

REGIONE
BASILICATA



COMUNE DI
FORENZA (PZ)



COMUNE DI PALAZZO
SAN GERVASIO (PZ)



Provincia
Potenza



**PROGETTO DEFINITIVO RELATIVO ALLA REALIZZAZIONE DI UN
IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 13 AEROGENERATORI E
DALLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N.**

STUDIO ANEMOLOGICO

ELABORATO

A.5

PROPONENTE:

BLUE STONE
renewable III

P.I. 15304181009
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma



PROGETTO E SIA:



Via della Resistenza, 48 - 70125 Bari tel. 080 3219948 fax. 080 2020986

Il DIRETTORE TECNICO
Dott. Ing. Orazio Tricofico



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. INTRODUZIONE	2
1.1 Descrizione del sito	2
2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE	2
2.1 Il progetto.....	2
2.2 L'aerogeneratore.....	3
3. CARATTERISTICHE DEI DATI aNEMOLOGICI	5
3.1 Caratteristiche dei dati.....	5
4. ANALISI DEI DATI DEL VENTO	5
4.1 Wind Shear - Profilo verticale	5
4.2 Direzione del vento	6
4.3 Velocità media annuale del vento a 100 m.....	7
4.4 Distribuzione del vento all'altezza del mozzo	7
5. MODELLO DI CALCOLO DELLA RISORSA EOLICA	9
5.1 Mappa di elevazione e di orografia	10
5.2 Calcolo energetico.....	11
5.3 Calcolo energetico - Perdite	11
5.4 Risultato del calcolo dell'energia	13
6. CONCLUSIONI	18
ALLEGATO I:.....	19



1. INTRODUZIONE

La presente relazione rappresenta una analisi preliminare di ventosità e di produzione relativo al progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di circa 58,5 MW denominato "CE PALAZZO" situato nel comune di Forenza (PZ) e Palazzo San Gervasio (PZ).

Lo studio ha lo scopo di fare una stima della risorsa ventosa disponibile in sito con l'obiettivo di dimostrare la verifica dell'ottemperamento dei requisiti anemologici richiesti dal PIEAR Basilicata riportati al par. 1.2.1.5. del Piano.

1.1 Descrizione del sito

Il sito oggetto dello studio è situato nel Comune di Forenza (PZ) e Palazzo San Gervasio (PZ).

L'area di progetto su cui verrà realizzato il parco eolico è caratterizzata da orografia tipica delle zone collinari della zona, priva di complicazioni eccessive e con un'altezza media compresa tra 400 e 600 metri sul livello del mare.

Per quanto riguarda le condizioni climatiche sito specifiche, è stata considerata una temperatura media annua di 13,5 ° C e una densità media dell'aria nel sito all'altezza del mozzo è: $\rho = 1,15 \text{ Kg/m}^3$.

Attualmente il sito presenta un uso del suolo principalmente agricolo. La copertura vegetale arborea è scarsa, quindi l'area in esame è caratterizzata da una rugosità media, caratteristica favorevole allo sfruttamento del vento.

Le turbine eoliche saranno posizionate in modo non omogeneo, in direzione perpendicolare al vento prevalente, N.

Di seguito è riportato il progetto del parco eolico proposto nel luogo.

2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE

2.1 Il progetto

Il parco eolico per la produzione di energia elettrica oggetto di studio avrà le seguenti caratteristiche:

- potenza installata totale: 58,5 MW;
- potenza della singola turbina: 4,5 MW;



- n. 13 turbine;
- n. 1 cabine di smistamento.

2.2 L'aerogeneratore

L'aerogeneratore previsto per la realizzazione del parco eolico in parola è la turbina 4,5 MW della Siemes-Gamesa (G145 4,5 MW IIA).

Nella tabella che segue sono sintetizzate le principali caratteristiche dell'aerogeneratore previsto nel parco eolico CE PALAZZO.

Tipo di Aerogeneratore	Altezza al mozzo (m)	Diametro rotore (m)	Potenza nominale (kW)
Gamesa G145 4,5 MW IIA	127,5 m	145 m	4,5

Tabella 1 – Caratteristiche principali dell'aerogeneratore previsto nel parco eolico CE PALAZZO.

• Curva di potenza

La figura 1 mostra i dati della curva di potenza per diverse velocità del vento per una densità di 1,225 kg/m³. Questa curva è stata ricavata dai dati inviati da S.Gamesa.

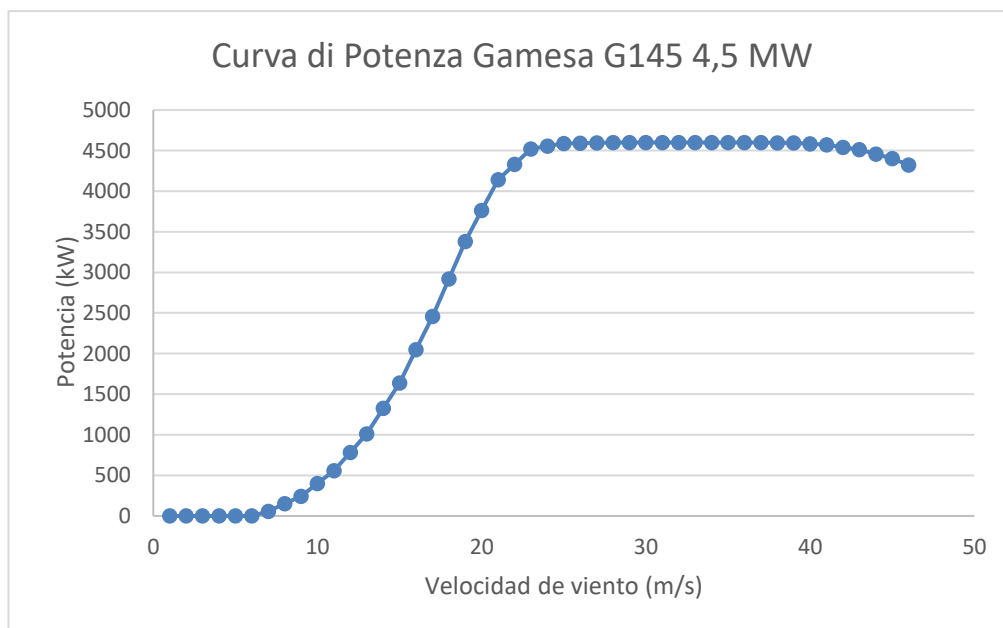


Figura 1 - Curva di potenza Gamesa G145 4,5 MW.

• Curva di spinta

La Figura 2 mostra i valori della curva di spinta per diverse velocità del vento e una densità dell'aria di 1,225 kg/m³.



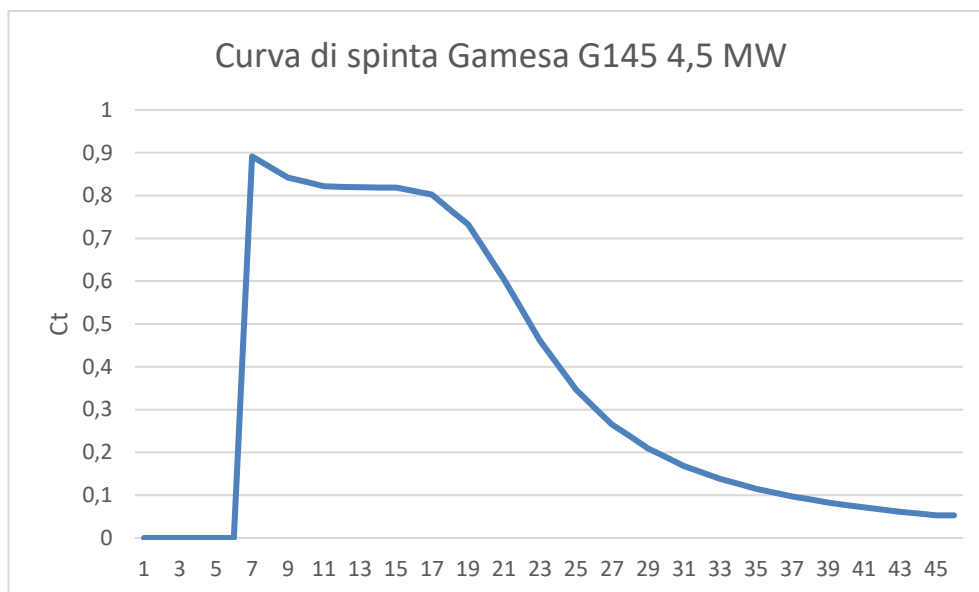


Figura 2 - Curva di spinta Gamesa G145 4,5 MW.

• Dati di input per il calcolo

Analizzando il database ERA-1, è stato effettuato un calcolo di varie altezze a partire da 127,5 m, che è l'altezza della turbina eolica selezionata.

Il software utilizzato per le elaborazioni è il Furow; di seguito vengono descritti i principali i dati di input implementati nel modello scelto:

- Topografia: è stata inserita una mappa topografica del sito dal database ASTER in coordinate UTM.

- Rugosità: è stata importata una mappa di rugosità dal database CORINE 2006. I valori di rugosità sono stati confrontati in Google Earth, verificandone la corrispondenza. Nella figura 5, riportata nel proseguo di questa relazione, è mostrata la mappa di rugosità del sito.

- Dati meteorologici: sono stati scaricati i dati di pressione e temperatura MERRA-2 a 0 e 10 m dal suolo ed è stata effettuata una estrapolazione per simulare i dati a 127,5 m, che è l'altezza alla quale si trova il mozzo.



3. CARATTERISTICHE DEI DATI ANEMOLOGICI

3.1 Caratteristiche dei dati

Per la caratterizzazione dei dati relativi alla risorsa eolica disponibile in sito, sono stati utilizzati i dati del database di rianalisi di ERA-1.

Per la realizzazione di questo studio preliminare è stata analizzata una serie storica di 20 anni di dati provenienti dal database ERA-1 ad altezze di 2, 10 e 50 m.

Il punto di riferimento utilizzato per ottenere i dati di velocità e direzione del vento è di seguito descritto ed identificato:

- Coordinate: 578550,55 E, 4521879,77 m N Huso 33T
- Altezza al livello del mare: 600 m
- Periodo download dati: 01/01/2000 - 01/01/2020

Velocità / direzione vento	2 m
Velocità / direzione vento	10 m
Velocità / direzione vento	50 m
Temperatura	2 m
Temperatura	10 m
Pressione (m s.l.m.)	0 m

Tabella 2 – Dati di misurazione.

4. ANALISI DEI DATI DEL VENTO

Prima di procedere con la modellazione dei dati del vento disponibili, è stata effettuata un'operazione di verifica dei dati stessi al fine di renderli omogenei e affidabili: sono stati infatti rimossi i dati delle ombre e i dati non validi. Questo lavoro di pulizia dei dati è stato effettuato mediante ispezione visiva e grafica dei dati di vento disponibili utilizzando il software Furow.

4.1 Wind Shear - Profilo verticale

Ai fini della modellazione, il fattore esponenziale medio della legge di potenza è stato calcolato per ogni ora e per ogni direzione.



Inizio serie dati	Fine serie dati	Elevazione (m)	Calcolo dell'altezza (m)	Esponente di taglio (%)
01/01/2000	01/01/2020	145	4,5	0,127

Tabella 3 – Wind Shear - Profilo verticale.

4.2 Direzione del vento

La direzione del vento nel sito mostra chiaramente una direzione del vento predominante da nord-ovest, sia in frequenza che in energia. Questo può essere mostrato nella Figura 3:

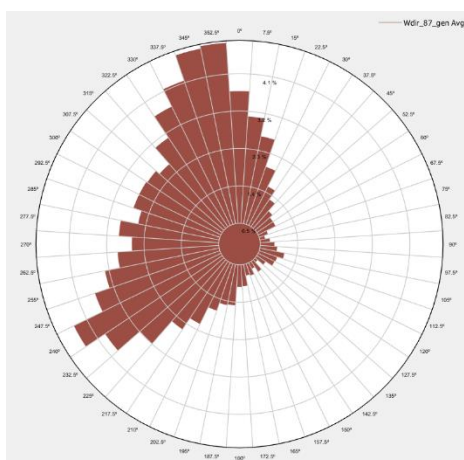


Figura 3 – Rosa dei venti del progetto CE PALAZZO.

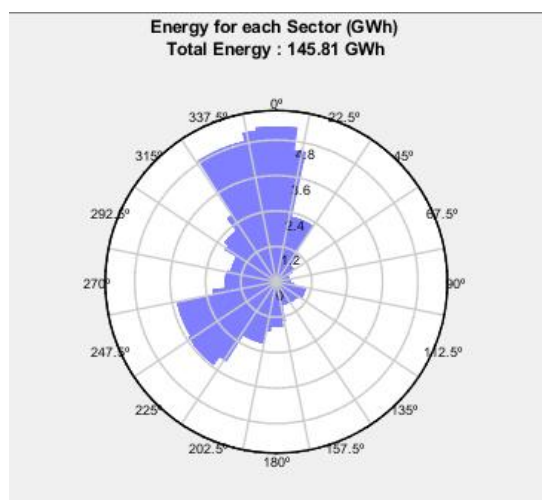


Figura 4 – Rosa dei venti di produzione eolica del progetto CE PALAZZO.



4.3 Velocità media annuale del vento a 100 m

La velocità media annuale del vento a 100 m è stimata a 6,9 m/s.

4.4 Distribuzione del vento all'altezza del mozzo

	348.75° - 11.25°	11.25° - 33.75°	33.75° - 56.25°	56.25° - 78.75°	78.75° - 101.25°	101.25° - 123.75°	123.75° - 146.25°	146.25° - 168.75°
0.50 m/s	0,1347	0,1209	0,1277	0,1107	0,1226	0,1375	0,1139	0,0987
1.50 m/s	0,3399	0,2912	0,2598	0,2163	0,2363	0,2392	0,1431	0,1384
2.50 m/s	0,587	0,4586	0,3944	0,3261	0,3327	0,3103	0,1571	0,1669
3.50 m/s	0,862	0,5493	0,5058	0,4289	0,3635	0,3014	0,1856	0,2
4.50 m/s	10,937	0,6756	0,4881	0,3371	0,328	0,2731	0,1618	0,1997
5.50 m/s	12,192	0,7155	0,4097	0,2104	0,2643	0,2349	0,1422	0,193
6.50 m/s	10,921	0,4909	0,2823	0,164	0,1861	0,1886	0,1796	0,1978
7.50 m/s	0,9812	0,4314	0,2072	0,1765	0,2229	0,2068	0,1731	0,1903
8.50 m/s	0,8867	0,4008	0,154	0,1787	0,2338	0,2291	0,1531	0,1755
9.50 m/s	0,8199	0,3109	0,1154	0,1047	0,083	0,2062	0,1361	0,1507
10.5 m/s	0,7149	0,3344	0,0965	0,0532	0,0278	0,1554	0,1426	0,1114
11.5 m/s	0,6009	0,3438	0,0753	0,0173	0,0082	0,1073	0,1311	0,0823
12.5 m/s	0,4974	0,2308	0,0339	0,0033	0,0016	0,0894	0,0583	0,0886
13.5 m/s	0,4364	0,1903	0,0184	0	0	0,0868	0,036	0,0567
14.5 m/s	0,371	0,1543	0,0167	0	0	0,0747	0,0376	0,0243
15.5 m/s	0,2662	0,0771	0,0273	0	0	0,0292	0,0552	0,02
16.5 m/s	0,2124	0,0443	0,0195	0	0	0,0088	0,0323	0,0149
17.5 m/s	0,1709	0,0327	0,0079	0	0	0	0,006	0,0089
18.5 m/s	0,1213	0,0373	0,0015	0	0	0	0,0011	0,0019
19.5 m/s	0,0732	0,0262	0,0001	0	0	0	0	0,0021
20.5 m/s	0,0366	0,0147	0,0018	0	0	0	0	0,0039
21.5 m/s	0,0245	0,0129	0,0062	0	0	0	0	0,0047



22.5 m/s	0,0117	0,0098	0,0034	0	0	0	0	0,0121
23.5 m/s	0,0045	0,0058	0	0	0	0	0	0,0145
24.5 m/s	0,0088	0,0011	0	0	0	0	0	0,0027
25.5 m/s	0,0076	0	0	0	0	0	0	0

	168.75° - 191.25°	191.25° - 213.75°	213.75° - 236.25°	236.25° - 258.75°	258.75° - 281.25°	281.25° - 303.75°	303.75° - 326.25°	326.25° - 348.75°
0.50 m/s	0,0952	0,108	0,1368	0,1177	0,1489	0,1221	0,1402	0,187
1.50 m/s	0,1529	0,2145	0,3367	0,3886	0,4661	0,4256	0,4041	0,4607
2.50 m/s	0,2098	0,306	0,5724	0,7752	0,8904	0,8385	0,7679	0,7934
3.50 m/s	0,2806	0,3371	0,8242	13.238	14.284	13.669	12.693	11.772
4.50 m/s	0,2724	0,4281	0,9727	16.691	16.036	16.360	14.302	14.681
5.50 m/s	0,2537	0,5062	10.585	17.967	15.106	16.163	14.229	16.444
6.50 m/s	0,2779	0,4957	10.597	15.023	10.100	10.396	12.509	15.859
7.50 m/s	0,3304	0,5029	0,9093	10.472	0,6407	0,6166	0,8447	14.357
8.50 m/s	0,3493	0,479	0,7369	0,649	0,3591	0,3015	0,4508	12.196
9.50 m/s	0,2573	0,3612	0,6357	0,5391	0,2016	0,1445	0,2914	0,9097
10.5 m/s	0,2006	0,3112	0,5487	0,4754	0,1385	0,0933	0,2043	0,6393
11.5 m/s	0,1694	0,2804	0,4478	0,3955	0,0989	0,0696	0,1436	0,4363
12.5 m/s	0,1732	0,2415	0,3034	0,241	0,0442	0,0315	0,0917	0,3679
13.5 m/s	0,153	0,1716	0,2064	0,1486	0,0197	0,0134	0,0461	0,2345
14.5 m/s	0,1122	0,1037	0,1373	0,0853	0,0103	0,0046	0,0142	0,1173
15.5 m/s	0,0429	0,0648	0,0997	0,0466	0,0138	0,0028	0,0107	0,0895
16.5 m/s	0,0211	0,0344	0,0632	0,0283	0,007	0,0012	0,006	0,0674
17.5 m/s	0,0129	0,0119	0,0348	0,0164	0,0006	0	0,002	0,049
18.5 m/s	0,0026	0,0023	0,0242	0,0051	0,0021	0	0,0004	0,0349
19.5 m/s	0,0021	0	0,0103	0,0011	0,0012	0	0	0,0169
20.5 m/s	0,0038	0	0	0	0,0012	0	0	0,0029
21.5 m/s	0,004	0	0	0	0,0045	0	0	0,0006



22.5 m/s	0,0058	0	0	0	0,0064	0	0	0
23.5 m/s	0,0058	0	0	0	0,0058	0	0	0
24.5 m/s	0,0011	0	0	0	0,0011	0	0	0
25.5 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 4 – Distribuzione del vento all'altezza del mozzo.

5. MODELLO DI CALCOLO DELLA RISORSA EOLICA

Nel seguito vengono descritti i principali aspetti considerati del modello utilizzato per il calcolo della risorsa eolica nel sito di progetto.

- Il modello di rianalisi che meglio si adatta all'area in esame è l'ERA1. Ai fini della elaborazione di questo studio preliminare è stata considerata una serie storica di 20 anni di dati scaricati dal database MERRA-2 a 127,5 m.

- La velocità del vento e le distribuzioni della direzione sono state calcolate sulla base di un periodo di riferimento di 20 anni (dal 01/01/2000 al 31/12/2020).

- La turbolenza ambientale media è stata stimata in base alla rugosità del sito.

- I dati di temperatura e pressione sono stati ottenuti dai dati di analisi dal modello MERRA-2 ad un'altezza di 10 e 0 m rispettivamente e sono stati estrapolati ad un'altezza di 127,5 m tenendo conto dell'elevazione del sito.

- La densità dell'aria è stata calcolata utilizzando i dati di rianalisi di temperatura e pressione ottenuti ed estrapolandoli ad un'altezza di 127,5 m.

- Sono state create griglie topografiche con risoluzione ogni 25m sulla base dell'orografia ottenuta dalla base del National Geographic Institute (curve di contorno interpolate ogni 5m) e della rugosità basata sul database CLC2006 che contiene informazioni ogni 75m.

- Tutte le simulazioni sono state eseguite utilizzando il software di calcolo Furow.

- Per il calcolo dell'energia è stato utilizzato il modello Simplified Eddy Viscosity, valutando i 72 settori.



5.1 Mappa di elevazione e di orografia

Per l'elaborazione dei dati di vento è stata utilizzata una mappa altimetrica con una risoluzione verticale di 25 me una rugosità del sito e dei dintorni basata sui seguenti valori:

- Foresta: 0,5
- Aree a verde: 0,1
- Terreno coltivato: 0,1
- Superfici incolte: 0,03
- Specchi d'acqua: 0,0001
- Città: 0,5

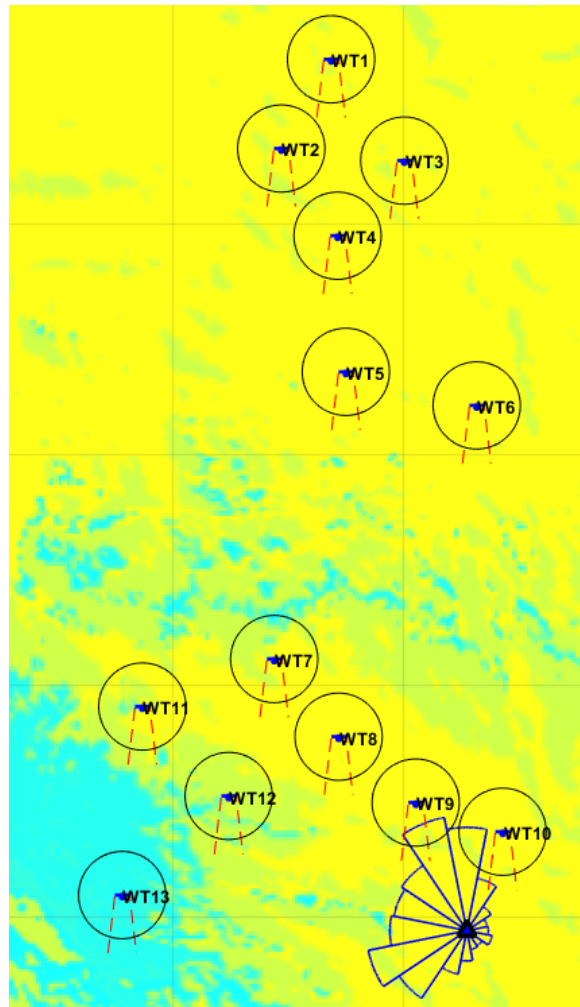


Figura 5 – Rugosità del sito del progetto CE PALAZZO.



5.2 Calcolo energetico

Nella tabella che segue sono riportate la potenza totale delle turbine installate, l'energia annua (MWh), il fattore impianto (%) e le ore equivalenti del parco eolico CE PALAZZO.

Tipo di Turbina	Numero d Turbina	MW total	Rendimento netto (MWh)	Fattore di capacità netto (%)	Ore equivalenti nette (h)
Gamesa G145 4,5 MW	13	58,5	167.996,60	32,75	2.871,74

Tabella 5 – Producibilità della risorsa eolica del progetto CE PALAZZO.

5.3 Calcolo energetico - Perdite

Per il calcolo della produzione energetica del parco è stato utilizzato il programma Furow, che fornisce anche il valore delle perdite dovute ai percorsi utilizzando il modello Eddy Viscosity, calcolando i percorsi per un totale di 72 settori (ogni 5 °).

Il numero di ore annue considerato è 8.766, inclusi gli anni bisestili.

Per ottenere la produzione netta del parco in esame è stato necessario quantificare le perdite di processo che vengono di seguito indicate:

- Perdite dovute a scia: queste perdite sono prodotte dalla vicinanza delle linee delle turbine eoliche, provocando riduzioni della velocità del vento che interessano le turbine eoliche a valle. Per il parco CE sono state considerate perdite per scia intorno al 1,82%;
- Perdite per indisponibilità dell'aerogeneratore: sono le perdite stimate per fermo impianto durante le operazioni di manutenzione preventiva e correttiva dell'aerogeneratore. A causa della natura stagionale del vento nel sito, la manutenzione del parco ha una gestione complessa, quindi questa indisponibilità può essere ridotta sfruttando le stagioni di vento debole. Solitamente questo tipo di perdita viene considerata intorno al 3,00%; nel caso del parco in progetto è stato assunto lo stesso valore considerando che gli stessi produttori delle macchine garantiscono solitamente una disponibilità tecnica del 97%;



- Perdite per indisponibilità del sistema collettore: si riferiscono a quelle dovute a guasti e indisponibilità dell'impianto elettrico interno del parco. Tali perdite sono state stimate intorno al 0,25%;
- Perdite per indisponibilità della cabina: si riferiscono alle perdite per indisponibilità dovuta a manutenzione e riparazioni per guasti della cabina di entrata. Tali perdite sono state stimate intorno al 0,25%.
- Perdite per indisponibilità della rete: si riferiscono alle perdite dovute alla indisponibilità della rete di evacuazione del parco. Tali perdite sono state stimate intorno al 0,25%;
- Perdite elettriche: rappresentano le perdite elettriche totali del parco. Tali perdite sono state considerate pari al 3,99%;
- Perdite dovute all'adeguamento della curva di potenza: valore assunto 1%;
- Perdite per isteresi per vento forte: le perdite per isteresi sono dovute al tempo in cui la turbina eolica rimane ferma a velocità all'interno dell'intervallo operativo dopo eventi di arresto per vento forte. Tali perdite sono state stimate in un valore dello 0,1%;
- Perdite dovute al wind shear: valore assunto 0,1%;
- Perdite associate al disorientamento dell'aerogeneratore: si tratta di perdite causate dall'incapacità dell'aerogeneratore di orientarsi abbastanza rapidamente nella direzione incidente del vento, modificando così l'angolo di incidenza e riducendo leggermente la velocità effettiva del vento. Tali perdite sono state considerate pari allo 0,1%.

Nella tabella che segue sono sintetizzati i valori delle principali perdite sopramenzionate per il parco eolico CE PALAZZO.

PERDITE PER INDISPONIBILITÀ	
Aerogeneratore (%)	3
Sistema collettamento (%)	0,25
Sottostazione (%)	0,25
Rete (%)	0,25
TOTALE (%)	3,7257
PERDITE ELETTRICHE	
Trasformatore turbina (%)	3
Sistema collettamento (%)	0,25
Sottostazione (%)	0,25
Linea di trasmissione (%)	0,25



Potenza consumata al minimo (%)	0,05
TOTALE (%)	3,99099
PERDITE PER RENDIMENTO AEROGENERATORE	
Adattamento alla curva di potenza (%)	1
Isteresi da venti forti (%)	0,1
Taglio del vento (%)	0,1
TOTALE (%)	1,1979
PERDITE PER DEGRADAZIONE	
Degradazione delle pale (%)	1
Congelamento della lama (%)	0,1
TOTALE (%)	1,1

Tabella 6 – Riepilogo delle perdite di processo del progetto CE PALAZZO.

Nella tabella 7, di seguito riportata, è stata riportata una sintesi dei risultati annuali di produzione CE PALAZZO stimati da Furow per un periodo di tempo annuale.

L'energia annua generata dalle 10 turbine eoliche Gamesa G145 da 4,5 MW sarà di **167.996 MWh/anno**.

Capacità del parco (MW)	58,5
Numero di turbine	13
Produzione lorda [MWh/anno]	186.744
Perdite per scia (%)	1,82
Perdite elettriche (%)	3,99
Perdite per rendimento dell'aerogeneratore (%)	1,1979
Perdite per indisponibilità (%)	3,72
Perdite per degradazione (%)	1,1
Produzione netta [MWh/anno]	167.996
Fattore di impianto netto(%)	32,75
Ore equivalenti [h/anno]	2.871,74

Tabella 7 – Stima della produzione energetica del parco CE PALAZZO con 13 turbine G145 4,5MW a 127,5 m.

5.4 Risultato del calcolo dell'energia

La Figura 6 e la Tabella 8 mostrano le coordinate e le posizioni delle turbine eoliche CE PALAZZO.



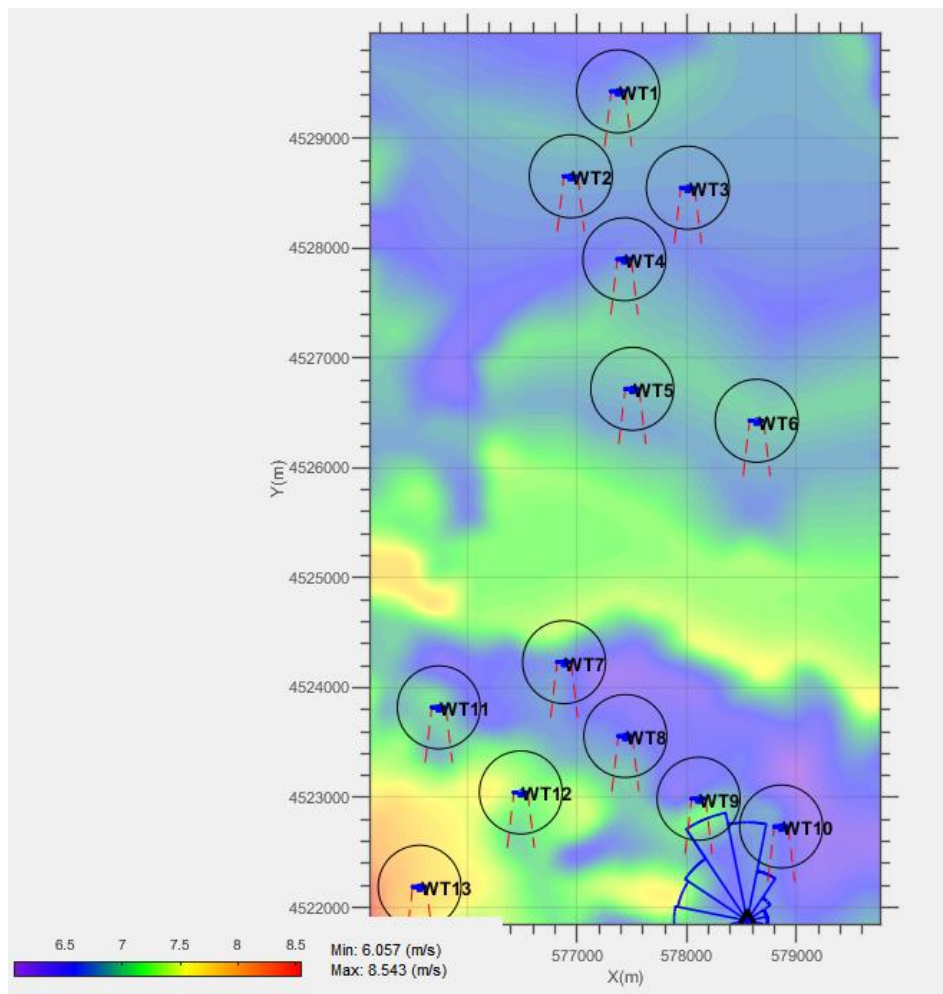


Figura 6 – Posizione delle turbine del progetto CE PALAZZO.

N° Turbine	WT1	WT2	WT3	WT4	WT5
Tipo di turbina	Gamesa G145 4.5 MW	Gamesa G145 4.5 MW	Gamesa G145 4.5 MW	Gamesa G145 4.5 MW	Gamesa G145 4.5 MW
Altezza della turbina (m)	127,5	127,5	127,5	127,5	127,5
Diametro della turbina (m)	145	145	145	145	145
Potenza (kW)	4500	4500	4500	4500	4500
X (m)	577375,0	576943,6	578009,2	577431,1	577503,1
Y(m)	4529427,0	4528654,3	4528549,4	4527899,0	4526720,0
Elevazione del terreno (m)	434,1	450,0	450,0	459,8	500,0
Turbina più vicina	WT2	WT1	WT4	WT5	WT6
Distanza dalla turbina più vicina	885,0	885,0	870,1	870,1	1170,0



Temperatura (°C)	14,909	14,806	14,806	14,742	14,481
Pressione (hPa)	941,85	940,04	940,04	938,92	934,34
Umidità relativa (%)	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Densità dell'aria (kg/m³)	1,135	1,133	1,133	1,132	1,128
Velocità media (m/s)	6,8753	6,9057	6,8742	6,8285	6,9952
Velocità media influenzata (m/s)	6,8404	6,8691	6,7828	6,7462	6,9337
Ambiente TI (%)	19,383	19,357	19,359	19,322	19,232
Totale TI (%)	19,554	19,533	19,828	19,732	19,444
Rendimento ideale (MWh)	10826,5	10826,5	10826,5	10826,5	10826,5
Efficienza topografica (%)	100,5891	101,3541	100,8088	99,8317	103,2353
Efficienza lorda (MWh)	10890,3	10973,1	10914,1	10808,3	11176,8
Fattore di capacità (CF) lordo (%)	36,0098	36,2836	36,0884	35,7386	36,9571
Ore di lavoro lorde (h)	3156,62	3180,62	3163,51	3132,85	3239,66
Efficienza del parco (%)	98,9118	98,9118	97,1749	97,4277	98,2351
Rendimento del parco (MWh)	10771,8	10853,7	10605,8	10530,3	10979,5
Efficienza netta (MWh)	9690,4	9764,1	9541,0	9473,1	9877,3
Fattore di capacità (CF) netto (%)	32,0420	32,2857	31,5481	31,3236	32,6600
Ore di lavoro nette (h)	2808,80	2830,16	2765,51	2745,83	2862,97

N° Turbine	WT6	WT7	WT8	WT9	WT10
Tipo di turbina	Gamesa G145 4.5 MW	Gamesa G145 4.5 MW	Gamesa G145 4.5 MW	Gamesa G145 4.5 MW	Gamesa G145 4.5 MW
Altezza della turbina (m)	127,5	127,5	127,5	127,5	127,5



Diametro della turbina (m)	145	145	145	145	145
Potenza (kW)	4500	4500	4500	4500	4500
X (m)	578636,4	576882,4	577440,4	578107,7	576488,2
Y(m)	4526429,1	4524232,5	4523560,2	4522989,5	4523046,7
Elevazione del terreno (m)	500,0	496,5	467,8	471,7	555,5
Turbina più vicina	WT7	WT3	WT12	WT8	WT11
Distanza dalla turbina più vicina	1170,0	873,7	873,7	794,0	1076,5
Temperatura (°C)	14,481	14,503	14,690	14,665	14,120
Pressione (hPa)	934,34	934,73	938,01	937,56	928,01
Umidità relativa (%)	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Densità dell'aria (kg/m ³)	1,128	1,128	1,131	1,131	1,121
Velocità media (m/s)	7,0591	6,8022	6,7355	6,9123	7,3871
Velocità media influenzata (m/s)	6,9983	6,7375	6,6306	6,8294	7,3171
Ambiente TI (%)	19,247	18,360	18,499	18,675	17,728
Totale TI (%)	19,447	18,588	19,012	19,088	18,053
Rendimento ideale (MWh)	10826,5	10826,5	10826,5	10826,5	10826,5
Efficienza topografica (%)	104,2076	99,5872	97,6498	101,8967	111,1914
Efficienza lorda (MWh)	11282,1	10781,9	10572,1	11031,9	12038,2
Fattore di capacità (CF) lordo (%)	37,3051	35,6511	34,9575	36,4778	39,8053
Ore di lavoro lorde (h)	3270,17	3125,18	3064,37	3197,65	3489,33
Efficienza del parco (%)	98,2298	98,0093	96,7320	97,5021	98,1131
Rendimento del parco (MWh)	11082,4	10567,2	10226,6	10756,3	11811,0
Efficienza netta (MWh)	9969,7	9506,3	9199,9	9676,4	10625,3
Fattore di capacità (CF) netto (%)	32,9658	31,4334	30,4202	31,9960	35,1333



Ore di lavoro nette (h)	2889,78	2755,45	2666,64	2804,76	3079,79
-------------------------	---------	---------	---------	---------	---------

N° Turbine	WT11	WT12	WT13
Tipo di turbina	Gamesa G145 4.5 MW	Gamesa G145 4.5 MW	Gamesa G145 4.5 MW
Altezza della turbina (m)	127,5	127,5	127,5
Diametro della turbina (m)	145	145	145
Potenza (kW)	4500	4500	4500
X (m)	575740,5	578860,5	575566,1
Y(m)	4523821,2	4522736,8	4522188,4
Elevazione del terreno (m)	547,4	429,7	665,5
Turbina più vicina	WT10	WT9	WT10
Distanza dalla turbina più vicina	1076,5	794,0	1259,7
Temperatura (°C)	14,173	14,938	13,405
Pressione (hPa)	928,93	942,36	915,47
Umidità relativa (%)	NaN	NaN	NaN
Densità dell'aria (kg/m³)	1,122	1,135	1,109
Velocità media (m/s)	7,1415	6,7063	7,9537
Velocità media influenzata (m/s)	7,1163	6,6421	7,9261
Ambiente TI (%)	17,641	18,872	16,689
Totale TI (%)	17,719	19,212	16,768
Rendimento ideale (MWh)	10826,5	10826,5	10826,5
Efficienza topografica (%)	107,1707	96,8215	122,4751
Efficienza lorda (MWh)	11602,9	10482,4	13259,8
Fattore di capacità (CF) lordo (%)	38,3659	34,6610	43,8447
Ore di lavoro lordo (h)	3363,15	3038,38	3843,43



Efficienza del parco (%)	99,2870	98,0847	99,4326
Rendimento del parco (MWh)	11520,2	10281,7	13184,6
Efficienza netta (MWh)	10363,6	9249,4	11860,9
Fattore di capacità (CF) netto (%)	34,2681	30,5840	39,2191
Ore di lavoro nette (h)	3003,94	2680,99	3437,94

Tabella 8 – Risultati del calcolo dell'energia del parco CE PALAZZO.

6. CONCLUSIONI

La relazione descrive l'analisi anemologica ottenuta attraverso l'utilizzo del software Furow, analizzando serie storiche e dati di bibliografia di riferimento e rappresentative dell'area oggetto di studio in cui è stato possibile calcolare la statistica media del vento a lungo termine.

Eseguendo l'extrapolazione verticale è stato calcolato che il vento a 127 mt ha una velocità media di 6,9 m/s. Sempre utilizzando il software Furow è stata extrapolata la statistica del vento nella posizione di ogni aerogeneratore e, a partire da quest'ultima, è stata calcolata la produzione totale del parco eolico.

La produzione annuale al netto delle perdite è di 167.996 [MWh/anno] e 2.871,74 ore equivalenti.

Si ritiene che i risultati ottenuti dallo studio condotto mediante l'utilizzo di dati storici e di bibliografia analizzati per il tramite del software Furow e, come descritti nei paragrafi precedenti, siano ben rappresentativi delle condizioni reali dell'area oggetto di intervento e della tipologia degli aerogeneratori che si intendono installare.

È possibile altresì asserire che, il risultato ottenuto dallo studio oggetto della relazione è paragonabile ai risultati di altri studi effettuati nell'area in oggetto, a parità delle condizioni progettuali condotte con dati e serie storiche derivanti da torri enemometriche installate in sito.

Si cita solo per confronto lo studio condotto dalla società "IVPC Power8" (riportato in allegato alla presente relazione), basato su dati derivanti da serie storiche di anemometri installati in sito e più precisamente dei dati forniti da un anemometro



installato ad una distanza di circa 3 km dall' area di interesse, posto su di una torre alta 40 metri (vedi documento allegato I "Relazione Specialistica – Studio anemologico_A.5_Parco eolico "36MW nel Comune di Acerenza").

In conclusione, lo studio condotto risulta ben rappresentativo del sito e della tipologia di intervento, e questo permette di affermare che il progetto rispetta i requisiti tecnici minimi in termini di velocità media annua del vento, ore equivalenti e densità volumetrica, rendendo congrua la realizzazione del parco eolico sia dal punto di vista tecnico che economico.

ALLEGATO I:

- **Relazione Specialistica – Studio anemologico_A.5_Parco eolico "36MW nel Comune di Acerenza" _ società "IVPC Power8 SPA".**

