

REGIONE BASILICATA
Provincia di Potenza
COMUNI DI FORENZA E MASCHITO

PROGETTO

PARCO EOLICO FORENZA – MASCHITO
POTENZIAMENTO IMPIANTO DI FORENZA



PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE

ERG Wind 4



PROGETTISTA



OGGETTO DELL'ELABORATO

A9 – Relazione tecnica dell'Impianto Eolico

ERG Wind 4 srl
Società con unico socio ERG Wind Holdings (Italy) srl, soggetta all'attività di direzione e coordinamento di ERG spa

www.erg.eu

Torre WTC Via De Marini 1
16149 Genova Italia
ph +39 010 24011
fax +39 010 2401490

Sede Legale: Torre WTC Via De Marini 1 16149 Genova Italia Cap. Soc. euro 6.632.737,00 I.V. R.E.A. Genova 477792 Reg. Impr. GE Cod. Fisc. e P. IVA 02269650640

Rev.
Data di emissione

00
18/04/2019

RAPPORTO

USO RISERVATO APPROVATO B9010788

Cliente ERG Power Generation S.p.A.

Oggetto Parco Eolico di Forenza (PZ) e Maschito (PZ)
Potenziamento impianto di Forenza
Progetto definitivo
Rapporto A.9
Relazione tecnica dell'Impianto Eolico

Ordine 4700026165 del 06/06/2018

Note Rev. 00
WBS A1300001447X003
Lettera di trasmissione prot B9007982

Progettista civile: Ing Rita Pellegrini, dipendente CESI, incarico interno B9012498 del 20/06/2019

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

PAD B9010788 (2668748) - USO RISERVATO

N. pagine 10

N. pagine fuori testo

Data 18/04/2019

Elaborato SCE - Montanelli Cesare
B9010788 115002 AUT

Verificato SCE - Pellegrini Rita, SCE - Nardi Andrea
B9010788 115018 VER B9010788 3011309 VER

Approvato SCE - Carnevale Francesco (Project Manager)
B9010788 3194063 APP



Mod. RAPP v. 10

CESI S.p.A.

Via Rubattino 54
I-20134 Milano - Italy
Tel: +39 02 21251
Fax: +39 02 21255440
e-mail: info@cesi.it
www.cesi.it

Capitale sociale € 8.550.000 interamente versato
C.F. e numero iscrizione Reg. Imprese di Milano 00793580150
P.I. IT00793580150
N. R.E.A. 429222

© Copyright 2018 by CESI. All rights reserved

Indice

1	PREMESSA	3
2	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI PROGETTUALI (A.9.A)	3
2.1	Criteri progettuali.....	4
2.2	Tipologia degli aerogeneratori.....	5
3	DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO (A.9.B)	5
3.1	Sito d'installazione.....	5
3.2	Potenza totale.....	5
3.3	Regime del vento del sito.....	5
4	CRITERI DI SCELTA DELLE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE DI PROTEZIONE CONTRO I FULMINI (A.9.C)	10

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
00	18/04/2019	B9010788	Prima emissione

1 PREMESSA

La società CESI S.p.A. è stata incaricata di redigere il progetto definitivo relativo al potenziamento dell'esistente impianto eolico, composto da n. 60 aerogeneratori Vestas V47, ciascuno di potenza nominale pari a 0,66 MW, per una potenza complessiva di 39,60 MW, ubicato nei Comuni di Forenza e Maschito in Provincia di Potenza (PZ) e di proprietà della società ERG Wind 4 Srl.

L'impianto esistente è attualmente in esercizio.

Il progetto di potenziamento consiste nella sostituzione dei 36 aerogeneratori ubicati nel Comune di Forenza, con 12 aerogeneratori di grande taglia (posizionati sempre nel Comune di Forenza), per una potenza massima installabile di 54 MW.

Gli aerogeneratori ubicati nel Comune di Maschito resteranno in esercizio nella attuale configurazione (24 aerogeneratori da 0,66 MW, per una potenza di 15,84 MW).

Dopo il potenziamento, l'intero impianto avrà quindi una potenza complessiva massima di 69,84 MW (54 MW di nuova installazione e 15,84 MW dell'impianto esistente).

Con riferimento all'estensione complessiva del parco, l'impianto oggetto di potenziamento può essere suddiviso in 2 aree geografiche:

- Area centro, comprendente 8 nuovi aerogeneratori in progetto (R-FZ01÷R-FZ08); l'aerogeneratore più vicino al centro abitato di Forenza si trova ad 1.5 km in direzione Sud Est.
- Area sud, comprendente 4 nuovi aerogeneratori in progetto (R-FZ09÷R-FZ12); l'aerogeneratore più vicino al centro abitato di Forenza si trova ad 1.6 km in direzione Nord Ovest.

L'orografia dell'intera area di impianto è quella caratteristica di una zona collinare con altopiani e avvallamenti che si susseguono in modo irregolare.

Una zona boschiva molto estesa è presente lungo tutto il lato occidentale dell'area di impianto caratterizzata dalla presenza di alberi ad alto fusto piuttosto fitti, che in alcuni casi superano i 10 m d'altezza.

2 DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI PROGETTUALI (A.9.A)

Gli aerogeneratori sono stati posizionati come descritto negli elaborati grafici di progetto e sono contraddistinti dalle sigle: R-FZ01÷ R-FZ12.

I nuovi aerogeneratori ricadono in Comune di Forenza e sono posizionati sostanzialmente lungo i tratti di crinale già interessati dall'esistente parco eolico.

La scelta dell'ubicazione degli aerogeneratori ha tenuto conto, principalmente, delle condizioni di ventosità dell'area (direzione, intensità e durata), della natura geologica del terreno, nonché del suo andamento piano - altimetrico.

L'assetto idrogeologico dell'area non subirà modifiche sostanziali considerando che:

- saranno evitate le opere di impermeabilizzazione del substrato quali la bitumatura;
- ove occorra saranno approntate opere di regolazione del deflusso superficiale;
- sarà ripristinato l'andamento naturale del terreno alle condizioni precedenti alla realizzazione.

2.1 Criteri progettuali

I criteri che hanno guidato l'analisi progettuale al fine di minimizzare il disturbo ambientale dell'opera sono stati:

- criteri di localizzazione;
- criteri strutturali.

Per quanto riguarda i criteri di localizzazione, la redazione del progetto si è sviluppata coerentemente con quanto prescritto dal P.I.E.A.R. per la realizzazione degli impianti eolici, infatti:

- l'area di insediamento del futuro parco eolico non è gravata da vincoli paesaggistici, i archeologici ed ambientali in genere ed è coerente con gli strumenti pianificatori vigenti;
- la presenza di un'idonea risorsa eolica è ampiamente verificata dai dati anemologici; gli aerogeneratori di progetto sono lontani da aree di elevato pregio naturalistico;
- la viabilità di accesso all'area del parco è ben sviluppata ed idonea;
- la distanza minima da strade provinciali è maggiore di 200 m.

I criteri strutturali che hanno condotto all'ottimizzazione della disposizione delle macchine, delle opere e degli impianti al fine di ottenere la migliore resa energetica, compatibilmente con il minimo disturbo ambientale sono stati:

- scelta dei punti di collocazione per le macchine, per gli impianti e per le opere civili in aree non coperte da vegetazione di pregio;
- distanza da edifici maggiore di 300 m;
- condizioni morfologiche favorevoli per minimizzare gli interventi sul suolo,
- ricerca di soluzioni progettuali a basso impatto, ad esempio i nuovi tratti stradali saranno realizzati in misto granulare stabilizzato con legante naturale per favorirne l'inserimento nel territorio naturale;
- percorsi dei cavidotti interni al parco sotterranei realizzati nella maggior parte su tracciati stradali già esistenti per ottemperare alle esigenze di minor disturbo ambientale.
- Sporadici allargamenti stradali visto la buona accessibilità al sito per il trasporto delle pale degli aerogeneratori e degli altri componenti.

2.2 Tipologia degli aerogeneratori

Gli aerogeneratori che saranno installati, verranno scelti tra diversi fornitori ed in grado di sviluppare 4,5 MW di potenza massima.

L'altezza massima complessiva del sistema torre-pale rispetto al piano campagna è pari a 180 m.

La struttura di fondazione dell'aerogeneratore è di tipo indiretto composto da:

- Pali di fondazione di diametro non inferiore a 1,20 m, di profondità non inferiore a 25 m e in numero non inferiore a 16, da definire nella successiva fase di progettazione esecutiva.
- Plinto di fondazione di collegamento tra pali e sostegno dell'aerogeneratore. Il Plinto, interamente interrato, avrà esemplificativamente forma troncoconica di diametro massimo 21,40 m e con altezza minima di 1,60 m; le dimensioni finali si potranno consolidare solo nella successiva fase di progettazione esecutiva e una volta eseguiti i sondaggi nei terreni. All'interno del plinto è annegato un elemento in acciaio denominato anchor cage, cui collegare la prima sezione del sostegno di cui al punto successivo. Le dimensioni sopra riportate sono da interpretarsi come orientative.
- Sostegno dell'aerogeneratore costituito da una struttura in acciaio di forma troncoconica, di altezza pari al massimo a 114 m.

3 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO (A.9.B)

3.1 Sito d'installazione

Il parco eolico di progetto è ubicato nel Comune di Forenza, nella parte nord-ovest della Regione Basilicata.

La scelta dell'ubicazione degli aerogeneratori ha tenuto conto, principalmente, delle condizioni di ventosità dell'area (direzione, intensità e durata), della natura geologica del terreno, nonché del suo andamento piano - altimetrico.

3.2 Potenza totale

L'impianto eolico si compone di 12 aerogeneratori di potenza nominale massima di 4.5 MW.

3.3 Regime del vento del sito

La stima del potenziale eolico di una determinata area si basa sulla conduzione di una adeguata campagna anemometrica in sito.

La campagna anemometrica è stata condotta in sito con 3 torri anemometriche:

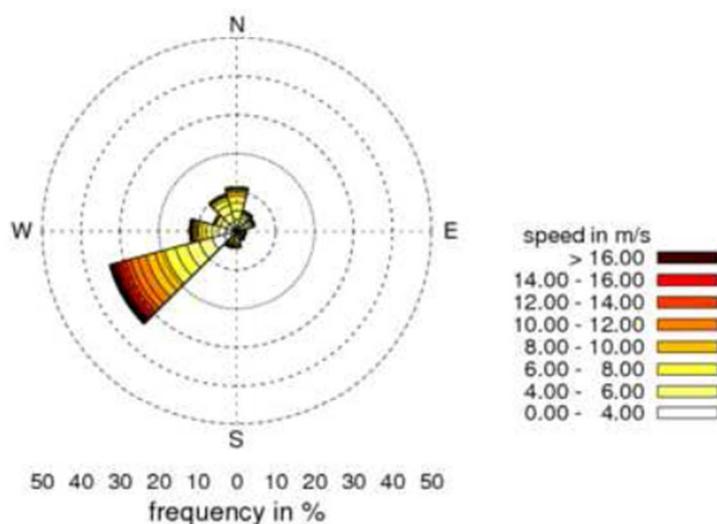
Stazione anemometrica	Coord est	Coord nord	Quota (m)	Altezza (m)	dal	al
MS05	566322	4529615	726.9	30	01/01/2008	28/08/2015
FZ04	569052	4525813	884.1	10	03/01/2008	28/08/2015
FZ01	574801	4522182	806.7	10	03/01/2008	28/08/2015

Dall'analisi dei dati registrati, si sono ottenute le seguenti statistiche di ventosità a 50m dal suolo:

site name	MS05_50		
filename	TabfreqMS05_50		
measurement period	03.01.08 - 28.08.15	# records = 65984	
position	x = 566322.0	y = 4529419.0	z (agl) = 50.0
Weibull param., average speed	k = 1.46	A = 5.82	average = 5.35

Frequency distribution

◀ ▶ Sector: all Sectors



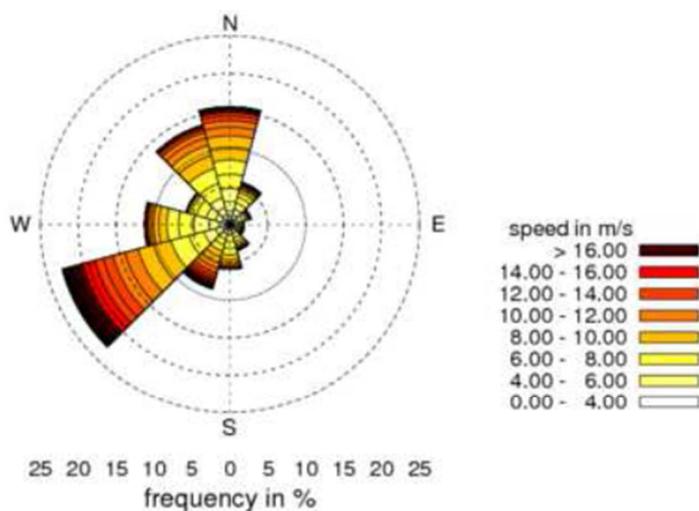
.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
k	2.52	2.01	1.71	1.82	1.96	2.17	2.68	2.01	1.62	1.43	2.35	2.26
A	6.02	5.13	3.89	3.83	4.89	5.45	6.49	6.76	7.81	4.91	3.81	4.78
freq	11.4	5.5	4.8	2.4	2.4	2.7	4.3	4.5	33.7	12.1	6.2	9.9
mean	5.33	4.49	3.38	3.29	4.28	4.75	5.65	5.83	6.94	4.51	3.31	4.26

Figura 1: Tabella di frequenze CAS05-50m

site name	FZ04_50		
filename	TabfreqFZ04_50		
measurement period	03.01.08 - 28.08.15	# records = 64436	
position	x = 569052.0	y = 4525813.0	z (agl) = 50.0
Weibull param., average speed	k = 1.65	A = 7.62	average = 6.94

Frequency distribution

◀ ▶ Sector: all Sectors

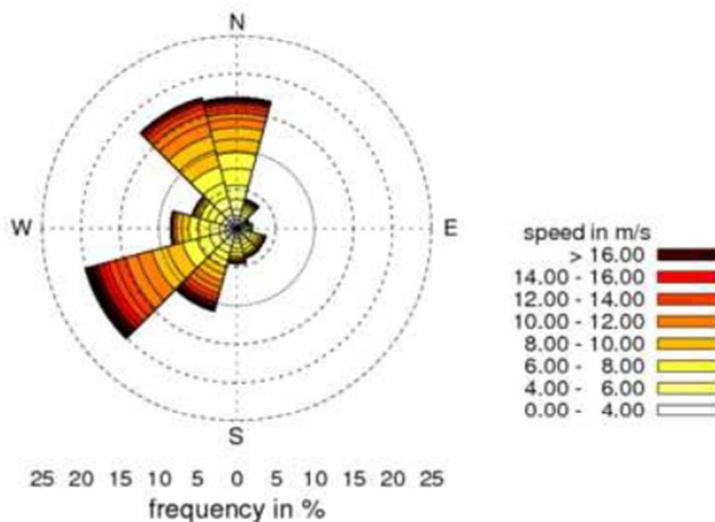


.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
k	2.09	1.69	1.60	1.90	1.76	1.87	2.25	1.88	1.76	2.11	2.87	2.53
A	7.84	6.00	4.25	4.91	5.56	5.95	6.76	9.53	10.20	6.36	5.45	7.60
freq	15.6	5.8	2.9	1.9	2.0	3.5	5.9	8.8	22.8	11.2	6.0	13.6
mean	6.91	5.29	3.70	4.23	4.89	5.30	5.98	8.51	9.41	5.72	4.73	6.69

Figura 2: Tabella di frequenze FZ04 -50m

site name	FZ01_50		
filename	TabfreqFZ01_50		
measurement period	03.01.08 - 28.08.15	# records = 65455	
position	x = 574802.0	y = 4522182.0	z (agl) = 50.0
Weibull param., average speed	k = 1.80	A = 7.67	average = 6.72

Frequency distribution
 ◀ ▶ Sector: all Sectors



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
k	1.94	1.60	1.34	1.73	1.97	2.04	1.67	1.90	2.00	2.47	2.47	2.49
A	7.60	5.62	3.83	4.25	5.94	5.48	5.65	8.96	9.98	6.47	5.86	8.35
freq	16.9	3.9	1.7	2.1	3.9	4.0	4.6	11.1	20.1	8.5	5.9	17.4
mean	6.68	4.89	3.42	3.63	5.14	4.64	4.90	7.74	8.83	5.60	4.95	7.26

Figura 3: Tabella di frequenze FZ01-50m

Per la stima di producibilità energetica di Forenza vengono prese in esame alcune tipologie di aerogeneratori, di caratteristiche geometriche compatibili e con curve di potenza garantite dal costruttore a densità media di sito.

Sono pertanto noti tutti gli elementi per avere una prima stima della producibilità energetica prevista per l'aerogeneratore che rappresenta la media dell'impianto e quindi dell'intero parco risultante dalla somma dei prodotti tra il numero di ore/anno e la potenza certificata per ogni bin di velocità del vento, in funzione del modello di aerogeneratore considerato:

- Produzione media lorda attesa compresa tra 146798 MWh/anno e 174847 MWh/anno

L'output del modello, in termini di energia annua producibile, deve essere decurtato di tutte le perdite esterne, al fine di poter determinare la producibilità annua netta, meglio nota come P50.

Le perdite esterne, oltre alle perdite per effetto scia di cui si è già parlato in precedenza, vengono suddivise in:

Perdite per mancata disponibilità di sistema (WTG + BOS) dell'impianto	3.00%
Perdite elettriche (cavidotto MT – consegna in AT)	3.20%
Perdite varie (basate sull'esperienza, in funzione dell'indice di turbolenza del vento)	2.00%
Perdite varie (basate sull'esperienza delle condizioni climatiche)	0.20%
Perdite dovute al rumore	2.00%
Totale perdite escluso scie	10.00%

La produzione netta attesa per singolo aereogeneratore, ovvero quella che viene ritenuta più probabile in funzione del modello di aerogeneratore considerato, risulta di:

- Produzione netta WTG-P50 compresa tra 10756 MWh/anno e 12785 MWh/anno

Moltiplicando la produzione netta di ogni WTG per il numero di WTG dell'impianto si ottiene la stima P50 della produzione netta dell'impianto:

$$Pr od_{netta_tot} = Pr od_{netta_WTG} \times N_{WTG}$$

- Produzione netta P50 dell'intero impianto compresa tra 129067 MWh/anno e 153420 MWh/anno

Una volta ottenuto il valore P50, rappresentativo di tutto l'impianto, vengono individuati i relativi valori di producibilità P62.5 P75 e P90, a valle di una specifica analisi di incertezza (o analisi di confidenza).

Questo tipo di analisi determina la relativa incertezza di calcolo:

- Incertezza complessiva compresa tra 28,5% e 29,9%

Considerando proprio l'incertezza complessiva ottenuta, si possono infine determinare, a partire dal P50, i percentili P62.5, P75 e P90, in funzione del modello di aerogeneratore considerato:

Percentili	GWh/anno	Ore equivalenti
P50	129,1 ÷ 153,4	2758 ÷ 2841
P62,5	116,8 ÷ 139,5	2495 ÷ 2583
P75	103 ÷ 124	2201 ÷ 2296
P90	79,5 ÷ 97,5	1700 ÷ 1805

4 CRITERI DI SCELTA DELLE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE DI PROTEZIONE CONTRO I FULMINI (A.9.C).

Rimandando per maggiori approfondimenti alla specifica documentazione di riferimento contenuta nel progetto elettrico, sinteticamente si illustrano i criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche di protezione contro i fulmini adottati.

L'efficienza della rete di terra di un'officina elettrica (centrali, sottostazioni, cabine ecc..) e quindi anche di un impianto eolico, si può ritenere raggiunta quando, alla presenza delle massime correnti di corto circuito legate al sistema elettrico d'alimentazione dell'impianto stesso, non si determinino tensioni di contatto e di passo pericolose per persone all'interno ed alla periferia dell'area interessata. L'efficienza della rete di terra è quindi legata ad una sufficiente capacità di disperdere la corrente di guasto (basso valore di resistenza totale) ma, in misura maggiore, ad un'uniformità del potenziale su tutta l'area dell'impianto utilizzatore (tensioni di passo e di contatto, gradienti periferici e differenze di potenziale fra diverse masse metalliche di valore limitato).

L'impianto di terra sarà pertanto costituito dalle seguenti parti:

- n. 1 dispersore lineare di collegamento equipotenziale di tutte le macchine e le relative cabine di macchina;
- rete di terra per la cabina di impianto e la stazione di consegna.

Per integrare e quindi migliorare le capacità disperdenti, il dispersore dovrà essere interconnesso in più punti anche con le armature dei plinti di fondazione degli aerogeneratori. Per quanto riguarda la protezione contro i fulmini di impianti eolici, i problemi principali riguardano il possibile danneggiamento degli aerogeneratori eolici per fulminazione diretta ed il possibile deterioramento dei sistemi di monitoraggio e di controllo per fulminazioni generalmente indirette che interessano, non solo gli aerogeneratori installati ma l'impianto eolico nel suo complesso. Infatti, le fulminazioni dirette sugli aerogeneratori possono danneggiare in modo particolare le pale, mentre i fulmini nell'impianto generano sovratensioni transitorie che interessano i circuiti degli aerogeneratori, delle cabine di macchina, della cabina di impianto e che possono danneggiare i loro sistemi elettronici (che sono particolarmente vulnerabili).

Nello specifico ci si riferisce al solo dispersore di terra, poiché gli aerogeneratori risultano essere già predisposti con un idoneo sistema di protezione, collegato al dispersore di terra in due punti.