

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

COSTRUZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO DI "TRAPANI 2"

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo preliminare degli impianti



File: GRE.EEC.R.24.IT.W.13824.00.029.00 - Relazione di calcolo preliminare degli impianti.pdf

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	18/12/2020	Prima emissione	D. Stangalino	E. Castiello D. Gradogna	L. Lavazza

GRE VALIDATION

		F. Accardi (GRE)	A. Puosi (GRE)
COLLABORATORS	VERIFIED BY		VALIDATED BY

PROJECT / PLANT Trapani 2	GRE CODE																		
	GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION							
	GRE	EEC	R	2	4	I	T	W	1	3	8	2	4	0	0	0	2	9	0
CLASSIFICATION	PUBLIC				UTILIZATION SCOPE	BASIC DESIGN													

INDEX

1. INTRODUZIONE	3
1.1. DESCRIZIONE DEL PROPONENTE	3
1.2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	4
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
4. IMPIANTO EOLICO	6
5. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI DI MEDIA TENSIONE.....	7
5.1. LINEE IN CAVO MT INTERNE AL PARCO EOLICO.....	7
5.2. LINEE IN CAVO MT DI COLLEGATO AL TRASFORMATORE ELEVATORE	8
6. DIMENSIONAMENTO DEL TRASFORMATORE ELEVATORE.....	9
7. DIMENSIONAMENTO DEL QUADRO DI MEDIA TENSIONE DI RACCOLTA	9
8. VALUTAZIONE DELLA CADUTA DI TENSIONE	10
9. VALUTAZIONE DELLE PERDITE.....	11
9.1. PERDITE SULLE LINEE IN CAVO MT INTERNE AL PARCO EOLICO	11
9.2. PERDITE SUL TRASFORMATORE ELEVATORE.....	12
10. LOAD FLOW	12
11. CORTO CIRCUITO DI FASE	13
12. GUASTI A TERRA	13
13. ALLEGATI	14

1. INTRODUZIONE

Stantec S.p.A., in qualità di Consulente Tecnico, è stata incaricata da Enel Green Power Solar Energy S.r.l. di redigere il progetto definitivo per la realizzazione di un nuovo impianto eolico denominato "Impianto eolico Trapani 2" e delle opere connesse, da ubicarsi nei comuni di Mazara del Vallo (TP), Marsala (TP), Castelvetro (TP) e Santa Ninfa (TP).

Si prevede che l'energia prodotta dagli aerogeneratori, attraverso il sistema di cavidotti interrati in media tensione a 33 kV, venga convogliata ad una sottostazione di trasformazione 220/33 kV in progetto per l'innalzamento da media ad alta tensione. Inoltre, si prevede che la sottostazione di trasformazione venga collegata, tramite cavidotto in alta tensione a 220 kV in progetto, alla stazione di smistamento RTN denominata "Partanna 3", di nuova realizzazione da parte dell'ente gestore di rete nel comune di Santa Ninfa (TP). Per la connessione alla stazione di smistamento RTN di "Partanna 3", si prevede che il cavidotto AT in progetto attraversi i comuni di Mazara del Vallo (TP), Castelvetro (TP) e Santa Ninfa (TP).

In sintesi, il presente progetto prevede:

- l'installazione di 16 nuovi aerogeneratori, in linea con gli standard più alti presenti sul mercato, per una potenza installata pari a 96 MW;
- la realizzazione delle fondazioni per gli aerogeneratori in progetto;
- la realizzazione di piazzole di montaggio degli aerogeneratori, di nuovi tratti di viabilità e l'adeguamento della viabilità esistente, al fine di garantire l'accesso per il trasporto degli aerogeneratori;
- la realizzazione di una nuova sottostazione di trasformazione 220/33 kV e la connessione degli aerogeneratori alla stazione tramite cavidotti interrati a 33 kV;
- la realizzazione di un nuovo cavidotto interrato a 220 kV per la connessione della sottostazione di trasformazione alla stazione di smistamento RTN di "Partanna 3";
- l'utilizzo temporaneo, attraverso opportuni adeguamenti, di aree per il Site Camp e per lo stoccaggio temporaneo (Temporary Storage Area).

Il progetto è in linea con gli obiettivi nazionali ed europei per la riduzione delle emissioni di CO₂ legate a processi di produzione di energia elettrica.

1.1. DESCRIZIONE DEL PROPONENTE

Il soggetto proponente dell'iniziativa è Enel Green Power Solar Energy S.r.l., società iscritta alla Camera di Commercio di Roma che ha come Socio Unico la società Enel Green Power S.p.A., società del Gruppo Enel che dal 2008 si occupa dello sviluppo e della gestione delle attività di generazione di energia da fonti rinnovabili.

Enel Green Power è presente in 28 paesi nei 5 continenti con una capacità gestita di oltre 46 GW e più di 1.200 impianti.

In Italia, il parco di generazione di Enel Green Power è rappresentato dalle seguenti tecnologie rinnovabili: idroelettrico, eolico, fotovoltaico, geotermia. Attualmente nel Paese conta una capacità gestita complessiva di 14,6 GW.

1.2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE

Lo scopo della presente relazione tecnica è quello di descrivere i criteri di dimensionamento per la rete di media tensione interna all'impianto eolico e del trasformatore elevatore mt/at.

Si tratta di un impianto eolico, denominato Trapani 2, di nuova costruzione, composto da n.16 nuove torri di generazione per una potenza complessiva di 96 MW. Per la connessione in alta tensione sarà costruita una nuova sottostazione utente dedicata al solo impianto in oggetto.

Il nuovo impianto eolico di Trapani 2 sarà connesso alla rete in alta tensione di RTN presso la stazione elettrica Partanna 3 di proprietà Terna, attraverso un elettrodotto in cavo interrato di nuova costruzione a 220 kV.

Il dimensionamento del cavidotto di alta tensione sarà esposto nella relazione tecnica opere di connessione alla RTN, alla quale si rimanda (vedi documento *GRE.EEC.R.24.IT.W.13824.00.031 - Relazione tecnica opere di connessione alla RTN*).

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito oggetto di studio nel presente elaborato è ubicato a circa 25 km a Sud-Est dal centro abitato di Trapani, nei comprensori comunali di Marsala e Mazara del Vallo.

La morfologia dell'area e delle zone limitrofe è contraddistinta da un territorio collinare privo di particolari complessità morfologiche. Il sito di interesse è infatti caratterizzato da colline di elevazione limitata (tra i 90 m s.l.m. ed i 170 m s.l.m.) con pendii dolci e poco scoscesi.

Il progetto ricade interamente nella provincia di Trapani, entro i confini comunali di Mazara del Vallo, Marsala, Castelvetro e Santa Ninfa e, in particolare, all'interno dei seguenti riferimenti cartografici:

- Foglio di mappa catastale del Comune di Mazara del Vallo n° 21, 22, 29, 30, 31, 32, 33, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 50, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 80, 86, 87, 89;
- Foglio di mappa catastale del Comune di Marsala n° 190;
- Fogli di mappa catastale del Comune di Castelvetro n° 1, 2, 3;
- Foglio di mappa catastale del Comune di Santa Ninfa n° 52;
- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, codificati 257 III-SE "Borgata Costiera", 257 III-NE "Baglio Chitarra", e 257 II-SO "Castelvetro";
- Carta tecnica regionale CTR in scala 1:10.000, fogli n° 617040, 617080, 618010, 618050 e 618060.

Di seguito è riportato l'inquadramento territoriale dell'area di progetto e la configurazione proposta su ortofoto:



Figura 2-1: Inquadramento generale dell'area di progetto

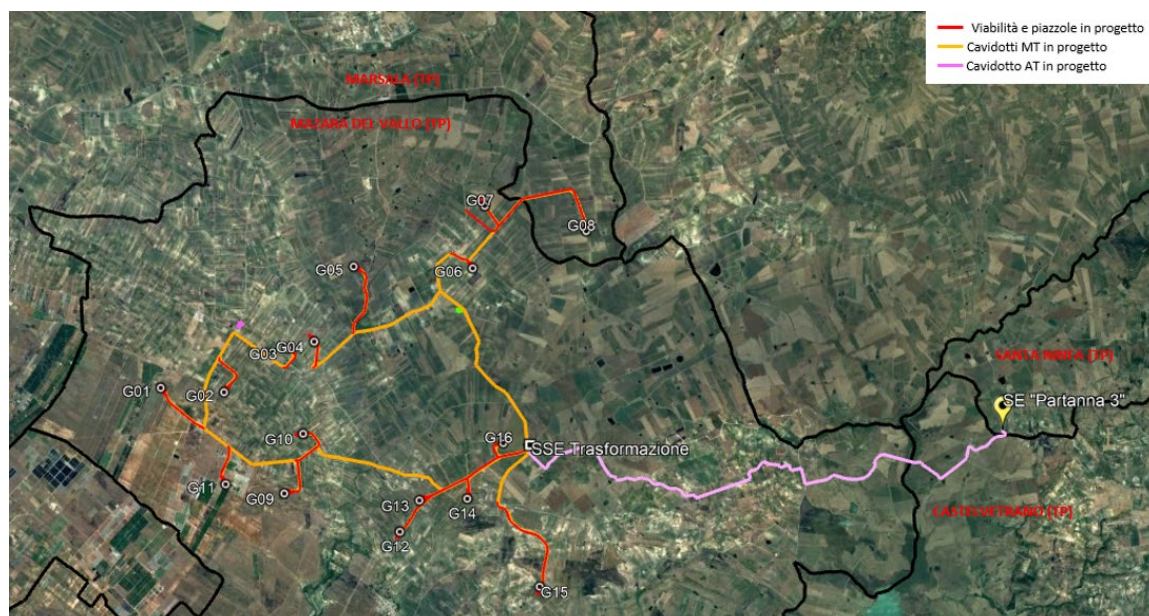


Figura 2-2: Configurazione proposta su ortofoto

Di seguito è riportato in formato tabellare un dettaglio sul posizionamento degli aerogeneratori in progetto, in coordinate WGS84 UTM fuso 33N:

Tabella 1: Coordinate aerogeneratori

WTG	Comune	Est [m]	Nord [m]	Altitudine [m s.l.m.]
G01	Mazara del Vallo	287696,01	4180827,02	126
G02	Mazara del Vallo	288950,00	4180709,97	138
G03	Mazara del Vallo	290225,73	4181539,98	154
G04	Mazara del Vallo	290763,09	4181661,90	98
G05	Mazara del Vallo	291582,00	4183123,00	92
G06	Mazara del Vallo	293941,43	4183028,60	146
G07	Mazara del Vallo	294213,01	4184250,96	148
G08	Marsala	296210,38	4183703,70	150
G09	Mazara del Vallo	290093,66	4178683,76	140
G10	Mazara del Vallo	290497,03	4179852,00	146
G11	Mazara del Vallo	288936,30	4178894,08	124
G12	Mazara del Vallo	292367,11	4177871,05	138
G13	Mazara del Vallo	292770,62	4178479,69	148
G14	Mazara del Vallo	293719,00	4178489,00	152
G15	Mazara del Vallo	295110,00	4176720,00	104
G16	Mazara del Vallo	294461,00	4179565,99	170

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. 16 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 massima potenzialità del parco eolico sarà di 96 MW.

Il parco eolico sarà suddiviso in n. 6 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 di trasformazione.

Pertanto, saranno previste n. 6 elettrodotti che convogliano l'energia prodotta alla sottostazione di trasformazione:

- Elettrodotto 1: aerogeneratori G06-G07-G08
- Elettrodotto 2: aerogeneratori G05-G04
- Elettrodotto 3: aerogeneratori G01-G02-G03

da 300 o 630 mm², mentre sul tratto finale sarà sempre utilizzato il cavo da 630 mm² (al fine di contenere la caduta di tensione complessiva).

Sui percorsi interrati dei cavi di media tensione verso la sottostazione saranno previsti ogni 2,5 km dei pozzetti prefabbricati di ispezione. Le dimensioni dei pozzetti saranno in funzione del numero di cavi posati all'interno del singolo cavidotto. Saranno previsti chiusini carrabili.

Verifica della portata $I_b < I_{zeff}$

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 $I = KS/\sqrt{t} = 46,65$ kA cavo 1x300 m²

Massima c.c. sopportabile $I = KS/\sqrt{t} = 97,9$ kA cavo 1x630 m²

5.2. LINEE IN CAVO MT DI COLLEGATO AL TRASFORMATORE ELEVATORE

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: 1x240 mm²

Resistenza: 0,0985 Ω/km

Reattanza: 0,11 Ω/km

Capacità: 0,24 Ω/km

Numero di cavi in parallelo 6 ogni fase

Portata nominale I_z 525 A

Costante cavo $K = 143$

Energia specifica passante $1177,86 \times 10^6$ A2s

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

Coefficiente di correzione per la temperatura del terreno $K_1 = 1$

Coefficiente di correzione per la profondità di posa $K_2 = 0,96$

Coefficiente di correzione per resistività del terreno $K_3 = 1$

Coefficiente di correzione per la vicinanza di altri circuiti $K_4 = 0,85$

Portata effettiva del cavo $I_{zeff} \quad I_z * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 = 428,40$ A

Corrente di impiego Ib	2500 A (corrente nominale quadro mt)
Verifica della portata	$I_b < I_{zeff} \rightarrow 2500 \text{ A} < 6 \cdot 428,40 = 2570,4 \text{ A}$
Tempo di intervento protezioni	0,5 s soglia di corto circuito ritardato (51)
Massima c.c. sopportabile	$I = KS/\sqrt{t} = 48,54 \text{ kA}$

6. DIMENSIONAMENTO DEL TRASFORMATORE ELEVATORE

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

- Impianto eolico Trapani 2: 96 MW

Il trasformatore sarà dimensionato per una potenza complessiva di 96 MW, a cui corrisponde una potenza apparente di 107 MVA (fattore di potenza 0,9). Considerando un margine di riserva del 10% si assume una potenza del trasformatore pari a 120 MVA con ventilazione ONAN. La potenza con ventilazione forzata ONAF sarà definita in fase di progettazione esecutiva (*).

Il trasformatore sarà dotato di variatore sottocarico sul lato primario per la regolazione di tensione con $\pm 10 \times 1,25\%$ posizioni.

Pertanto, le caratteristiche principali del trasformatore elevatore sono:

Tensione primaria	220 kV
Variatore primario	$\pm 10 \times 1,25\%$
Potenza nominale	120/(*) MVA
Gruppo vettoriale	YNd11
Tensione secondaria	33 kV
Tensione di corto circuito	13%
Sistema di raffreddamento	ONAN/ONAF
Perdite cc	390 kW a potenza nominale (0,325% - valore ipotizzato)
Corrente primaria	315,3 A
Corrente secondaria	2101,94 A

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 (6 linee)
- Linea di connessione a futuro shunt reactor da 5 MVA
- Linea di connessione a futuro bank capacitor da 5 MVA
- 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 2500 A
- Corrente simmetrica di c.c. 25 kA
- Corrente di picco 63 kA
- Tipologia LSC2B

La corrente nominale del quadro risulta superiore alla corrente nominale del trasformatore.

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%
G08	G07	3270	1x300	117	0,322
G07	G06	1820	1x300	233	0,358
G06	SST	4800	1x630	350	0,829
					1,509

Elettrodotto 2

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Corrente transitante	Cdt%
G04	G05	3450	1x300	117	0,340
G05	SST	7450	1x630	233	0,857
					1,197

Elettrodotto 3

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Corrente transitante	Cdt%
G03	G02	3450	1x300	117	0,340
G02	G01	3830	1x630	233	0,441
G01	SST	8660	1x630	350	1,495
					2,275

Elettrodotto 4

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Corrente transitante	Cdt%
G15	G16	4810	1x300	117	0,476
G16	SST	1245	1x630	233	0,143
					0,619

Elettrodotto 5

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Corrente transitante	Cdt%
G12	G13	1450	1x300	117	0,143
G13	G14	1750	1x300	233	0,345
G14	SST	1990	1x630	350	0,344
					0,831

Elettrodotto 6

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Corrente transitante	Cdt%
G11	G09	3250	1x300	117	0,320
G09	G10	2060	1x300	233	0,406
G10	SST	5370	1x630	350	0,927
					1,653

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 %
G08	G07	3270	1x300	17,217	
G07	G06	1820	1x300	38,330	
G06	SST	4800	1x630	105,791	
				161,338	0,896

Elettrodotto 2

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Perdite in linea [kW]	Perdite %
G04	G05	3450	1x300	18,165	
G05	SST	7450	1x630	72,976	
				91,141	0,76

Elettrodotto 3

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Perdite in linea [kW]	Perdite %
G03	G02	3450	1x300	18,165	
G02	G01	3830	1x630	37,517	
G01	SST	8660	1x630	190,865	
				246,547	1,370

Elettrodotto 4

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm2]	Perdite in linea [kW]	Perdite %
G15	G16	4810	1x300	25,325	
G16	SST	1245	1x630	12,195	
				37,52	0,313

Elettrodotto 5

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm2]	Perdite in linea [kW]	Perdite %
G12	G13	1450	1x300	7,634	
G13	G14	1750	1x300	36,856	
G14	SST	1990	1x630	43,859	
				88,349	0,491

Elettrodotto 6

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm2]	Perdite in linea [kW]	Perdite %
G11	G09	3250	1x300	17,112	
G09	G10	2060	1x300	43,384	
G10	SST	5370	1x630	118,354	
				178,85	0,994

Complessivamente si ha una perdita di trasmissione di 803,745 kW.

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 303 kW

10. LOAD FLOW

I flussi di potenza dell'impianto eolico sono riportati nel documento "GRE.EEC.R.24.IT.W.13824.00.029.00 - Relazione di calcolo preliminare degli impianti - Allegato 1".

Essi 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/690 V $vcc\%=8\%$ 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 5917 kW, per un totale di 94,672 MW.

Pertanto, considerando tutti i generatori in servizio con erogazione massima si ha una potenza complessiva evacuabile di 93,931 MW.

Complessivamente le perdite di trasmissione sono 0,741 MW (sulle linee e sui trasformatori elevatori delle torri).

Il variatore sottocarico del trasformatore elevatore è attestato nella posizione +4 per mantenere la tensione sul quadro di media tensione di raccolta a valori prossimi alla tensione nominale 33 kV (100%).

Il trasformatore elevatore della sottostazione in tale condizione è caricato al 86,22% (riferito a 120 MVA).

Le perdite per effetto Joule sul trasformatore sono di 292 kW.

La potenza immessa sulla rete AT risulta essere di 93,639 kW.

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:

Rete alta tensione

Tensione nominale	220 kV
Tensione minima	-10%
Tensione massima	+10%
Massima corrente trifase	31,5 kA (valore ipotizzato)
Rapporto R/X	0,1
Minima corrente trifase	15 kA (valore ipotizzato)
Massima corrente monofase	31,5 kA
Tempo di eliminazione del guasto	0,5 s

I risultati dei calcoli di corto circuito sono riportati nel documento "GRE.EEC.R.24.IT.W.13824.00.029.00 - Relazione di calcolo preliminare degli impianti - Allegato 2", ipotizzando come punto di guasto le sbarre di alta tensione e i quadri di raccolta dei sottocampi.

La corrente di corto circuito trifase sul quadro di raccolta a 33 kV (22,938 kA) è inferiore al valore di dimensionamento del quadro stesso (25 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 220 kV risulta essere pari a 671,55 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 58,655 km e pertanto la corrente di guasto a terra massima potrebbe essere pari a 387 A.

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

13. ALLEGATI

- Calcoli di Load Flow: prima pagina a seguire nel documento
- Calcoli di Corto Circuito: seconda pagina a seguire nel documento