

REGIONE
BASILICATA



Provincia
Potenza



COMUNE DI FORENZA (PZ)



**PROGETTO DEFINITIVO RELATIVO ALLA REALIZZAZIONE DI UN
IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 11 AEROGENERATORI E
DALLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N.**

RELAZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO ELETTRICO

ELABORATO

A.9.1

PROPONENTE:

BLUE STONE
renewable I

P.I. 1530401108
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma



PROGETTO E SIA:

TECH
SOCIETÀ DI INGEGNERIA &
SERVIZI PER L'INGEGNERIA

Via della Resistenza, 48 - 70125 Bari - tel. 080 3219948 - fax. 080 2020980

Il DIRETTORE TECNICO
Dott. Ing. Orazio Trisardico



CONSULENZA:

EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
0	APRILE 2021	B.B.	A.A. - O.T.	A.A. - O.T.	Progetto definitivo

Indice

1.PREMESSE	2
2.NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
3.SOLUZIONE DI CONNESSIONE.....	4
4.SOTTOSTAZIONE UTENTE DI CONNESSIONE ALLA RTN	4
5.OPERE ELETTRICHE.....	5
6.CALCOLI PRELIMINARI DI DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO	7
6.1. CADUTA DI TENSIONE	7
6.2. PORTATA TERMICA	8
7.CORTO CIRCUITO.....	10



1. PREMESSE

Il presente documento illustra le opere elettriche previste per la realizzazione di un **parco eolico di potenza complessiva pari a 49.5 MW e relative opere di connessione alla RTN da realizzare nel comune di Forenza (Provincia di Potenza, in Regione Basilicata).**

In particolare, il progetto è costituito da:

- **n° 11 aerogeneratori della potenza di 4,5 MW** (denominati "WTG 1-11") e delle rispettive piazzole di collegamento;
- tracciato dei cavidotti di collegamento (tra gli aerogeneratori e la cabina di raccolta MT e tra la cabina MT e la sottostazione elettrica di trasformazione utente MT-AT);
- **stazione elettrica** di trasformazione 150/30kV dell'impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile ubicata nel **Comune di Palazzo San Gervasio (PZ)**;
- nuova viabilità di progetto (o la ristrutturazione di quella esistente).

La società proponente è la **BLUE STONE RENEWABLE I S.r.l.**, con sede legale in via V. Bellini n.22 – 00198 Roma (ITA).

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il quadro normativo nazionale italiano sulle fonti rinnovabili è stato modificato in modo sostanziale negli ultimi anni a seguito delle nuove politiche del settore energetico- ambientale e conseguenti anche ad impegni internazionali e direttive comunitarie.

Si segnala, in particolare:

Decreto Legislativo n. 387 del 29 dicembre 2003: "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità", pubblicato sul supplemento ordinario n. 17 della Gazzetta Ufficiale n. 25 del 31 gennaio 2004. Esso prevede la razionalizzazione e semplificazione delle procedure autorizzative attraverso un procedimento unico, al quale partecipano tutte le Amministrazioni interessate, la cui durata massima è stabilita in 180 giorni. Inoltre, stabilisce che l'autorizzazione unica rilasciata dalla



Regione o da altro soggetto istituzionale delegato costituisce titolo a costruire ed esercire l'impianto in conformità al progetto approvato.

Decreto del Ministro dello Sviluppo Economico del 10 settembre 2010: "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili", pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 219 del 18 settembre 2010. Questo decreto introduce: alla Parte II, il regime giuridico delle Autorizzazioni, alla Parte III disciplina le fasi del Procedimento autorizzatorio Unico, alla Parte IV detta criteri essenziali per il corretto inserimento degli impianti nel paesaggio e sul territorio.

Decreto Legislativo del 3 aprile 2006 n. 152: "Norme in materia Ambientale", pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 aprile 2006 (e s.m.i.);

Segue quindi un elenco delle normative tecniche di riferimento in materia di impianti elettrici:

DPCM 23/4/92: Decreto che fissa i limiti massimi di esposizione ai campi elettrici e magnetici generati alla frequenza industriale di 50 Hz.

CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;

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;

CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo;

CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;

CEI 11-37: Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;

CEI 20-13: Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;

CEI 81-3: Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico;

CEI EN 61400: Sistemi di generazione a turbina eolica;

CEI EN 60099: Scaricatori;



CEI-UNEL 35027: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV – Portate di corrente in regime permanente - Posa in aria ed interrata;

Legge n. 339 del 28/6/86 e relativo regolamento di attuazione (D.M. 21/3/88) che recepisce la norma CEI 11-4 per le linee elettriche: Per la parte elettrica dei lavori, la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne;

D.M. 16/1/91: Distanze minime dei conduttori dal terreno, da acque non navigabili e da fabbricati, tenendo conto dei campi elettrici e magnetici e del rischio di scarica.

D.M n. 36 del 22/01/2008 che sostituisce la legge n. 46 del 05/03/1990 Norme per la sicurezza degli impianti elettrici

D.L n 81/08 Testo unico per la sicurezza in sostituzione dei D.L. n. 626 del 19/09/1994 e s.m. Attuazioni delle Direttive Comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro, e D.L. n. 494 del 14/08/1996 e s.m. Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili.

3. SOLUZIONE DI CONNESSIONE

Lo schema di allacciamento alla RTN, in base al Preventivo di connessione ricevuto da Terna con CP 202001359, prevede la realizzazione di una sottostazione elettrica di trasformazione dell'energia prodotta dal parco eolico (SE di utenza) alla quale convergeranno i cavi di potenza e controllo provenienti dal parco eolico, collegato in antenna a 150 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) di Smistamento a 150 kV della RTN da inserire in entra – esce alla linea 150 kV "Genzano – Palazzo San Gervasio – Forenza Maschito" da realizzarsi nel Comune di Palazzo San Gervasio.

Dalla SE di Smistamento verrà realizzato un nuovo elettrodotto aereo RTN a 150 kV di collegamento con la nuova SE di trasformazione RTN a 380/150 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN 380 kV "Genzano 380 – Melfi 380", da realizzarsi nel Comune di Montemilone.



4. SOTTOSTAZIONE UTENTE

All'interno dell'area della sottostazione AT/MT sarà realizzato un edificio atto a contenere le apparecchiature di potenza e controllo relative alla sottostazione stessa; saranno previsti i seguenti locali:

- Locale quadri di controllo e di distribuzione per l'alimentazione dei servizi ausiliari– sala BT;
- Locale contenente il quadro di Media Tensione;
- Locale quadro misure AT, con accesso garantito sia dall'interno che dall'esterno della SSE – sala MIS;
- Locale contenente il gruppo elettrogeno per l'alimentazione dei servizi ausiliari in situazione di emergenza – sala GE;
- Locale contenente i quadri di comando e controllo del parco eolico.

La sottostazione di trasformazione AT/MT sarà opportunamente recintata e sarà previsto un ingresso carraio collegato al sistema viario più prossimo.

5. OPERE ELETTRICHE

Per la connessione dell'impianto sono state ipotizzate 4 linee MT, facenti capo alle WTG.

È stato scelto come tipologia di cavo ARE4H5EX unipolare 18/30 kV, che presenta le seguenti caratteristiche:

Tipologia cavo	<i>Unipolare</i>
Tensione nominale	<i>30 kV</i>
Anima	<i>Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio</i>
Semiconduttivo interno	<i>Mescola estrusa</i>
Isolante	<i>Mescola di polietilene reticolato</i>
Semiconduttivo esterno	<i>Mescola estrusa</i>
Guaina	<i>Polietilene</i>



Alcuni aerogeneratori (vedi schema unifilare MT) saranno raggruppati e collegati in entra-esce, pertanto un unico cavidotto cumulerà l'energia prodotta come riportato nella seguente tabella che riassume anche la sezione dei conduttori che saranno posati nel medesimo scavo, con la posa a trifoglio in trincea.

TRATTO	TIPO DI CAVO 18/30 kV	SEZIONE [mm ²]	LUNGHEZZA LINEA [m]
WTG 01-02	ARE4H5EX	240	1.451
WTG 02-03	ARE4H5EX	240	1.343
WTG 03-cabina	ARE4H5EX	2x240	4.229
WTG 04-05	ARE4H5EX	240	1.803
WTG 05-06	ARE4H5EX	240	1.434
WTG 06-cabina	ARE4H5EX	240	3.229
WTG 07-08	ARE4H5EX	240	2.118
WTG 08-09	ARE4H5EX	240	1.173
WTG 09-cabina	ARE4H5EX	240	1.453
WTG 11-10	ARE4H5EX	120	764
WTG 10-cabina	ARE4H5EX	120	434
L1 da cabina a SSE	ARE4H5EX	2x240	20.141
L2 da cabina a SSE	ARE4H5EX	2x240	20.141
L3 da cabina a SSE	ARE4H5EX	2x240	20.141
L4 da cabina a SSE	ARE4H5EX	240	20.141

Per il dimensionamento del cavo AT che collega la sottostazione utente alla sottostazione è stato considerata una potenza in generazione pari a 50 MW, idoneo per il trasporto dell'energia prodotta. È stato pertanto previsto un elettrodotto in cavo interrato di sezione del conduttore pari a 400 mm².



6. CALCOLI PRELIMINARI DI DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

6.1. Caduta di tensione

Data la elevata lunghezza di ciascuna linea (oltre 20 km), è stato necessario l'utilizzo di più terne in parallelo, al fine di contenere la caduta di tensione complessiva che, nel peggiore dei casi è prossima al 4%.

Infatti è possibile determinare la caduta tensione con la nota formula:

$$\Delta V = KLI(R\cos\varphi + X\sin\varphi)$$

dove:

K è una costante che per i sistemi trifase vale 1,732;

L è la lunghezza del collegamento espresso in km;

I è la corrente trasportata, pari alla corrente di impiego, che dipende dal numero di torri collegate su ciascun tratto;

R è la resistenza del conduttore espressa in Ω/km ;

X è la reattanza di fase espressa in Ω/km ;

$\cos\varphi$ è il fattore di potenza del carico, convenzionalmente pari a 0,9.

Sostituendo i valori nella formula precedente, considerato che il contributo alla corrente nominale di ciascuna torre è pari a:

$$\mathbf{I_N=96,23 A,}$$

è possibile costruire la tabella seguente che riepiloga le cadute di tensione dei singoli tratti, come riportate nella tavola dello schema unifilare di MT.



Tabella – Cadute di tensione sui singoli tratti di cavidotto

TRATTO	SEZIONE [mm ²]	LUNGHEZZA LINEA [m]	ΔV % nel tratto	ΔV % complessiva
WTG 01-02	240	1.451	0,12%	0,12%
WTG 02-03	240	1.343	0,24%	0,36%
WTG 03-cabina	2x240	4.229	0,57%	0,93%
WTG 04-05	240	1.803	0,16%	0,16%
WTG 05-06	240	1.434	0,26%	0,42%
WTG 06-cabina	240	3.229	0,87%	1,29%
WTG 07-08	240	2.118	0,19%	0,19%
WTG 08-09	240	1.173	0,21%	0,40%
WTG 09-cabina	240	1.453	0,39%	0,79%
WTG 11-10	120	764	0,11%	0,11%
WTG 10-cabina	120	434	0,12%	0,23%
L1 da cabina a SSE	2x240	20.141	2,70%	3,63%
L2 da cabina a SSE	2x240	20.141	2,70%	3,99%
L3 da cabina a SSE	2x240	20.141	2,70%	3,49%
L4 da cabina a SSE	240	20.141	3,61%	3,84%

6.2. Portata termica

Per quanto attiene, invece, i coefficienti di calcolo per la portata dei cavi (profondità di posa, condizioni termiche, ecc.) sono state assunte le seguenti ipotesi:

- resistività termica del terreno pari a 2 °C*m/W (in fase di progettazione esecutiva sarà effettuata una misura di resistività termica del terreno lungo il tracciato previsto, in modo tale da effettuare una correzione del valore se risultasse più alto); temperatura terreno pari a 20° C (CEI 20-21 A.3);
- coefficiente di variazione della portata per carico ciclico giornaliero;
- condizioni di posa con la situazione termica più critica.



Le singole sezioni individuate al punto precedente, sono state verificate considerando che il cavo deve avere una portata I_z uguale o superiore alla corrente di impiego I_B del circuito. E' stato così verificato ogni tratto del cavidotto in base al numero di terne affiancate nello stesso scavo e in base alla corrente che interessa ciascun circuito.

Innanzitutto è stata calcolata la portata termica del cavo prescelto, nelle condizioni di posa suddette che risulta essere pari a:

$I_z = 217 \text{ A}$ nel caso di terna di sezione pari a 120 mmq

$I_z = 316 \text{ A}$ nel caso di terna di sezione pari a 240 mmq

Il calcolo suddetto è stato effettuato sulla base delle indicazioni della casa costruttrice.

La seguente tabella verifica che, in ogni singolo tratto, la portata termica in regime stazionario **I_z** risulta essere maggiore della corrente di impiego del carico **I_B** .

Tabella – Verifica della portata termica sui singoli tratti di cavidotto

TRATTO	SEZIONE [mm ²]	Corrente di Impiego I_B [A]	Portata Termica I_z [A]
WTG 01-02	240	96,23 A	316 A
WTG 02-03	240	192,46 A	316 A
WTG 03-cabina	2x240	288,68 A	316 A
WTG 04-05	240	96,23 A	316 A
WTG 05-06	240	192,46 A	316 A
WTG 06-cabina	240	288,68 A	316 A
WTG 07-08	240	96,23 A	316 A
WTG 08-09	240	192,46 A	316 A
WTG 09-cabina	240	288,68 A	316 A
WTG 11-10	120	96,23 A	217 A
WTG 10-cabina	120	192,46 A	217 A
L1 da cabina a SSE	2x240	288,68 A	316 A
L2 da cabina a SSE	2x240	288,68 A	316 A
L3 da cabina a SSE	2x240	288,68 A	316 A
L4 da cabina a SSE	240	192,46 A	316 A



In ogni caso la porta termica del conduttore, determinata in regime stazionario, risulta essere maggiore della corrente di impiego determinata alla massima potenza di generazione dell'aerogeneratore.

7. CORTO CIRCUITO

Per ciascuna sezione è anche ampiamente verificata la tenuta al cortocircuito degli isolanti, infatti a tal fine è da considerare la seguente relazione:

$$K^2 S^2 \geq I_{CC}^2 \cdot T$$

dove:

ICC è la massima corrente di corto circuito che, pur nell'ipotesi conservativa di disporre di potenza infinita a monte del trasformatore AT/MT e che il guasto avvenga nelle immediate vicinanze del trasformatore (dunque trascurando il contributo dell'impedenza dei cavi) sarebbe pari a 7,6 kA (essendo ciascun trasformatore AT/MT caratterizzato dai seguenti valori VCC = 16,0% e PN = 63 MVA);

K è una costante che, nel caso di conduttore in alluminio è pari a 92;

T è la durata massima del cortocircuito che, nel caso di protezioni istantanee di massima corrente, si può assumere non maggiore di 100 ms;

S è la sezione del conduttore che nel caso peggiore è pari a 2x240 mmq.

Sostituendo i valori nella formula, si ottiene:

$$8\,464 \times 230\,400 = \mathbf{1,95 \cdot 10^9} \geq \mathbf{5,8 \cdot 10^6}$$

La formula precedente è verificata anche per i tratti iniziali, più lontani dalla cabina primaria, dove non è trascurabile il contributo all'impedenza di guasto del conduttore MT che attenua il massimo valore di I_{CC} utilizzato per verificare la disuguaglianza.

