la consistente riduzione del numero di torri eoliche, dalle 24 esistenti alle 13 proposte, riducendo l'impatto visivo, che talvolta può trasformarsi nel cosiddetto effetto selva.

Inoltre, l'incremento di efficienza delle turbine previsto rispetto a quelle in esercizio, porterà ad un ampliamento del tempo di generazione ed un aumento della produzione unitaria media.

La produzione di energia sarà incrementata di circa più del doppio di quella attuale, e con la medesima proporzione avverrà l'abbattimento di produzione di CO2 equivalente.

La presente relazione tecnica specialistica ha per oggetto la descrizione e il dimensionamento preliminare degli impianti elettrici previsti nell'ambito delle opere in progetto.

Nel seguito della relazione si darà in particolare descrizione dei generatori elettrici, della sottostazione elettrica di collegamento alla rete di trasmissione nazionale, ed infine 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 CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	5
CAM	ENG	REL	0021	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 CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	6
CAM	ENG	REL	0021	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 elettromagnetiche.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	7
CAM	ENG	REL	0021	00		

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

3.1. DESCRIZIONE GENERALE

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° 13 aerogeneratori, ciascuno di potenza massima da 4,20 MW, corrispondenti ad una potenza installata massima di 54.60 MW.

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

- dismissione delle 24 torri eoliche esistenti (ERG Wind Sicilia 2);
- 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

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	8
CAM	ENG	REL	0021	00		

progettate e saranno realizzate secondo quanto prescritto dalle Norme Tecniche vigenti relative alle leggi sopracitate, così pure gli impianti elettrici.

3.2. LAYOUT IMPIANTO

Gli aerogeneratori, ubicati nel Comune di Camporeale (PA) sono stati posizionati come descritto negli elaborati grafici di progetto e sono contraddistinti dalle sigle R-CR01, R-CR02, R-CR03, R-CR04, R-CR05, R-CR06, R-CR07, R-CR08, R-CR09, R-CR10, R-CR11; R-CR12, R-CR13.

Le postazioni degli aerogeneratori sono costituite da piazzole 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.

Le immagini che seguono mostrano la collocazione degli aerogeneratori sui crinali di progetto (posizionamento e dimensioni delle macchine sono coerenti con la realtà):

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	9
CAM	ENG	REL	0021	00		

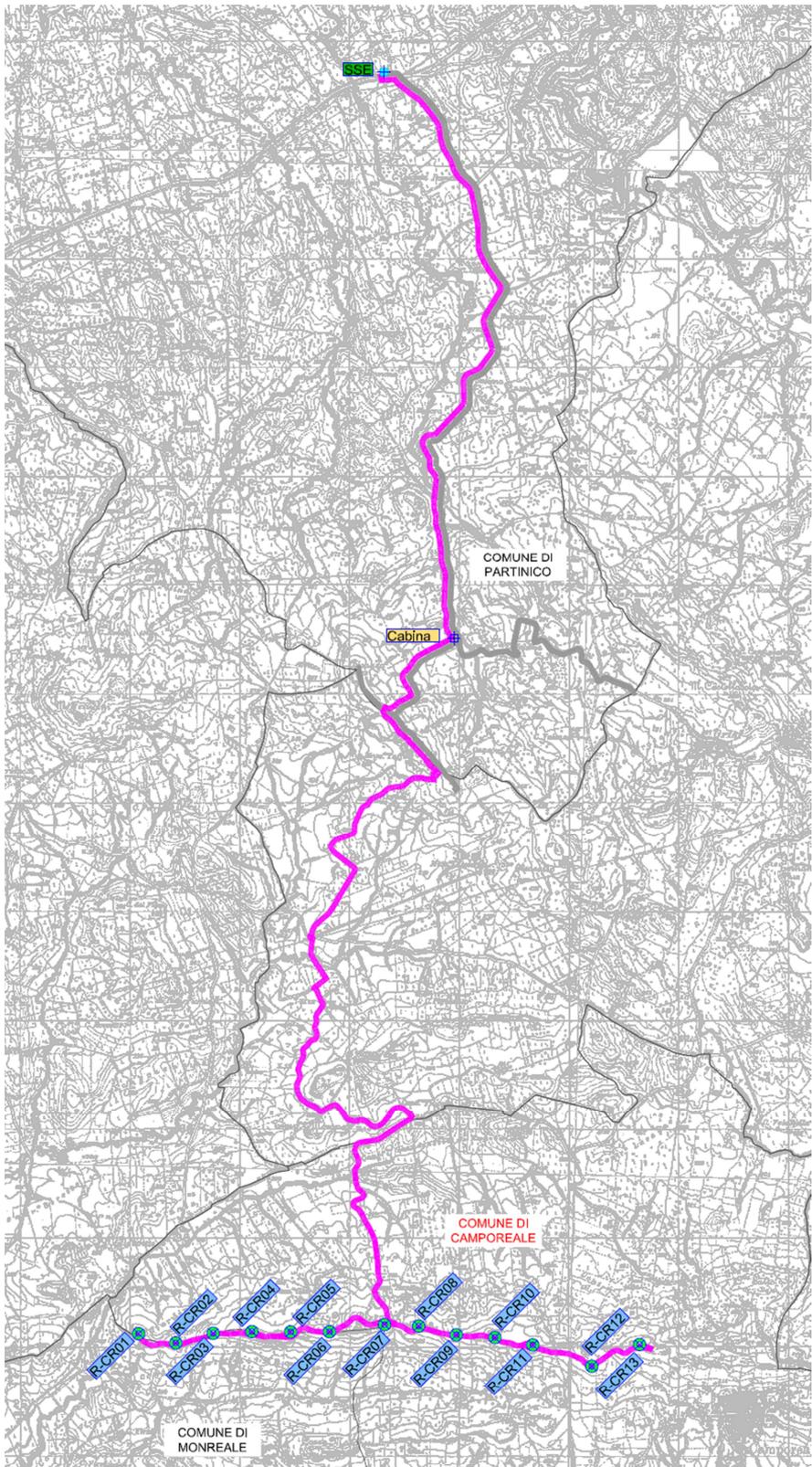


Fig.1 layout cavidotti su ctr 1:10.000

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	10
CAM	ENG	REL	0021	00		

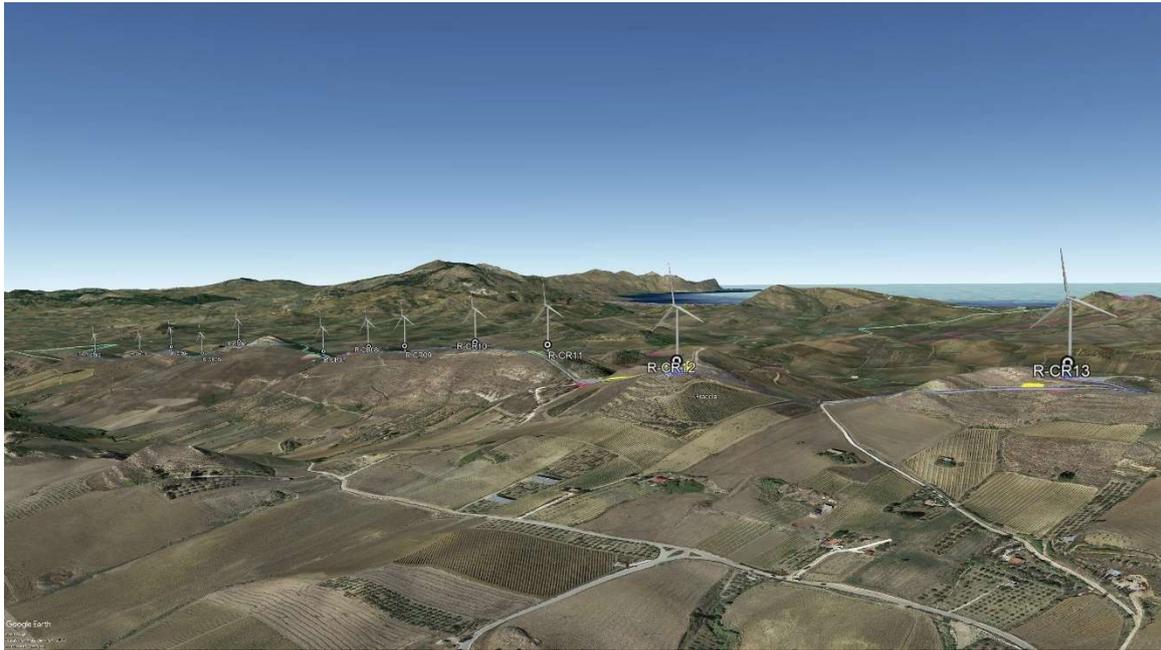


Fig.2 – Simulazione 3 D con vista da SUD dei nuovi aerogeneratori da R-CR01 a R-CR13

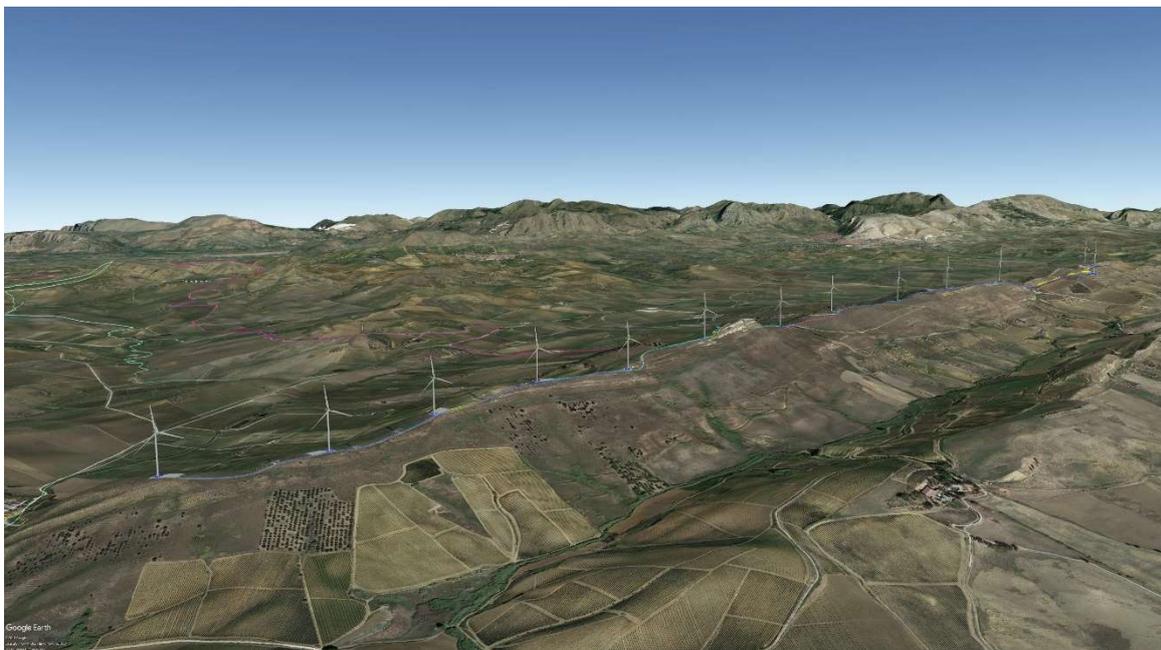


Fig.3 – Simulazione 3D con vista da ovest dei nuovi aerogeneratori da R-CR01 a R-CR13

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	11
CAM	ENG	REL	0021	00		

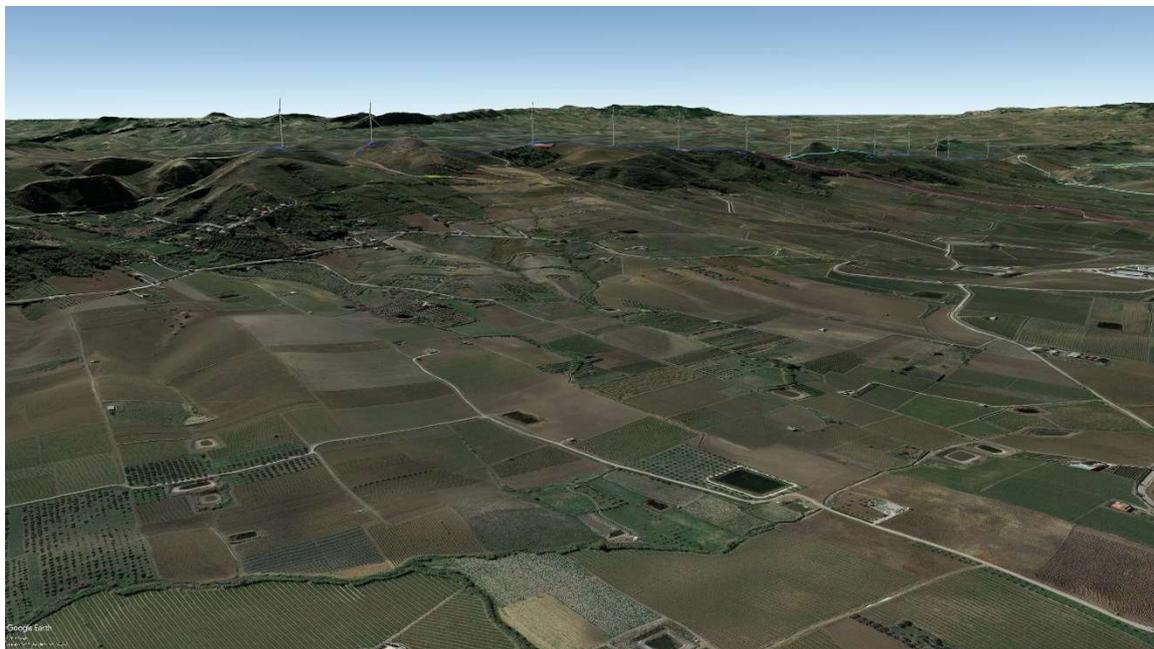


Fig.4 – Simulazione 3 D con vista da ovest dei nuovi aerogeneratori da R-CR01 a R-CR13

3.3. 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 CAM-ENG-TAV-0072_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, le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

- **rotore tripala a passo variabile**, di diametro di massimo 117,00 m, posto sopravento 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 121,50 m.

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

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	12
CAM	ENG	REL	0021	00		

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 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

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	13
CAM	ENG	REL	0021	00		

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.

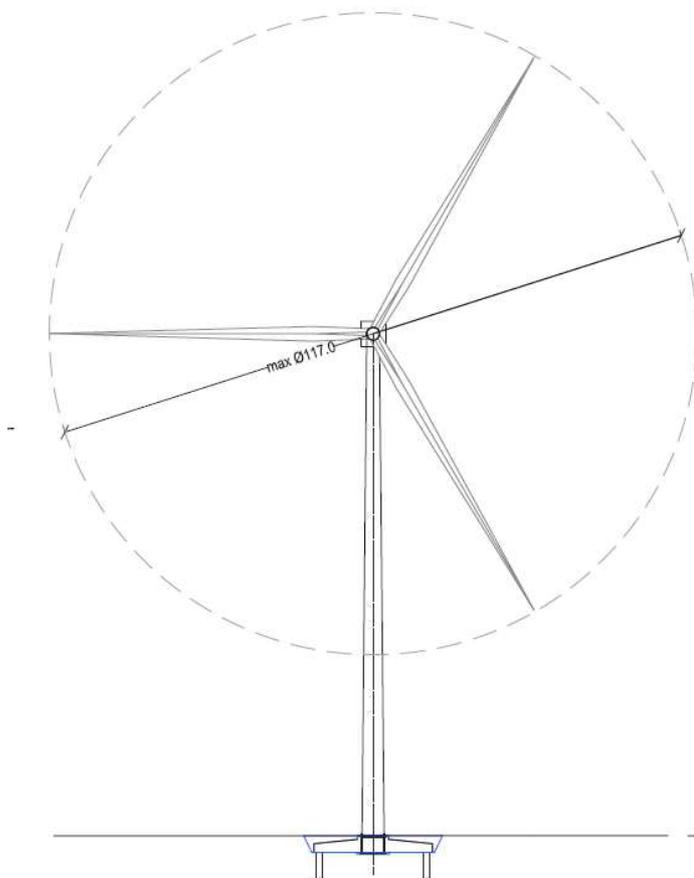
I sistemi frenanti sono progettati per una funzione "fail-safe"; ciò significa che, se un qualunque componente del sistema frenante non funziona correttamente o è guasto, immediatamente l'aerogeneratore si porta in condizioni di sicurezza.

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.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.

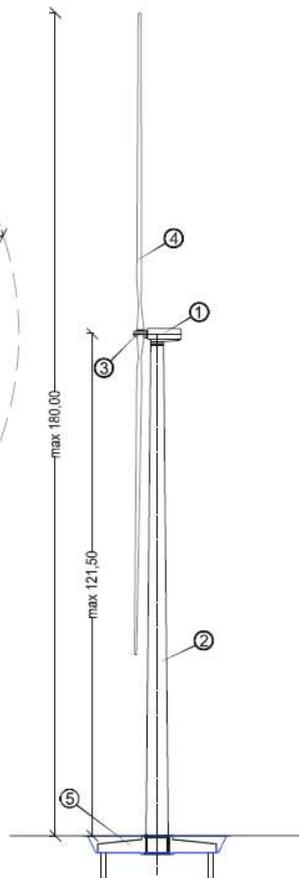
CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	14
CAM	ENG	REL	0021	00		

Vista frontale
dell'aerogeneratore



Tutte le misure
sono espresse in metri

Vista laterale
dell'aerogeneratore



Scala 1:50

LEGENDA

1	Navicella
2	Sostegno tubolare in acciaio
3	Mozzo- Altezza 121.5 m
4	Pale
5	Fondazioni

Dati Tecnici della Turbina

Diametro rotore max	117,00 m
Potenza nominale max	4200 kW

Fig.7 Schema tipo aerogeneratore

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	15
CAM	ENG	REL	0021	00		

3.4. POTENZA INSTALLATA E PRODUCIBILITÀ

Sulla base del documento ISPRA del 2018 intitolato Fattori di emissione atmosferica di gas a effetto serra e altri gas nel settore elettrico (dati al 2016), può essere individuato il seguente parametro riferito all'emissione di CO₂: 0.516 tCO₂/MWh

Il risparmio aggiuntivo di emissione di CO₂ post repowering è pesato sul delta di produzione pre/post intervento.

Questo Δ Prod è dato dalla differenza tra la media delle producibilità di repowering stimate nel documento CAM-ENG-REL-0026_00 (media tra le diverse configurazioni layout in merito al tipo di turbina) e la produzione storica dell'impianto esistente.

Nel caso specifico, il Δ Prod è fino a 59724MWh/y, per un risparmio aggiuntivo di CO₂ fino a 16306 tCO₂/y.”: vi è, quindi, un incremento nella riduzione delle emissioni di circa più del doppio del valore attuale.

3.5. SOTTOSTAZIONE

Il parco eolico in progetto convoglierà l'energia prodotta verso la Sottostazione Elettrica di Utente esistente, di proprietà di Erg Wind Sicilia 4 srl, sita nel Comune di Partinico (PA), connessa alla rete di trasmissione nazionale.

Allo stato attuale, la sottostazione elettrica riceve le linee a 21 kV provenienti dai parchi di Erg Wind Sicilia 4 srl (Partinico Monreale) ed Erg Wind Sicilia 2 srl (Camporeale).

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.

La società ERG Wind Sicilia 4 Srl ha già in iter il potenziamento del parco eolico di Partinico Monreale con l'adeguamento della Sottostazione esistente consistente nelle seguenti fasi:

- realizzazione di nuova sezione MT 30 kV, dedicata al parco eolico di Partinico-Monreale, con nuovo edificio sito nell'area sud est della sottostazione esistente;
- manutenzione ed ampliamento della sezione AT, con intervento di dismissione delle opere elettromeccaniche presenti (ad eccezione del trasformatore AT/MT 150/21 kV), e con installazione di un nuovo sistema AT di distribuzione, sezionamento e protezione, consistente in due distinti stalli (stallo n.1 – parco esistente di Camporeale, stallo n.2 – parco di Partinico/Monreale), uniti in parallelo fra loro verso il punto di connessione alla SSE Enel con un sistema di sbarre aeree.

La sezione di impianto AT di utente per il parco di Partinico e Monreale prevede:

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	16
CAM	ENG	REL	0021	00		

- n. 1 interruttore compatto PASS (sezionatore, interruttore e TA) di protezione generale
- n. 1 sistema di distribuzione in sbarre
- n. 3 TV capacitivi
- n. 3 TV induttivi
- n. 2 interruttore compatto PASS (sezionatore, interruttore e TA) di protezione linea trafo;
- n. 1 trasformatore AT/MT 150/30 kV della potenza di 40/50 MVA.

La sezione di impianto AT di utente per il potenziamento di Camporeale (Erg Wind Sicila 2 srl), oggetto di questa iniziativa , sarà così composta:

- n. 1 trasformatore AT/MT 150/30 kV della potenza di 50/63 MVA.

All'interno dell'edificio esistente presso la sottostazione verranno ubicati i quadri MT, quadri BT ed i servizi ausiliari.

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

- n. 1 quadri MT generali completi di:
 - o Scomparti di sezionamento linee di campo
 - o Scomparti misure
 - o Scomparti protezione generale
 - o Scomparti trafo ausiliari
 - o Scomparti protezione banco di rifasamento
- Banchi di rifasamento
- Trasformatore MT/BT servizi ausiliari 30/0,4 kV da 100 kVA
- Quadri servizi ausiliari
- Quadri misuratori fiscali
- Sistema di monitoraggio e controllo

La stazione elettrica, anche dopo gli interventi previsti, sarà a servizio, oltre che del parco ripotenziato di Camporeale (ERG Wind Sicilia 2) anche del parco ripotenziato di Partinico Monreale (ERG Wind Sicilia 4).

Per maggiori dettagli circa la SSEU si rimanda alla specifica relazione CAM-ENG-REL-0027-00.

3.6. POTENZA COMPLESSIVA E SOTTOCAMPI

Il parco eolico avrà una potenza complessiva di 54,60 MW, data dalla somma delle potenze elettriche di n. 13 aerogeneratori.

Dal punto di vista elettrico, gli aerogeneratori sono collegati fra di loro a gruppi di 3/4, costituendo così n. 3 distinti sotto campi, come di seguito meglio rappresentato.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	17
CAM	ENG	REL	0021	00		

Sottocampo	Aerogeneratori	Potenza	Comune
LINEA 1	R-CR01; R-CR02; R-CR03, R-CR04	16,8 MW	Camporeale
LINEA 2	R-CR05, – R-CR06, R-CR07, R-CR08	16,8 MW	Camporeale
LINEA 3	R-CR09, – R-CR10, R-CR11, R-CR12, - R-CR13	21,0 MW	Camporeale

3.7. 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 elaborati CAM-ENG-TAV-0086 e CAM-ENG-TAV-0091.

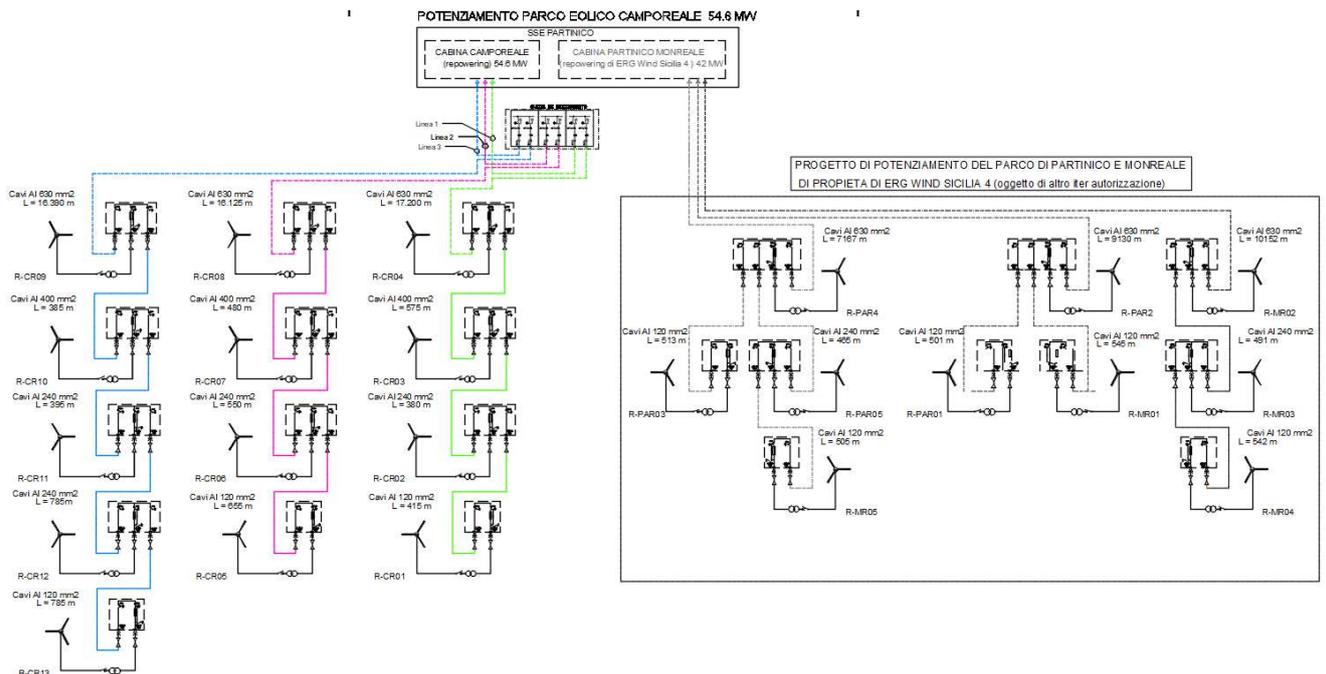


Fig.6 Schema elettrico

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	18
CAM	ENG	REL	0021	00		

3.8. LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO

Coerentemente con la suddivisione in sotto campi di cui al precedente paragrafo, l'intero sistema di raccolta dell'energia dagli aerogeneratori verso la SSEU 30/150 kW è articolato su n.3 distinte linee elettriche a 30 kV, una per ciascun sotto campo. Dall'aerogeneratore capofila di ciascun sottocampo, infatti, si diparte una linea elettrica di vettoriamento in cavo interrato MT 30 kV, di sezione pari a 630 mm².

Analogamente, gli aerogeneratori di ciascun sotto campo sono collegati fra loro in entra-esce con una linea elettrica in cavo interrato MT 30 kV, di sezione pari a 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. Nella tabella che segue si riporta calcolo preliminare delle linee elettriche di collegamento da rivalutare in fase esecutiva.

	LINEA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]
ERG WIND SICILIA 2	LINEA 1	R-CR01	R-CR02	3x1x120	415	4,2
		R-CR02	R-CR03	3x1x240	380	8,4
		R-CR03	R-CR04	3x1x400	575	12,6
		R-CR04	SSE	3x1x630	17.200	16,8
	LINEA 2	R-CR05	R-CR06	3x1x120	655	4,2
		R-CR06	R-CR07	3x1x240	550	8,4
		R-CR07	R-CR08	3x1x400	480	12,6
		R-CR08	SSE	3x1x630	16.125	16,8
	LINEA 3	R-CR13	R-CR12	3x1x120	785	4,2
		R-CR12	R-CR11	3x1x240	785	8,4
		R-CR11	R-CR10	3x1x240	395	12,6
		R-CR10	R-CR09	3x1x400	385	16,8
		R-CR09	SSE	3x1x630	16.390	21
POTENZA COMPLESSIVA						54,600

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, con protezioni meccaniche ove necessario, 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 CAM-ENG-TAV-0071_00.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	19
CAM	ENG	REL	0021	00		

4. DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DELLE LINEE MT

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

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

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

4.1. CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE

Per il calcolo delle cadute di tensione sui singoli cavi, si è tenuto conto dei parametri longitudinali dei cavi, della potenza attiva 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 (30kV).

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.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	20
CAM	ENG	REL	0021	00		

4.2. CALCOLO DELLE PORTATE

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

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

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

Dove

I_z = portata effettiva del cavo

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

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

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

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

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

4.2.1. *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 miscela in elastomero termoplastico HPTE, e fra esso e il conduttore è interposto uno strato di miscela 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
400 mm ²	0,105	0,11	557
630 mm ²	0,074	0,099	725

4.2.1. *Temperatura del terreno*

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

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	21
CAM	ENG	REL	0021	00		

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 **K1 = 0,96**.

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

	LINEA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	N. circuiti nella sez. di scavo
ERG WIND SICILIA 2	LINEA 1	R-CR01	R-CR02	3x1x120	2
		R-CR02	R-CR03	3x1x240	2
		R-CR03	R-CR04	3x1x400	2
		R-CR04	SSE	3x1x630	3
	LINEA 2	R-CR05	R-CR06	3x1x120	2
		R-CR06	R-CR07	3x1x240	2
		R-CR07	R-CR08	3x1x400	2
		R-CR08	SSE	3x1x630	3
	LINEA 3	R-CR13	R-CR12	3x1x120	2
		R-CR12	R-CR11	3x1x240	2
		R-CR11	R-CR10	3x1x240	2
		R-CR10	R-CR09	3x1x400	2
		R-CR09	SSE	3x1x630	3

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

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	22
CAM	ENG	REL	0021	00		

	Distanza fra i circuiti 0,25m		
N. circuiti	1	2	3
Coefficiente	1,00	0,90	0,85

4.2.3. 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.

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

4.2.4. 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

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

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	23
CAM	ENG	REL	0021	00		

4.2.5. 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 $1,5 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$.

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

4.2.6. 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 CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI		24
CAM	ENG	REL	0021	00			

LINEA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]	Corrente nominale [A]	Portata cavo nominale [A]	N. circuiti nella sez. di scavo	K correttivo portata	Portata cavo corretta [A]	Dimensionamento in portata	Resistenza cavo [Ω]	Reattanza cavo [Ω]	Potenza reattiva [MVar]	ΔV %	ΔV % cumulato	Potenza persa [kW]	Δp %
LINEA 1	R-CR01	R-CR02	3x1x120	415	4,2	85,18	290	2	0,838	243,04	35%	0,1382	0,054	1,380	0,07%	3,68%	3,008	0,07%
	R-CR02	R-CR03	3x1x240	380	8,4	170,37	428	2	0,838	358,70	47%	0,0627	0,042	2,761	0,07%	3,60%	5,460	0,06%
	R-CR03	R-CR04	3x1x400	575	12,6	255,55	557	2	0,838	466,81	55%	0,0604	0,063	4,141	0,11%	3,53%	11,829	0,09%
	R-CR04	SSE	3x1x630	17.200	16,8	340,74	725	3	0,792	573,85	59%	1,2711	1,703	5,522	3,42%	3,42%	442,722	2,64%
LINEA 2	R-CR05	R-CR06	3x1x120	655	4,2	85,18	290	2	0,838	243,04	35%	0,2181	0,085	1,380	0,11%	3,52%	4,748	0,11%
	R-CR06	R-CR07	3x1x240	550	8,4	170,37	428	2	0,838	358,70	47%	0,0908	0,061	2,761	0,10%	3,40%	7,902	0,09%
	R-CR07	R-CR08	3x1x400	480	12,6	255,55	557	2	0,838	466,81	55%	0,0504	0,053	4,141	0,09%	3,30%	9,874	0,08%
	R-CR08	SSE	3x1x630	16.125	16,8	340,74	725	3	0,792	573,85	59%	1,1916	1,596	5,522	3,20%	3,20%	415,052	2,47%
LINEA 3	R-CR13	R-CR12	3x1x120	785	4,2	85,18	290	2	0,838	243,04	35%	0,2614	0,102	1,380	0,14%	4,57%	5,691	0,14%
	R-CR12	R-CR11	3x1x240	785	8,4	170,37	428	2	0,838	358,70	47%	0,1295	0,086	2,761	0,15%	4,43%	11,279	0,13%
	R-CR11	R-CR10	3x1x240	395	12,6	255,55	428	2	0,838	358,70	71%	0,0652	0,043	4,141	0,11%	4,28%	12,769	0,10%
	R-CR10	R-CR09	3x1x400	385	16,8	340,74	557	2	0,838	466,81	73%	0,0404	0,042	5,522	0,10%	4,17%	14,080	0,08%
	R-CR09	SSE	3x1x630	16.390	21	425,92	725	3	0,792	573,85	74%	1,2112	1,623	6,902	4,07%	4,07%	659,176	3,14%
POTENZA														54,600				

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	25
CAM	ENG	REL	0021	00		

5. CABINA DI SEZIONAMENTO

5.1. GENERALITA'

Al fine di ottimizzare la gestione dei cavidotti, vista la lunghezza degli stessi è stata prevista l'installazione di un cabina di sezionamento.

Si prevede l'installazione di una cabina prefabbricata in c.a.v., nei pressi della S.P.39 e della Strada Comunale in contrada Lavatore, nel Comune di Partinico.

Le apparecchiature previste nella cabina, consentiranno, in caso di guasto, di poter disconnettere gli estremi delle linee elettriche ed effettuare le operazioni di ricerca guasti tramite strumentazione ecometrica.

Uno dei fattori che maggiormente incide sulla velocità delle operazioni di manutenzione è la corretta individuazione del punto di guasto. Tale operazione viene generalmente effettuata con idonea strumentazione (sistemi ecometrici), che consente l'individuazione del punto di guasto attraverso la trasmissione di segnali impulsivi ad una estremità libera del cavo.

La precisione della localizzazione è proporzionale alla distanza del guasto dal punto di inserzione dello strumento di misura. Con gli attuali standard presenti sul mercato, la rilevazione di un guasto su una linea MT interrata è considerata sufficientemente precisa fino a distanze pari a 4-5 km dal punto di inserzione dello strumento (ossia da una delle due estremità della tratta di cavidotto). Oltre tale distanza, infatti, la precisione della strumentazione non è tale da permettere l'individuazione del guasto con una tolleranza accettabile (nell'ordine del metro). È intuibile che un margine di errore elevato nell'individuazione del punto di guasto, comporterà la necessità di aprire fronti di scavo considerevoli.

Per far fronte a questa problematica, si rende necessario un intervento sulle linee elettriche esistenti tale da ridurre le lunghezze delle tratte continue a non più di 7-8 km, in modo tale da poter comunque facilmente individuare la posizione di un guasto attraverso l'inserzione della strumentazione di misura da uno dei due capi della tratta.

Considerata la lunghezza di tre delle linee presenti presso l'impianto eolico in oggetto, ossia le Linea 1 lunga circa 17.200 m, Linea 2 lunga circa 16.125 m e Line 3 lunga circa 16.390 m, è stata individuata quale soluzione migliorativa l'inserzione di una **cabina di sezionamento**, in corrispondenza della quale sarà possibile il sezionamento delle linee elettriche interessate, per

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	26
CAM	ENG	REL	0021	00		

l'eventuale inserzione degli strumenti di misura per l'individuazione dei guasto.

All'intero della cabina di sezionamento verranno installati tre distinti scomparti di giunzione e sezionamento delle linee elettriche MT afferenti. identificate come "Linea 1", "Linea 2" e "Linea 3".

5.2. CABINA

La cabina sarà del tipo monoblocco prefabbricato, con struttura monolitica autoportante senza giunti d'unione tra le pareti e tra queste ed il fondo, realizzati in calcestruzzo alleggerito con argilla espansa. La coibentazione termica conseguente alla presenza dell'argilla espansa riduce gli effetti derivanti dal fenomeno della parete fredda (formazione di condensa). Il calcestruzzo è dosato a ql.5 di cemento tipo 425, armato con doppia rete metallica f6 20X20 e tondini di ferro ad aderenza migliorata.

La cabina complessivamente ha dimensioni esterne in pianta di larghezza pari a 2,50 m e lunghezza pari a 4,48 m. Le pareti del monoblocco sono dello spessore di 9 cm.

Lo spessore del tetto sarà di 9 cm, per avere una maggiore resistenza e durabilità dello stesso.

La base d'appoggio del box (vasca) avrà una altezza di 63,5 cm (di cui 50 cm saranno interrati) e pareti di spessore pari a 10 cm e sarà realizzata in calcestruzzo senza l'aggiunta di argilla per aumentare, a parità di rapporto acqua-cemento, la resistenza e durabilità della stessa base.

Sulla vasca di fondazione, per evitare eventuali cedimenti, vengono inserite delle travi in acciaio IPE 100, zincate a caldo, in corrispondenza dei punti più sollecitati dovuti a carichi concentrati, tale soluzione riduce le luci della piastra e di conseguenza le tensioni di lavoro del cls e del ferro.

In fase di getto del cls si realizzano le aperture per l'inserimento delle griglie di areazione e le porte (in lamiera e/o vetroresina), nonché i fori nel pavimento per il passaggio dei cavi, consentendo in tal modo la realizzazione di molteplici soluzioni.

Sempre in fase di getto si predispongono gli inserti metallici per consentire il sollevamento del monoblocco ed il fissaggio delle apparecchiature e dei serramenti.

Il monoblocco viene protetto esternamente dagli agenti atmosferici, con materiale tipo "Decorfine 500" della Index o similare, e successivamente pitturato con vernici al quarzo e polvere di marmo, conformi alle specifiche ENEL o più.

Le caratteristiche di cui sopra, consentono la recuperabilità integrale del manufatto, con possibilità di riutilizzo in altro luogo. Le verifiche strutturali di seguito sviluppate considerano la fase di sollevamento, per il carico lo scarico e la posa in opera del manufatto e la fase di esercizio cioè dopo la posa in opera.

La costruzione del monoblocco è del tipo serie dichiarata così come previsto nel punto 1.4.1 del D. M. LL. PP. 3/12/1987; rispettando le modalità e le prescrizioni di cui alla Legge n.°1086 del 05/11/1971 (Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio),

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	27
CAM	ENG	REL	0021	00		

DM LL.PP. del 14/2/1992 (Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato) ed alla Circolare LL.PP. n.°37406 del 24/06/1993 (Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato) nonché alla normativa UNI di riferimento.

La base di appoggio (vasca) del box prefabbricato monoblocco sarà adagiata su una fondazione, consistente in una piastra in c.a. gettato in opera, di dimensioni 2,40 x 4,35m, di spessore pari a 20 cm.

In sede di progettazione esecutiva, verranno effettuate le verifiche strutturali previste dal D.M. del 14/01/2008, applicando il metodo degli stati limite con l'utilizzo di software CDSWIN conforme ai sensi dello stesso decreto.

Le strutture dei box sono state dimensionate tenendo conto anche della normativa dell'ENEL alla quale si è fatto riferimento quando questa è più restrittiva delle norme indicate nei Decreti legge e Leggi di seguito riportati.

- Legge n°1086 del 5/11/1971;
- Legge n°64 del 2/2/1974;
- C.M. LL.PP. (parte C) n° 20244 del 30/6/1980;
- C. CONS. SUP. LL.PP. (parte C) n° 6090;
- D.M. LL.PP. (Norme per le costruzioni prefabbricate) del 3/12/1987;
- D.M. LL.PP. del 14/2/1992;
- D.M. LL.PP. del 14/01/2008;
- D.M. LL.PP. (Norme carichi e sovraccarichi) del 16/1/1996;
- Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni", D.M. 17/01/2018.
- Tabella ENEL DG 10061;
- Tabella ENEL DG 10062;
- Tabella ENEL DG 10063.

La cabina è costituita da un unico locale, con le dimensioni interne di 426x 228 x 250 cm (L x P x H), nel quale saranno installati gli scomparti di giunzione cavi MT.

5.3. ALLESTIMENTO CABINA

Presso la cabina di sezionamento verranno installate le apparecchiature elettromeccaniche necessarie ad effettuare il sezionamento delle linee elettriche (scomparti di giunzione).

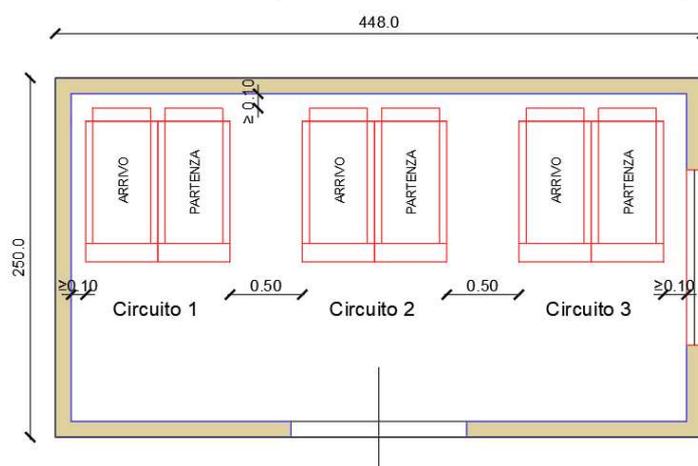
All'interno della cabina di nuova realizzazione saranno installati n.6 scomparti di giunzione linee MT, due per ciascuna linea (Linea 1, Linea 2 e Linea 3), del tipo CEP I-SDC o equivalenti, che svolgono la funzione di interruttori di manovra-sezionatore, che avranno le seguenti caratteristiche tecniche:

- Isolamento in SF6;
- Sistema rilevazione presenza tensione;
- Relè rilevatore di guasto con segnalazione luminosa;

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	28
CAM	ENG	REL	0021	00		

- Tensione nominale fino a 36 kV;
- Corrente nominale 630 A;
- Corrente di breve durata 12,5 kA /1s;

Saranno installati n. 2 scomparti per ciascun Circuito afferente alla cabina, rispettivamente uno sulla linea in arrivo e l'altro sulla linea in partenza, come illustrato nelle seguenti immagini.

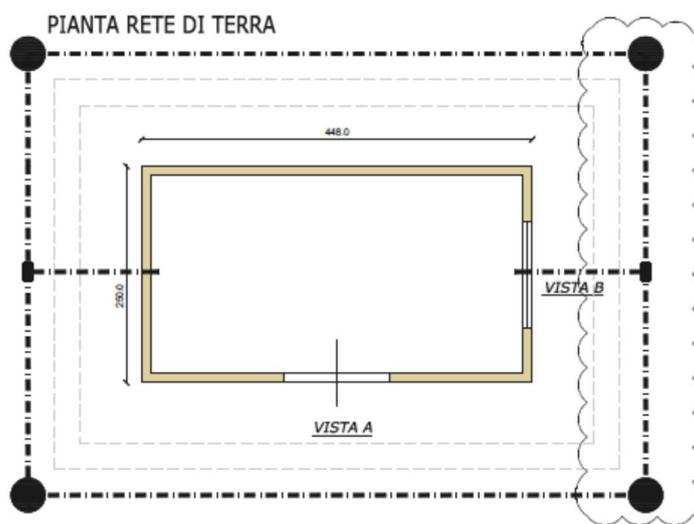


Per la disposizione delle apparecchiature elencate nel seguito e per i particolari a riguardo, si rimanda all'elaborato grafico CAM-ENG-TAV-0084_00.

5.4. IMPIANTO DI TERRA DELLE CABINE

Presso la cabina di sezionamento verrà realizzato un impianto di terra, consistente in un anello di terra in corda di rame della sezione di 35 mm² e da 4 picchetti di terra della lunghezza di 1,50 m. L'impianto è stato dimensionato in conformità alle prescrizioni delle norme CEI EN 61936-1 e CEI EN 50522, nonché alle normative vigenti in materia.

L'immagine che segue mostra lo schema tipo di collegamento della rete di terra.



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	29
CAM	ENG	REL	0021	00		

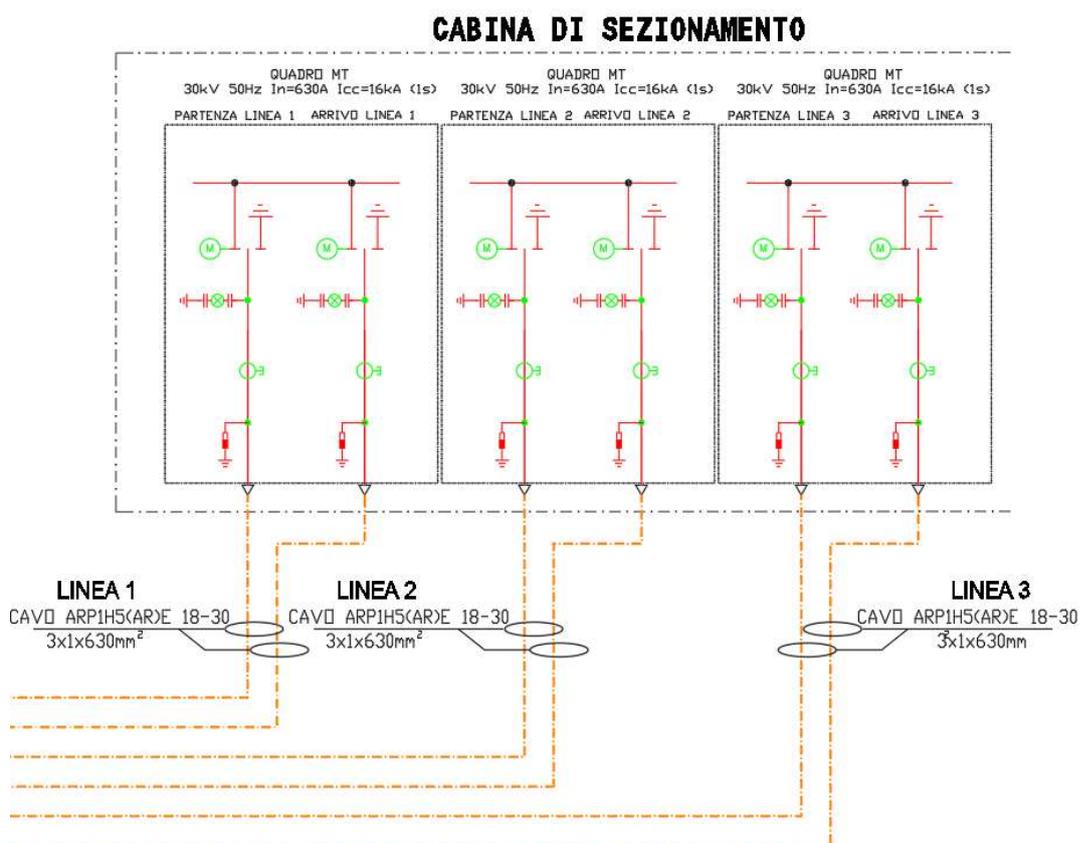
5.5. SCHEMA ELETTRICO

Come già anticipato nei paragrafi i precedenti, si prevede l'inserimento, nelle linee elettriche Linea 1, Line 2 e Linea 3, di una cabina di sezionamento presso la quale verranno sezionate le linee afferenti.

Le apparecchiature previste nella cabina, come già anticipato nella relazione, consentiranno, in caso di guasto, di poter disconnettere gli estremi delle linee elettriche ed effettuare le operazioni di ricerca guasti tramite strumentazione ecometrica.

Di seguito si riporta lo schema elettrico della cabina di sezionamento.

Per maggiori dettagli si rimanda alla tavola CAM-ENG-TAV-0093_00



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	30
CAM	ENG	REL	0021	00		

6. ANALISI DEL RISCHIO DI ELETTROCUZIONE

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

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

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

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

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

6.1. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

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

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

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

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	31
CAM	ENG	REL	0021	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).

6.2. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

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

Presso ciascun aerogeneratore verrà realizzato un proprio impianto di terra, a mezzo di anelli concentrici in rame 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 CAMPOREALE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	32
CAM	ENG	REL	0021	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”.

6.3. PROTEZIONI CONTRO LE FULMINAZIONI DIRETTE

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