

Integrale ricostruzione dell'impianto eolico VRG-040

Progetto definitivo

Oggetto:

040-35 – Relazione di calcolo elettrico

Proponente:

VRg wind 040

VRG Wind 040 S.r.l.
Via Algardi 4
Milano (MI)

Progettista:

 **Stantec**

Stantec S.p.A.
Centro Direzionale Milano 2, Palazzo Canova
Segrate (Milano)

Rev. N.	Data	Descrizione modifiche	Redatto da	Rivisto da	Approvato da
00	04/11/2022	Prima Emissione	D. Stangalino	M.Carnevale	D. Stangalino
00	23/01/2023	Integrati Commenti	D. Stangalino	M.Carnevale	D. Stangalino
Fase progetto: Definitivo			Formato elaborato: A4		

Nome File: **040-35.01 - Relazione di calcolo elettrico**



Indice

1	PREMESSA	4
1.1	Descrizione del proponente	4
1.2	Contenuti della relazione	5
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	6
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	8
4	IMPIANTO EOLICO	9
5	DIMENSIONAMENTO DEI CAVI DI MEDIA TENSIONE.....	10
5.1	LINEE IN CAVO MT INTERNE AL PARCO EOLICO.....	10
5.2	LINEA IN CAVO MT DI COLLEGATO AL TRASFORMATORE ELEVATORE	11
6	DIMENSIONAMENTO DEL TRASFORMATORE ELEVATORE.....	13
7	DIMENSIONAMENTO DEL QUADRO DI MEDIA TENSIONE DI RACCOLTA	14
8	VALUTAZIONE DELLA CADUTA DI TENSIONE.....	15
9	VALUTAZIONE DELLE PERDITE	16
9.1	PERDITE SULLE LINEE IN CAVO MT INTERNE AL PARCO EOLICO	16
9.2	PERDITE SUL TRASFORMATORE ELEVATORE.....	17
10	LOAD FLOW	18
11	CORTO CIRCUITO DI FASE.....	19
12	GUASTI A TERRA	20

Indice delle figure

Figura 2-1: Inquadramento territoriale dell'impianto VRG-040	6
Figura 2-2: Inquadramento su ortofoto dell'area dell'impianto VRG-040 nel suo stato di fatto e nello stato di progetto.....	7

1 PREMESSA

Stantec S.p.A., in qualità di Consulente Tecnico, è stata incaricata da Sorgenia S.p.A. di redigere il progetto definitivo per il potenziamento dell'esistente impianto eolico ubicato nei Comuni di Campofelice di Fitalia (PA), Villafrati (PA) e Ciminna (PA), costituito da 35 aerogeneratori di potenza 0,85 MW ciascuno, con una potenza complessiva dell'impianto pari a 29,75 MW installati.

L'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori dell'impianto viene convogliata tramite cavidotto interrato MT da 20 kV, alla Sottostazione Utente, ubicata nel comune di Ciminna. L'allacciamento dell'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) avviene attraverso un collegamento direttamente alla Cabina Primaria di Ciminna di Enel Distribuzione, la quale a sua volta è collegata in entra-esce sulla linea esistente AT a 150 kV "Ciminna-Castronovo".

L'intervento in progetto consiste nella sostituzione delle 35 turbine eoliche dell'impianto esistente con 11 aerogeneratori di potenza nominale pari a 6 MW ciascuno. Si prevede di collegare gli 11 aerogeneratori di progetto alla Sottostazione di trasformazione MT/AT del comune di Ciminna mediante un cavo interrato MT da 33 kV. Il seguente progetto di repowering consente di aumentare notevolmente la potenza complessivamente prodotta dall'impianto, riducendo gli impatti sul territorio grazie al più ridotto numero di aerogeneratori impiegati. Inoltre, la maggior efficienza dei nuovi aerogeneratori comporta un aumento considerevole dell'energia specifica prodotta, riducendo in maniera proporzionale la quantità di CO2 equivalente.

1.1 Descrizione del proponente

Il soggetto proponente del progetto in esame è VRG Wind 040 S.r.l., interamente parte del gruppo Sorgenia Spa, uno dei maggiori operatori energetici italiani.

Il Gruppo è attivo nella produzione di energia elettrica con oltre 4.750 MW di capacità di generazione installata e oltre 400.000 clienti in fornitura in tutta Italia. Efficienza energetica e attenzione all'ambiente sono le linee guida della sua crescita. Il parco di generazione, distribuito su tutto il territorio nazionale, è costituito dai più avanzati impianti a ciclo combinato e da impianti a fonte rinnovabile, per una capacità di circa 370 MW tra biomassa ed eolico. Nell'ambito delle energie rinnovabili, il Gruppo, nel corso della sua storia, ha anche sviluppato, realizzato e gestito impianti di tipo fotovoltaico (ca. 24 MW), ed idroelettrico (ca. 33 MW). In quest'ultimo settore, Sorgenia è attiva con oltre 75 MW di potenza installata gestita tramite la società Tirreno Power, detenuta al 50%.

Il Gruppo Sorgenia, tramite le sue controllate, fra le quali VRG Wind 040 S.r.l., è attualmente impegnata nello sviluppo di un importante portafoglio di progetti rinnovabili di tipo eolico, fotovoltaico, biometano, geotermico ed idroelettrico, caratterizzati dall'impiego delle Best Available Technologies nel pieno rispetto dell'ambiente.

1.2 Contenuti della relazione

La presente relazione ha l'obbiettivo di descrivere i criteri di dimensionamento del nuovo impianto eolico denominato VRG-040, che sarà connesso alla rete RTN attraverso la Cabina Primaria Ciminna.

Si tratta del potenziamento di un impianto eolico esistente che prevede l'installazione di n.11 nuove torri di generazione per una potenza complessiva di 66 MW.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito in cui è ubicato il parco eolico oggetto di Repowering, denominato VRG-040, è collocato nei comuni di Villafrati, Ciminna, Campofelice di Fitalia, nella provincia di Palermo, in Sicilia.

L'impianto VRG-040 è localizzato a circa 30 km a Sud dal capoluogo, a 2 km in direzione Sud-Est rispetto al centro urbano del Comune di Villafrati ed a 0,8 km in direzione Sud/Sud-Ovest rispetto al centro storico di Campofelice di Fitalia.

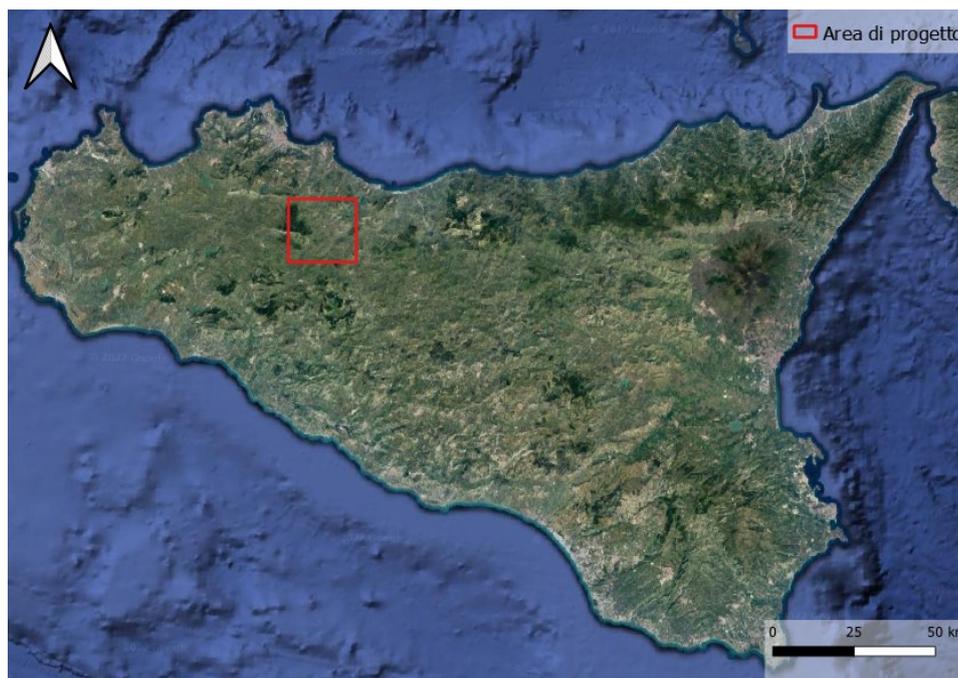


Figura 2-1: Inquadramento territoriale dell'impianto VRG-040

L'impianto eolico VRG-040 è situato in una zona prevalentemente collinare non boschiva caratterizzata da un'altitudine media pari a circa 700 m, ma con rilievi montuosi non trascurabili, con sporadiche formazioni di arbusti e la presenza di terreni seminativi/incolti.

Il parco eolico ricade all' interno dei seguenti fogli catastali:

- Fogli 5, 8, 11, 13 nel comune di Campofelice di Fitalia
- Fogli 15, 16, 17 nel comune di Villafrati

L'intervento di integrale ricostruzione e potenziamento dell'impianto consiste nello smantellamento dei 35 aerogeneratori esistenti e la relativa sostituzione con 11 turbine eoliche di potenza ed efficienza maggiore.

In Figura 2-2 è riportato l'inquadramento territoriale dell'aerea, con la posizione degli aerogeneratori su ortofoto nel suo stato di fatto e nel suo stato di progetto.

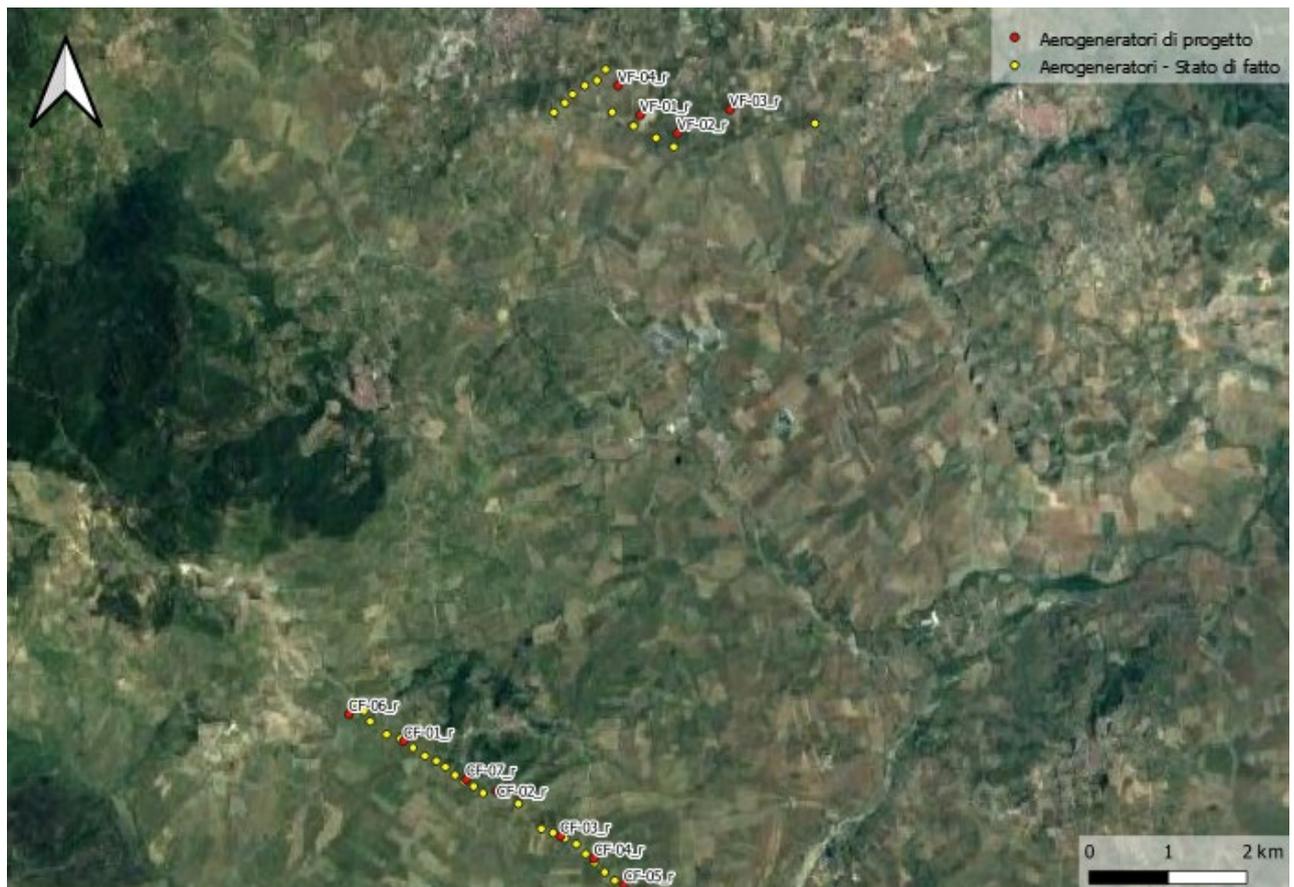


Figura 2-2: Inquadramento su ortofoto dell'area dell'impianto VRG-040 nel suo stato di fatto e nello stato di progetto

Si riporta in formato tabellare un dettaglio sulla localizzazione degli aerogeneratori di nuova costruzione, in coordinate WGS84 UTM fuso 33 N:

Tabella 1: Localizzazione geografica degli aerogeneratori di nuova costruzione

ID	Comune	Est [m]	Nord [m]
VF-01_r	Villafrati	368426	4195457
VF-02_r	Villafrati	368897	4195223
VF-03_r	Villafrati	369560	4195527
VF-04_r	Villafrati	368145	4195831
CF-01_r	Campofelice di Fitalia	365429	4187461
CF-02_r	Campofelice di Fitalia	366612	4186827
CF-03_r	Campofelice di Fitalia	367414	4186248
CF-04_r	Campofelice di Fitalia	367840	4185966
CF-05_r	Campofelice di Fitalia	368221	4185627
CF-06_r	Campofelice di Fitalia	364734	4187807
CF-07_r	Campofelice di Fitalia	366221	4186975

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella stesura della presente relazione tecnica, sono state seguite le prescrizioni indicate e applicabili al caso specifico dalle seguenti norme:

- ✓ Guida CEI 0-2 II Ed. 2002, "Guida per la definizione della documentazione di progetto per gli Impianti Elettrici".
- ✓ Norma CEI EN 61936-1, "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a.
- ✓ Parte 1: Prescrizioni comuni".
- ✓ Norma CEI EN 50522, "Messa a terra degli impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a".
- ✓ Norma CEI 11-17, "Linee in cavo".
- ✓ Norma IEC 62271-200, "A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV".
- ✓ Norma CEI 64-8, "Impianti elettrici utilizzatori".
- ✓ Norma CEI EN 60076, "Trasformatori di potenza".
- ✓ 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".
- ✓ Codice di rete Terna

4 IMPIANTO EOLICO

Il progetto di costruzione dell'impianto eolico consiste nell'installazione di n. 11 torri di generazione eolica di nuova costruzione ciascuna equipaggiata con generatore asincrono DFIG in bassa tensione 690 V da 6 MW, convertitore di frequenza per la regolazione della corrente di rotore, interruttore principale, servizi ausiliari, trasformatore elevatore a 33 kV e quadro di media tensione (36 kV isolamento) per la connessione esterna. Tutte le suddette apparecchiature sono installate sulla navicella in quota sulla torre di generazione.

Trasformatore elevatore singolo generatore eolico

Tensione primaria	33 kV $\pm 2 \times 2,5\%$ a vuoto
Potenza nominale	6 MVA
Gruppo vettoriale	YNd11
Tensione secondaria	0,690 kV
Tensione di corto circuito	8%
Sistema di raffreddamento	AN/AF (resina)
Perdite cc	34,2 kW (valore ipotizzato)

Generatore eolico

Tipologia	asincrono DFIG
Potenza	6 MW
Tensione	690 V
Fattore di potenza	0,9
Contributo alla c.c.	4 In

La capacità nominale del parco eolico sarà di 66 MW.

Il parco eolico sarà suddiviso in n. 5 sottocampi composti da 2 o 3 aerogeneratori collegati in entra-esce con linee in cavo e connessi al quadro di media tensione installato all'interno del fabbricato della sottostazione utente di trasformazione.

Pertanto saranno previste n. 5 elettrodotti che convogliano l'energia prodotta alla sottostazione di trasformazione:

- Elettrodotto 1: aerogeneratori VF-04_r – VF-01_r
- Elettrodotto 2: aerogeneratori VF-02_r – VF-03_r
- Elettrodotto 3: aerogeneratori CF-06_r – CF-01_r
- Elettrodotto 4: aerogeneratori CF-02_r – CF-07_r
- Elettrodotto 5: aerogeneratori CF-03_r – CF-04_r – CF-05_r

5 DIMENSIONAMENTO DEI CAVI DI MEDIA TENSIONE

5.1 LINEE IN CAVO MT INTERNE AL PARCO EOLICO

Saranno impiegati cavi unipolari con conduttore in alluminio, isolamento in polietilene di tipo XLPE, ridotto spessore di isolamento, schermo in nastro di alluminio e rivestimento esterno in poliolefine tipo DMZ1, aventi sigla ARE4H5E tensione di isolamento 18/30 kV.

Le caratteristiche del cavo sono le seguenti:

Sezione	1x300 mm ²	1x500 mm ²	1x630 mm ²
Resistenza a 90°C:	0,129 Ω/km	0,078 Ω/km	0,060 Ω/km
Reattanza:	0,103 Ω/km	0,096 Ω/km	0,092 Ω/km
Capacità:	0,311 μF/km	0,378 μF/Km	0,423 μF/Km
Portata nominale Iz (nota 1)	480 A	533 A	606 A
Costante cavo	K = 92	K = 92	K=92
Energia specifica passante	761,76x10 ⁶ A ² s	2116X10 ⁶ A ² s	3004,136x10 ⁶ A ² s

Nota 1: la portata è relativa alla posa a trifoglio.

Le condizioni di posa utilizzate sono le seguenti:

Modalità di posa	interrato a trifoglio
distanza da terre vicine	25 cm
Temperatura del terreno	25 °C
Profondità di posa pari	1,2 m
Resistività del terreno	1 m °K/W

In relazione alle suddette condizioni di posa, sono stati assunti i seguenti coefficienti di derating della portata:

Coefficiente di correzione per la temperatura del terreno	K1=0,96
Coefficiente di correzione per la profondità di posa	K2=0,96
Coefficiente di correzione per resistività del terreno	K3=0,92
Coefficiente di correzione per la vicinanza di altri circuiti	K4= 0,75

Pertanto la portata effettiva dei cavi risulta essere:

$$\text{cavo } 1x300\text{mm}^2 \quad I_{\text{zeff}} = I_z * K1 * K2 * K3 * K4 = 305,23 \text{ A}$$

cavo 1x500mm ²	$I_{zeff} = I_z \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 = 338,94 \text{ A}$
cavo 1x630mm ²	$I_{zeff} = I_z \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 = 385,36 \text{ A}$

Corrente di impiego massima I_b	117A tratto iniziale alimentato da 1 generatore
	233A tratto intermedio alimentato da 2 generatori
	350A tratto finale alimentato da 3 generatori
	(valutazioni con $\cos\varphi \geq 0,9$ a piena potenza: 6 MW)

Verifica della portata $I_b < I_{zeff}$

Sul tratto iniziale saranno utilizzati cavi da 300 mm², mentre sul tratto intermedio saranno usati cavi da 500 e/o 630 mm² mentre su quello finale sarà sempre utilizzato il cavo da 630 mm² (al fine di contenere la caduta di tensione complessiva).

La corrente di impiego è sempre inferiore alla portata dei cavi utilizzati.

Tempo di intervento protezioni	0,35 s soglia di corto circuito ritardato (51)
Massima c.c. sopportabile	$I = KS/\sqrt{t} = 46,65 \text{ kA}$ cavo 1x300 m ²
Massima c.c. sopportabile	$I = KS/\sqrt{t} = 77,75 \text{ kA}$ cavo 1x500 m ²
Massima c.c. sopportabile	$I = KS/\sqrt{t} = 97,97 \text{ kA}$ cavo 1x630 m ²

5.2 LINEA IN CAVO MT DI COLLEGATO AL TRASFORMATORE ELEVATORE

Per il collegamento del trasformatore elevatore al quadro di media tensione all'interno della sottostazione utente, saranno impiegati cavi con conduttore in rame, isolamento HEPR di qualità G7, schermo in di rame e rivestimento esterno in PVC qualità Rz, aventi sigla RG7H1R tensione di isolamento 18/30 kV.

Le caratteristiche del cavo sono le seguenti:

Tipo di cavo:	unipolare – 18/30 kV
Isolamento:	HEPR di qualità G7
Sezione:	1x500 mm ² / 4 conduttori in parallelo per fase
Resistenza:	0,0517 Ω /km
Reattanza:	0,100 Ω /km
Capacità:	0,32 Ω /km

Portata nominale I_z	761 A
Costante cavo	$K = 143$
Energia specifica passante	$5112,25 \times 10^6 \text{ A}^2\text{s}$

Condizioni di posa in cunicolo in passerella

Temperatura del terreno 20 °C
Profondità di posa pari 1,2 m,
Resistività del terreno 1 m °K/W,
Lunghezza 60 m

Coefficiente di correzione per la temperatura del terreno K1=1
Coefficiente di correzione per la profondità di posa K2=1
Coefficiente di correzione per resistività del terreno K3=1
Coefficiente di correzione per la vicinanza di altri circuiti K4= 0,85

Portata effettiva del cavo I_{zeff} $I_z * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 = 646,85 \text{ A}$

Corrente di impiego I_b 1662,12 A (corrente nominale trasformatore in ONAF)

Verifica della portata I_b < I_{zeff} → 1662,12 A < 4 * 646,85 = 2587,4 A

Tempo di intervento protezioni 0,5 s soglia di corto circuito ritardato (51)
Massima c.c. sopportabile I = K_S / √t = 101,11 kA

6 DIMENSIONAMENTO DEL TRASFORMATORE ELEVATORE

Il trasformatore elevatore della sottostazione elettrica sarà dimensionato per poter evacuare la seguente potenza:

- Impianto eolico 040 66 MW

Considerando un margine di riserva del 20%, sarà previsto un trasformatore di potenza 80/95 MVA con sistema di ventilazione ONAN/ONAF.

Il trasformatore sarà dotato di variatore sottocarico sul lato primario per la regolazione di tensione con $\pm 10 \times 1, 5\%$ posizioni.

Pertanto le caratteristiche principali del trasformatore elevatore sono:

Tensione primaria	150 kV
Variatore primario	$\pm 10 \times 1, 5\%$
Potenza nominale	100/120 MVA
Gruppo vettoriale	YNd11
Tensione secondaria	33 kV
Tensione di corto circuito	12,5%
Sistema di raffreddamento	ONAN-ONAF
Perdite cc	260 kW a potenza nominale (valore ipotizzato 0,325%)

7 DIMENSIONAMENTO DEL QUADRO DI MEDIA TENSIONE DI RACCOLTA

Il quadro di media tensione della sottostazione sarà dimensionato per consentire la connessione delle seguenti linee:

- Sottocampi dall'impianto eolico (5 linee)
- Linea di connessione a futuro shunt reactor da 5 MVA
- Linea di connessione a futuro bank capacitor da 5 MVAr
- Linea di alimentazione del trasformatore dei servizi ausiliari
- Linea di collegamento al trasformatore elevatore

Tenendo conto di:

- massima potenza da evacuare,
- contributo alla presunta corrente di corto circuito da parte della rete in AT, attraverso il trasformatore, e dei generatori eolici,

il quadro sarà dimensionato per i seguenti valori di riferimento:

- Tensione di isolamento 36 kV
- Corrente nominale 2000 A
- Corrente simmetrica di c.c. 25 kA
- Corrente di picco 63 kA

8 VALUTAZIONE DELLA CADUTA DI TENSIONE

Per la valutazione della caduta di tensione sui singoli elettrodotti sono stati considerati i parametri riportati nella seguente tabella:

Elettrodotto 1

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Corrente transitante	Cdt%
VF-04_r	VF-01_r	1340	3x1x300	117	0,1319
VF-01_r	SST	9310	3x1x630	350	1,6071
					1,7390

Elettrodotto 2

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Corrente transitante	Cdt%
VF-02_r	VF-03_r	3500	3x1x300	117	0,3446
VF-03_r	SST	7550	3x1x630	350	1,3033
					1,6479

Elettrodotto 3

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Corrente transitante	Cdt%
CF-06_r	CF-01_r	1170	3x1x300	117	0,1152
CF-01_r	SST	9900	3x1x630	350	1,7090
					1,8241

Elettrodotto 4

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Corrente transitante	Cdt%
CF-02_r	CF-07_r	850	3x1x300	117	0,0837
CF-07_r	SST	10400	3x1x630	350	1,7953
					1,8790

Elettrodotto 5

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Corrente transitante	Cdt%
CF-05_r	CF-04_r	1150	3x1x300	117	0,1132
CF-04_r	CF-03_r	825	3x1x500	233	0,1130
CF-03_r	SST	10600	3x1x630	350	1,8298
					2,0561

Occorre evidenziare che le suddette cadute di tensione sono state calcolate considerando come potenza erogabile, la massima potenza dei generatori (6 MW), trascurando l'assorbimento degli ausiliari e le perdite sul trasformatore elevatore di ciascuna torre.

Le reali cadute di tensione saranno inferiori ai valori indicati.

9 VALUTAZIONE DELLE PERDITE

9.1 PERDITE SULLE LINEE IN CAVO MT INTERNE AL PARCO EOLICO

Per la valutazione delle perdite di trasporto (perdite per effetto Joule) sui singoli elettrodotti sono stati considerati i seguenti parametri:

Lunghezze:
vedere capitolo 8

Resistenza dei cavi:
vedere paragrafo 5.1

Corrente di impiego delle condutture:

corrispondente alla massima potenza erogabile (6 MW) con fattore di potenza 0,9, quindi trascurando la potenza assorbita dagli ausiliari di ogni singolo generatore e le perdite sul trasformatore elevatore di ogni singola torre eolica.

Elettrodotto 1

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Perdite in linea [kW]	Perdite %
VF-04_r	VF-01_r	1340	3x1x300	7,055	
VF-01_r	SST	9310	3x1x630	205,191	
				212,2463	1,769

Elettrodotto 2

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Perdite in linea [kW]	Perdite %
VF-02_r	VF-03_r	3500	3x1x300	18,428	
VF-03_r	SST	7550	3x1x630	166,401	
				184,8287	1,540

Elettrodotto 3

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Perdite in linea [kW]	Perdite %
CF-06_r	CF-01_r	1170	3x1x300	6,160	
CF-01_r	SST	9900	3x1x630	218,195	
				224,3548	1,246

Elettrodotto 4

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Perdite in linea [kW]	Perdite %
CF-02_r	CF-07_r	850	3x1x300	4,475	
CF-07_r	SST	10400	3x1x630	229,215	
				233,690	1,298

Elettrodotto 5

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Perdite in linea [kW]	Perdite %
CF-05_r	CF-04_r	1150	3x1x300	6,055	
CF-04_r	CF-03_r	825	3x1x500	10,506	
CF-03_r	SST	10600	3x1x630	233,623	
				250,183	1,390

9.2 PERDITE SUL TRASFORMATORE ELEVATORE

Per la valutazione delle perdite di trasporto sul trasformatore elevatore sono stati considerati i seguenti parametri:

Dati del trasformatore elevatore
vedere capitolo 6

Potenza transitante

Massima potenza erogabile dall'impianto dedotta delle perdite di trasmissione.

Perdite per effetto Joule:

TR1 *205,38 kW*

10 LOAD FLOW

I flussi di potenza dell'impianto eolico sono stati calcolati considerando la piena potenza dei generatori eolici (6 MW $\cos\phi=0,9$) decurtata delle perdite sul trasformatore elevatore di ogni torre (33 kV/690V $v_{cc}\%=8\%$ perdite nel rame 0,57%) e del consumo degli ausiliari (41 kW).

La massima potenza netta immessa in rete da ogni generatore risulta essere pari a 5918 kW.

Pertanto considerando tutti i generatori in servizio con erogazione massima si ha una potenza complessiva evacuabile sulla rete di 65,098 MW.

La potenza netta evacuata risulta essere pari a 63,787 MW.

Complessivamente le perdite di trasmissione sono 1,311 MW (sulle linee e sul trasformatore elevatore della sottostazione).

Il trasformatore elevatore della sottostazione in tale condizione è caricato al 88,88% (riferito a 80 MVA).

Non si evidenziano criticità sugli elettrodotti di collegamento dei sottocampi.

11 CORTO CIRCUITO DI FASE

Per la valutazione del corto circuito di fase sono stati considerati i seguenti parametri di rete:

<u>Rete alta tensione</u>		
Tensione nominale	150	kV
Tensione minima	-10%	
Tensione massima	+10%	
Massima corrente trifase	12,9	kA
Rapporto R/X	0,0938	
Minima corrente trifase	8,8	kA
Massima corrente monofase	11,03	kA
Tempo di eliminazione del guasto	0,5	s

La corrente di corto circuito trifase sul quadro di raccolta a 33 kV (11,210 kA) è inferiore al valore di dimensionamento del quadro stesso (20 kA).

Le correnti di corto circuito sui cavi di media tensione sono inferiori alla massima corrente ammissibile da parte dei cavi stessi in funzione del tempo di intervento delle protezioni.

Il contributo dei generatori asincroni alla corrente di corto circuito lato 150 kV risulta essere pari a 1120,9 A.

12 GUASTI A TERRA

La sezione di alta tensione sottostazione è esercita con il neutro connesso direttamente a terra come da prescrizioni del codice di rete di Terna.

La sezione di media tensione dell'impianto eolico è esercita con il neutro isolato.

Il contributo alla corrente di guasto monofase è determinato dalle capacità verso terra dei cavi di media tensione.

Utilizzando la formula approssimata delle norme CEI, la corrente di guasto monofase a terra è calcolabile con la seguente formula $I_g = 0,2 * L * V$ [A] dove:

L = lunghezza delle linee della rete elettrica in km

V = tensione di esercizio in kV

Pertanto la corrente di guasto a terra risulta essere pari a 6,6 A/km.

Complessivamente sull'impianto si ha uno sviluppo di cavi di media tensione pari a 56,595 km e pertanto la corrente di guasto a terra massima potrebbe essere pari a 373,5 A.

Tale corrente sarà opportunamente rilevata con protezioni direzionali di guasto a terra (67N).