

REGIONE: PUGLIA

PROVINCIA: FOGGIA

COMUNI: CERIGNOLA ed ASCOLI SATRIANO

ELABORATO:

R01 MT

OGGETTO:

**PARCO EOLICO Cerignola Borgo Libertà
composto da 12 WTG da 3,40MW/cad.**

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GENERALE IMPIANTO M.T.

PROPONENTE:

TOZZIgreen

TOZZI Green S.p.A.

Via Brigata Ebraica, 50
48123 Mezzano (RA) Italia
tozzi.re@legalmail.it

tel. +39 0544 525311

fax +39 0544 525319

PROGETTISTA:

ing. Gianluca PANTILE

Ordine Ing. Brindisi n° 803
Via Del Lavoro, 15/D
72100 Brindisi
pantile.gianluca@ingpec.eu



COORD. TECNICO:

ing. Massimo CANDEO

Ordine Ing. Bari n° 3755
Via Cancellotto, 3
70125 Bari
m.candeo@pec.it



Note:

| DATA | REV | DESCRIZIONE | ELABORATO da: | APPROVATO da: |
|------------|-----|-------------|-----------------------|---------------------|
| 30.06.2017 | 0 | Emissione | ing. Gianluca PANTILE | ing. Massimo CANDEO |

PROPRIETÀ ESCLUSIVA DELLE PARTI SOPRA INDICATE,
UTILIZZO E DUPLICAZIONE VIETATE SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA

SOMMARIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | PREMESSA | 3 |
| 2 | NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 3 |
| 3 | OPERE ELETTRICHE INERENTI L'IMPIANTO DI PRODUZIONE | 4 |
| 4 | OPERE ELETTRICHE INERENTI LA CONNESSIONE ALLA RTN | 7 |
| 5 | VERIFICA DELLA PORTATA DELLE CONDUTTURE | 9 |
| 6 | PROTEZIONE DAI CONTATTI..... | 10 |
| 6.1 | DATI DI PROGETTO | 10 |
| 6.2 | VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA DI TERRA..... | 11 |
| 6.3 | VERIFICA TERMICA E MECCANICA DEL DISPERSORE..... | 11 |
| 6.4 | CALCOLO E VERIFICA DELLA TENSIONE TOTALE DI TERRA U_T | 12 |

1 PREMESSA

La Società **TOZZI Green S.p.A.**, con sede in Via Brigata Ebraica, 50 – 48123 Mezzano (RA), risulta soggetto Proponente di una iniziativa finalizzata alla realizzazione e messa in esercizio di un **impianto eolico denominato “Cerignola Borgo Libertà” di potenza pari a 40,8 MW, costituito da n. 12 aerogeneratori ciascuno di potenza pari a 3,4 MW**, nei Comuni di Cerignola (FG) ed Ascoli Satriano (FG).

La presente Relazione, prodotta ai sensi della norma CEI 0-2, descrive gli interventi previsti dal progetto.

Essa, debitamente ed opportunamente integrata e completata con i calcoli di dettaglio di “LOAD FLOW” e con lo studio delle correnti di corto circuito, costituirà uno degli elaborati tecnici del progetto esecutivo delle Opere Elettriche (OO.EE.) dell’impianto di produzione.

A valle del rilascio della Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) da parte di TERNA S.p.A. per la connessione dell’impianto eolico e della accettazione della STMG medesima da parte della Proponente, potranno essere completate anche le attività di progettazione definitiva delle OO.EE. relative all’impianto di utenza per la connessione ed all’impianto di rete per la connessione.

Il parco eolico funzionerà in regime di cessione totale dell’energia elettrica prodotta attraverso il punto di connessione in A.T. sulla RTN di TERNA S.p.A. come sarà da questa identificato e comunicato con la predetta STMG.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le principali norme a cui si farà riferimento sono:

- CEI 20-13: Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- CEI 20-24: Giunzioni e terminazioni per cavi di energia;
- 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;

- CEI 20-66: Cavi energia con isolamento estruso e loro accessori per tensioni nominali superiori a 36 kV ($U_m = 42$ kV) fino a 150 kV ($U_m = 170$ kV);
- CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a - Parte 1: Prescrizioni comuni";
- CEI EN 50522 (CEI 99-3) "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.";
- CEI 11-4: Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria;
- CEI 11-32;V1: Impianti di produzione eolica;
- CEI 11-35: Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente;
- CEI 17-1: Apparecchiature ad alta tensione – Interruttori a corrente alternata ad alta tensione;
- CEI 11-25: Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifasi a c.a., (IIa Ediz., Fasc. 6317, 2001-12).
- 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.

3 OPERE ELETTRICHE INERENTI L'IMPIANTO DI PRODUZIONE

In questa sezione vengono descritte le OO.EE. inerenti l'impianto di produzione (PARCO EOLICO) e relative linee di collegamento e distribuzione elettrica.

Il PARCO EOLICO avrà una potenza elettrica pari a 40,8 MW quale risultante dalla somma delle potenze elettriche di n. 12 aerogeneratori (WTG) ad asse orizzontale di marca GENERAL ELECTRIC, modello 3.4-130, ciascuno della potenza di 3,4 MW con diametro del rotore di 130 m.

Relativamente all'impianto di produzione, sono state progettate le seguenti opere:

- Collegamento elettrico degli aerogeneratori WTG 8, WTG 10, WTG 11, WTG 12 a costituire un SOTTOPARCO EOLICO 1 della potenza di 13,6 MW, mediante:
 - elettrodotto 1.2 (tratta WTG 8 - WTG 10 di 1.800 metri circa) interrato, con tensione di esercizio 30 kV, da realizzarsi in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV - alluminio - 3x1x300 mm²;
 - elettrodotto 1.3 (tratta WTG 10 - WTG 11 di 1.600 metri circa) interrato, con tensione di esercizio 30 kV, da realizzarsi in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV - alluminio - 3x1x185 mm²;
 - elettrodotto 1.4 (tratta WTG 11 - WTG 12 di 700 metri circa) interrato, con tensione di esercizio 30 kV, da realizzarsi in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV - alluminio - 3x1x95 mm²;
- Collegamento elettrico degli aerogeneratori WTG 4, WTG 6, WTG 7, WTG 9 a costituire un SOTTOPARCO EOLICO 2 della potenza di 13,6 MW, mediante:
 - elettrodotto 2.2 (tratta WTG 4 - WTG 6 di 750 metri circa) interrato, con tensione di esercizio 30 kV, da realizzarsi in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV - alluminio - 3x1x300 mm²;
 - elettrodotto 2.3 (tratta WTG 6 - WTG 7 di 1.700 metri circa) interrato, con tensione di esercizio 30 kV, da realizzarsi in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV - alluminio - 3x1x185 mm²;
 - elettrodotto 2.4 (tratta WTG 7 - WTG 9 di 1.400 metri circa) interrato, con tensione di esercizio 30 kV, da realizzarsi in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV - alluminio - 3x1x95 mm²;
- Collegamento elettrico degli aerogeneratori WTG 1, WTG 2, WTG 3, WTG 5 a costituire un SOTTOPARCO EOLICO 3 della potenza di 13,6 MW, mediante:
 - elettrodotto 3.2 (tratta WTG 1 - WTG 2 di 850 metri circa) interrato, con tensione di esercizio 30 kV, da realizzarsi in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV - alluminio - 3x1x300 mm²;

- elettrodotto 3.3 (tratta WTG 2 - WTG 3 di 1.250 metri circa) interrato, con tensione di esercizio 30 kV, da realizzarsi in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio - 3x1x185 mm²;
- elettrodotto 3.4 (tratta WTG 3 - WTG 5 di 4.400 metri circa) interrato, con tensione di esercizio 30 kV, da realizzarsi in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio - 3x1x95 mm²;
- Elettrodotto 1.1 interrato, con tensione di esercizio 30 kV, da realizzarsi in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio – 3x1x500 mm² relativo alla tratta di 7.850 metri circa dall'aerogeneratore WTG 8 ad una SottoStazione Elettrica Utente 30/150 kV (nel seguito per brevità "SSEU") da realizzare in previsione della connessione del PARCO EOLICO in parallelo alla RTN alla tensione di consegna pari a 150 kV, per collegare il SOTTOPARCO EOLICO 1 alla SSEU stessa;
- Elettrodotto 2.1 interrato, con tensione di esercizio 30 kV, da realizzarsi in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio – 3x1x500 mm² relativo alla tratta di 5.900 metri dall'aerogeneratore WTG 4 alla SSEU, per collegare il SOTTOPARCO EOLICO 2 alla SSEU;
- Elettrodotto 3.1 interrato, con tensione di esercizio 30 kV, da realizzarsi in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio – 3x1x300 mm² relativo alla tratta di 2.150 metri dall'aerogeneratore WTG 1 alla SSEU, per collegare il SOTTOPARCO EOLICO 3 alla SSEU.

Il PARCO EOLICO in esame dunque risulta scomposto elettricamente e geograficamente in n. 3 SOTTOPARCHI EOLICI aventi identica potenza pari a 13,6 MW, per una potenza complessiva del parco pari a 40,8 MW.

Il progetto del sistema elettrico a 30 kV è stato elaborato con l'intento di assicurare una adeguata funzionalità e flessibilità di esercizio e di ridurre, nel contempo, le perdite dell'impianto entro valori accettabili.

Il sistema di distribuzione dell'energia verso la SSEU 30/150 kV è dunque articolato su n. 3 linee elettriche a 30 kV in ingresso:

- la 1.1 in uscita da WTG 8 (linea di distribuzione elettrica dell'energia prodotta dal SOTTOPARCO EOLICO 1 di potenza pari a 13,6 MW);
- la 2.1 in uscita da WTG 4 (linea di distribuzione elettrica dell'energia prodotta dal SOTTOPARCO EOLICO 2 di potenza pari a 13,6 MW);
- la 3.1 in uscita da WTG 1 (linea di distribuzione elettrica dell'energia prodotta dal SOTTOPARCO EOLICO 3 di potenza pari a 13,6 MW).

Per le condutture in cavo in M.T. a 30 kV, salvo casi di attraversamenti particolari, la posa direttamente interrata avverrà ad una profondità media di 1,2 metri utilizzando cavi del tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV in alluminio.

Lungo tutti gli scavi che ospitano le condutture in M.T. a 30 kV è prevista la posa di una corda in rame nudo da 50 mm² per il collegamento degli impianti di terra di tutti gli aerogeneratori tra loro e alla maglia di terra della SSEU.

4 OPERE ELETTRICHE INERENTI LA CONNESSIONE ALLA RTN

In questa sezione vengono descritte le OO.EE. relative all'impianto di rete per la connessione ed all'impianto di utenza per la connessione.

Come già sopra enunciato, la presente Relazione viene prodotta ai fini della richiesta di connessione dell'impianto eolico alla RTN di TERNA S.p.A.. Non è dunque nota, al momento, la STMG individuata dalla stessa TERNA S.p.A. per la connessione del parco eolico alla RTN.

Nelle more del rilascio della STMG da parte di TERNA S.p.A., si può ipotizzare che l'impianto eolico possa essere connesso in A.T. sulla sezione a 150 kV della Stazione Elettrica "VALLE" di TERNA S.p.A..

Se ciò dovesse essere confermato saranno progettate e realizzate le opere seguenti:

- SottoStazione Elettrica di Utente (SSEU sopra citata) per la trasformazione della tensione dalla M.T. a 30 kV (tensione di esercizio dell'impianto di produzione) alla A.T. a 150 kV (tensione di consegna lato TERNA S.p.A.);
- Elettrodotto interrato a 150 kV per una tratta di lunghezza al momento non nota, da realizzarsi in cavo tipo XLPE 150 kV - alluminio - $3 \times 1 \times 1.600 \text{ mm}^2$) per il trasporto dell'energia elettrica prodotta dall'intero parco eolico dalla SSEU 30/150 kV fino alla sezione in A.T. a 150 kV della Stazione Elettrica "VALLE" di TERNA S.p.A..

Si ribadisce che questa è al momento nulla più che una previsione sufficientemente realistica di ciò che verosimilmente si dovrà progettare/realizzare. Ogni analisi e conclusione dovrà essere rimandata a valle dell'ottenimento della STMG da parte di TERNA S.p.A..

La SSEU 30/150 kV sarà di proprietà della Società Proponente. In caso di accoglimento della proposta/riciesta della Proponente circa lo schema di connessione, essa avrà la finalità di permettere la connessione dell'impianto eolico "*Cerignola Borgo Libertà*" alla sezione a 150 kV della Stazione Elettrica "VALLE" di TERNA S.p.A. mediante una connessione in cavo in A.T. a 150 kV di lunghezza da definire a valle del rilascio della STMG.

Tutte le apparecchiature ed i componenti d'impianto saranno conformi alle relative Specifiche Tecniche TERNA S.p.A.. Le opere in argomento saranno in ogni caso progettate, costruite e collaudate in osservanza alla regola dell'arte dettata, in particolare, dalle più aggiornate:

- disposizioni nazionali derivanti da leggi, decreti e regolamenti applicabili, con eventuali aggiornamenti, con particolare attenzione a quanto previsto in materia antinfortunistica;
- disposizioni e prescrizioni delle Autorità locali, Enti ed Amministrazioni interessate;
- norme CEI, IEC, CENELEC, ISO, UNI in vigore, con particolare attenzione a quanto previsto in materia di compatibilità elettromagnetica.

I requisiti funzionali generali per la realizzazione della SSEU saranno:

- vita utile non inferiore a 40 anni. Le scelte di progetto, di esercizio e di manutenzione ordinaria saranno fatte tenendo conto di questo requisito;
- elevate garanzie di sicurezza nel dimensionamento strutturale;
- elevato standard di prevenzione dei rischi d'incendio, ottenuta mediante un'attenta scelta dei materiali.

La corrente di corto circuito per singolo aerogeneratore è pari a circa 100,8 A per una corrente di corto circuito totale lato M.T. a 30 kV pari a circa 1.209,6 A. Ciò determina una corrente di corto circuito lato A.T. a 150 kV di circa 242 A.

5 VERIFICA DELLA PORTATA DELLE CONDUTTURE

Nella tabella che segue sono stati confrontati, per ogni singola linea, la portata della conduttura, calcolata anche tenendo conto della tipologia di posa, con la corrente di impiego della conduttura stessa. Nella tabella si deve intendere con I_b la corrente di impiego della conduttura e con I_z la portata in corrente della conduttura stessa. Dai dati riportati nella tabella si evince chiaramente che le condutture sono correttamente dimensionate per sopportare la relativa corrente di impiego.

| Elettrodotto | S | I _b | I _z | Verifica |
|--------------|--------------------|----------------|----------------|--------------------------------|
| | [mm ²] | [A] | [A] | I _b <I _z |
| 1.1 | 500 | 277,9 | 599 | ok |
| 1.2 | 300 | 208,5 | 461 | ok |
| 1.3 | 185 | 139,0 | 350 | ok |
| 1.4 | 95 | 69,5 | 243 | ok |
| 2.1 | 500 | 277,9 | 599 | ok |
| 2.2 | 300 | 208,5 | 461 | ok |
| 2.3 | 185 | 139,0 | 350 | ok |
| 2.4 | 95 | 69,5 | 243 | ok |
| 3.1 | 300 | 277,9 | 461 | ok |
| 3.2 | 300 | 208,5 | 461 | ok |
| 3.3 | 185 | 139,0 | 350 | ok |
| 3.4 | 95 | 69,5 | 243 | ok |

6 PROTEZIONE DAI CONTATTI

6.1 DATI DI PROGETTO

I dati iniziali dello studio in oggetto sono i seguenti:

Sistema M.T. con tensione nominale 30 kV con neutro isolato:

- valore della corrente di guasto a terra, calcolato in base alla norma CEI 11-8, pari a 188 A ;
- durata del guasto a terra, da impostare nella programmazione delle protezioni, pari a 0.5 s.

Dai dati iniziali sopra riportati, applicando il metodo di calcolo riportato nell'Allegato A alla norma CEI EN 50522 (CEI 99-3), si ottiene:

- Tensione di contatto ammissibile $U_{tp}=220$ V (Tabella B.3);
- Impedenza totale del corpo umano $Z_t=1225$ ohm (Tabella B.2);
- Limite di corrente nel corpo umano $I_b = 267$ mA;
- Fattore cardiaco HF = 1 relativo al contatto mano-piedi;
- Fattore corporeo BF = 0.75 relativo al contatto mano-piedi;
- Impedenza del corpo $Z_T = 1000$ ohm;
- Resistenza aggiuntiva della mano $R_H = 0$ ohm (non considerata);
- Resistenza aggiuntiva dei piedi $R_{F1} = 1000$ ohm, relativa a scarpe vecchie ed umide;
- Resistività del terreno prossimo alla superficie $\rho_S = 100$ relativa a terreno vegetale.

Da questi dati, posso calcolare una Tensione di contatto ammissibile a vuoto $U_{vTp} = 507$ V.

Si precisa, comunque, che il progetto della rete di terra non può ricondursi alla semplice risoluzione di un problema matematico, a causa dei numerosi e non univocamente determinati parametri da prendere in considerazione, quali ad esempio:

- resistività del terreno non omogenea, né in direzione verticale né in direzione orizzontale;
- presenza di dispersori naturali che alterano in modo non prevedibile il campo elettrico in superficie;
- tipo di pavimentazione e sua finitura;
- umidità del terreno e condizioni ambientali durante le operazioni di verifica strumentale;
- manufatti e reti di terra altrui, nelle immediate vicinanze.

6.2 VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA DI TERRA

L'impianto di dispersione di ognuno degli aerogeneratori, è costituito da un doppio anello ciascuno di forma quadrata, il primo (interno) di lato 25 metri ed il secondo (esterno) di lato 35 m, integrato da n. 8 picchetti verticali di lunghezza pari a 4 m cadauno.

Tali impianti, in condizioni normali di esercizio, saranno collegati tra loro, attraverso lo schermo dei cavi MT, pertanto tali impianti di dispersione verranno considerati in parallelo.

I valori della resistenza di terra associabili ad ognuno dei dispersori sono i seguenti:

- Resistenza dell'anello quadrato interno: 9.19 Ω ;
- Resistenza dell'anello quadrato esterno: 4.59 Ω ;
- Resistenza di ognuno dei n. 8 picchetti verticali: 42 Ω (questi, messi in parallelo determinano complessivamente una resistenza di terra pari a 5.2 Ω ;

Il contributo complessivo dei dispersori, considerati per ognuna delle turbine eoliche, permette di calcolare una resistenza di terra pari a 1.95 Ω .

Considerando che tali impianti risultano collegati in parallelo, la resistenza verso terra complessiva sarà pari a $R_t = 1.95/12 = 0.25$ ohm.

6.3 VERIFICA TERMICA E MECCANICA DEL DISPERSORE

Sezione minima per garantire la resistenza meccanica ed alla corrosione

Il dispersore orizzontale è costituito da corda di rame nudo, per cui ai sensi dell'Allegato C alla norma CEI EN 50522 (CEI 99-3) dovrà avere una sezione minima di 25 mm².

Per la protezione contro la corrosione è necessario utilizzare materiali tali che il loro contatto non generi coppie elettrolitiche.

Dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra

Per effettuare il dimensionamento termico del dispersore si utilizza la formula presente nell'Allegato D alla norma CEI EN 50522 (CEI 99-3), tenendo presente che secondo quanto riportato nell'art.5.3, è possibile ripartire la corrente di guasto tra diversi elementi del dispersore.

Secondo tali calcoli per disperdere la corrente di guasto è necessaria una corda di sezione circa 2 mm^2 .

Le sezioni utilizzate partono da 35 mm^2 per cui soddisfano entrambe le condizioni con sufficiente margine di sicurezza.

6.4 CALCOLO E VERIFICA DELLA TENSIONE TOTALE DI TERRA U_T

Per tale impianto, la tensione totale di terra U_t risulta pari a 46 V.

Considerando che per tale sistema la tensione massima ammissibile è $U_{tp} = 220 \text{ V}$, il valore calcolato risulta essere inferiore, pertanto l'impianto di terra e le relative protezioni, risultano essere idonee alla protezione dai contatti indiretti delle persone, ai sensi della normativa vigente.

Resta inteso che una volta realizzato l'impianto, per valutarne l'efficacia, si rende necessaria una misura in campo eseguita da professionista abilitato.