

PROPONENTE
Repower Renewable Spa
Via Lavaredo, 44
30174 Mestre (VE)

PROJECT MANAGER : Dott.Giuseppe Caricato

REPOWER
L'energia che ti serve.

PROGETTAZIONE



Sinergo Spa - via Ca' Bembo 152
30030 - Maerne di Martellago - Venezia - Italy
tel 041.3642511 - fax 041.640481

sinergospa.com - info@sinergospa.com

Numero di commessa interno progettazione: 20094

Progettista :
Ing. Filippo Bittante



TENPROJECT

Tenproject Srl - via De Gasperi 61
82018 S.Giorgio del Sannio (BN)
t +39 0824 337144 - f +39 0824 49315
tenproject.it - info@tenproject.it

N° COMMESSA

1417

NUOVO PARCO EOLICO "LATIANO"
PROVINCIA DI BRINDISI
COMUNI DI LATIANO - MESAGNE - TORRE SANTA SUSANNA

PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE

ELABORATO

STIMA DI PRODUCIBILITA' DELL'IMPIANTO

CODICE ELABORATO

9.3

NOME FILE

1417-PD_A_9.3_REL_r00

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICA	APPROVAZIONE
00	15/03/2021	PRIMA EMISSIONE	Geom. E. Cossalter	Geom. E. Cossalter	Ing. Filippo Bittante

INDICE

1. Introduzione	4
2. Inquadramento generale	4
3. Descrizione del progetto	9
4. Metodologia per la rilevazione dei dati anemometrici	10
5. Elaborazione dati	11
5.1. Velocità medie e distribuzione di Weibull.....	11
5.2. Configurazioni per lo studio	11
5.3. DATI ANEMOMETRICI	16
6. Modello di calcolo della producibilità	17
6.1. PRODUCIBILITA' ATTESA.....	18
6.1.1. Perdite.....	19
6.1.2. Emissioni evitate ed energia fossile risparmiata.....	21
7. Conclusioni	22

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 configurazioni studiate	9
Tabella 2 – Coordinate degli aerogeneratori	9
Tabella 4 Configurazione del layout	11
Tabella 5 Siemens Gamesa SG 6.0-170, curva di potenza e Ct	12
Tabella 6 Nordex N163-5.7, curva di potenza e Ct	13
Tabella 7 Vestas V150-5.6 MW, curva di potenza e Ct	14
Tabella 8 Vestas V162-5.6 MW, curva di potenza e Ct	15
Tabella 9 Configurazione 1 – Siemens Gamesa SG 6.0-170	15
Tabella 10 Configurazione 2 – Nordex N163-5.7	16
Tabella 11 Configurazione 3 – Vestas V150-5.6 MW	16
Tabella 12 Configurazione 4 – Vestas V162-5.6 MW	16
Tabella 13 – Modelli di aerogeneratori installabili nel sito.	18
Tabella 14 perdite dell'impianto	20
Tabella 15 producibilità P50	20

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Inquadramento del parco eolico su fotopiano	5
Figura 2 – Inquadramento impianto eolico su IGM	6
Figura 3 – Posizione aerogeneratori	8
Figura 4 Inter-distanze in termini di metri e di rotori D = 150 m\Metri	10
Figura 5 Anemometro virtuale rosa dei venti e distribuzione velocità del vento	17

RELAZIONE DI PRODUCIBILITÀ

1. INTRODUZIONE

Nel presente documento vengono riportate le analisi anemologiche e di producibilità energetica per un parco eolico che il Proponente vuole realizzare nei comuni di Latiano, Mesagne e Torre Santa Susanna (BR) in località Galesano. L'iniziativa è proposta dalla società REpower Renewable S.p.a. avente sede legale in Venezia-Mestre, via Lavaredo 44/52.

Nella presente relazione vengono trattati i seguenti argomenti:

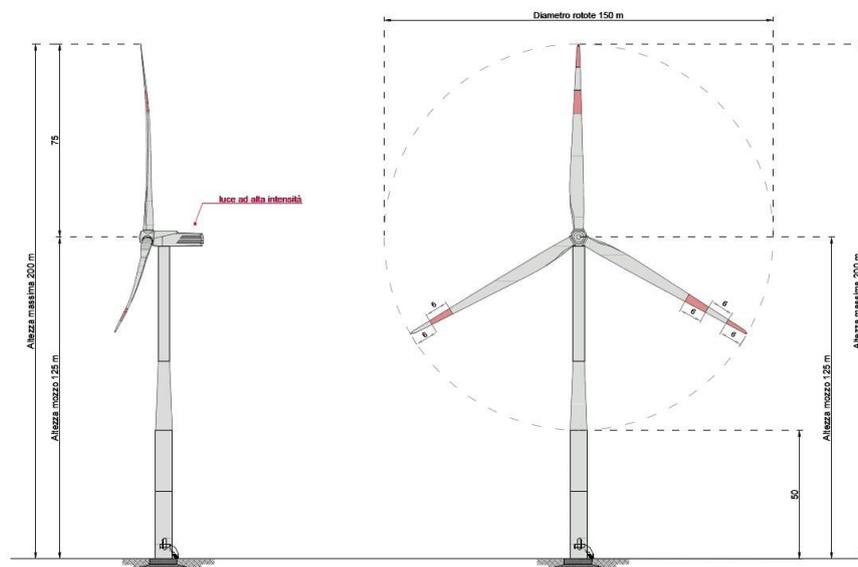
- **Inquadramento generale**
- **Descrizione del progetto**
- **Metodologia per la rilevazione dei dati anemometrici**
- **Elaborazione dati**
- **Modello di calcolo della producibilità**
- **Producibilità attesa.**

L'attività è consistita nella valutazione della produzione attesa dell'impianto, sulla base di studi effettuati da Windfor circa il regime di ventosità in quota, calcolato sull'area con modelli matematici.

Tutta l'attività è stata svolta con approccio e strumenti professionali, secondo quanto previsto dalle metodologie internazionali per la valutazione preventiva della produzione attesa degli impianti eolici.

2. INQUADRAMENTO GENERALE

Il parco eolico verrà costruito nei comuni di Latiano, Torre Santa Susanna e Mesagne, in provincia di Brindisi Il progetto, denominato Parco eolico "Galesano", prevede l'installazione di 6 aerogeneratori di taglia 6MW, con diametro del rotore di circa 150m ed altezza del mozzo di circa 125m.



Nella figura seguente si riporta la localizzazione dell'iniziativa.

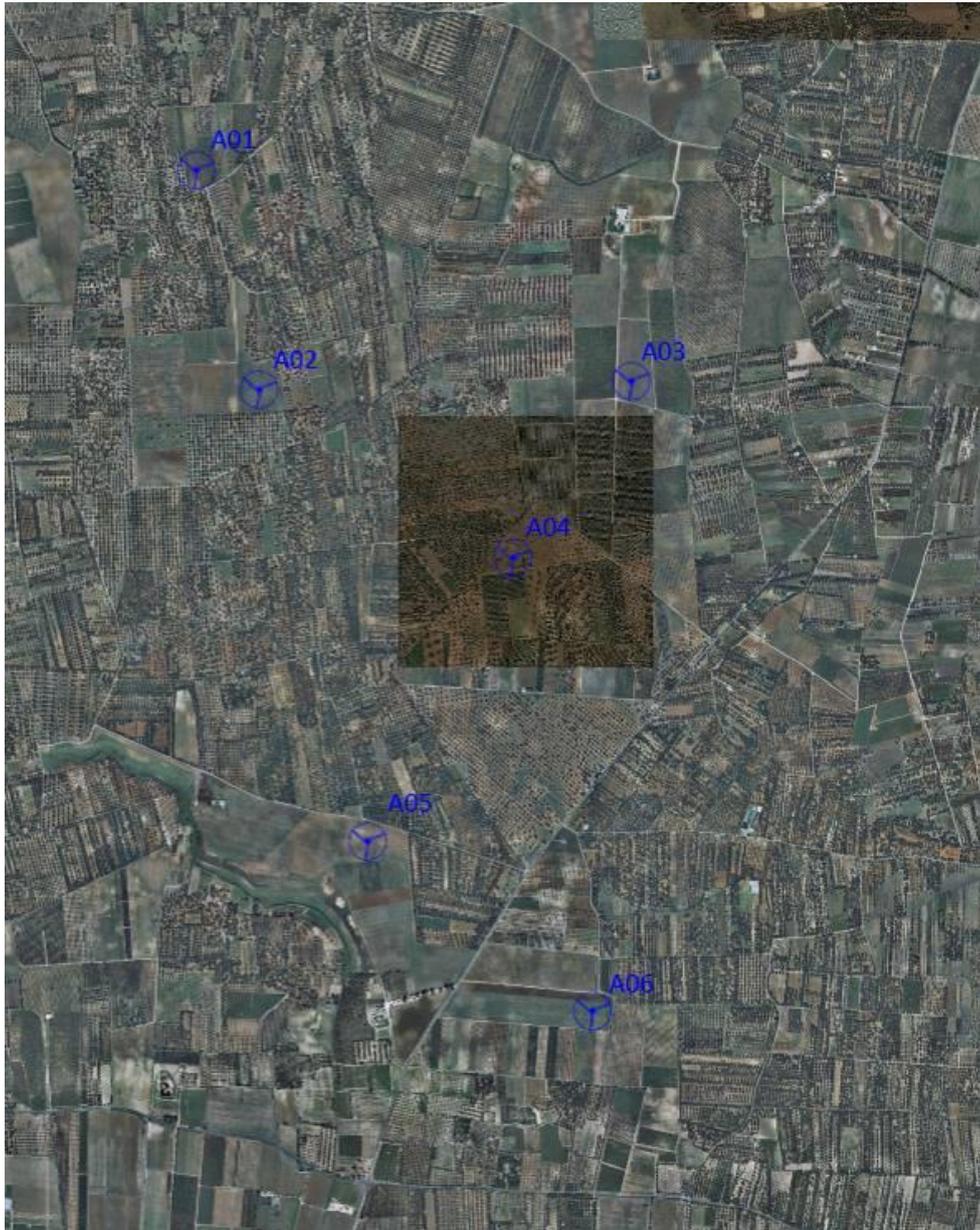


Figura 1 – Inquadramento del parco eolico su fotopiano

Come è visibile nella figura sopra riportata, il progetto è ubicato a circa 6km in linea d'aria dalla città di Latiano e circa 20 km dal centro di Brindisi.

Nella seguente figura viene riportato il layout del parco eolico su IGM.

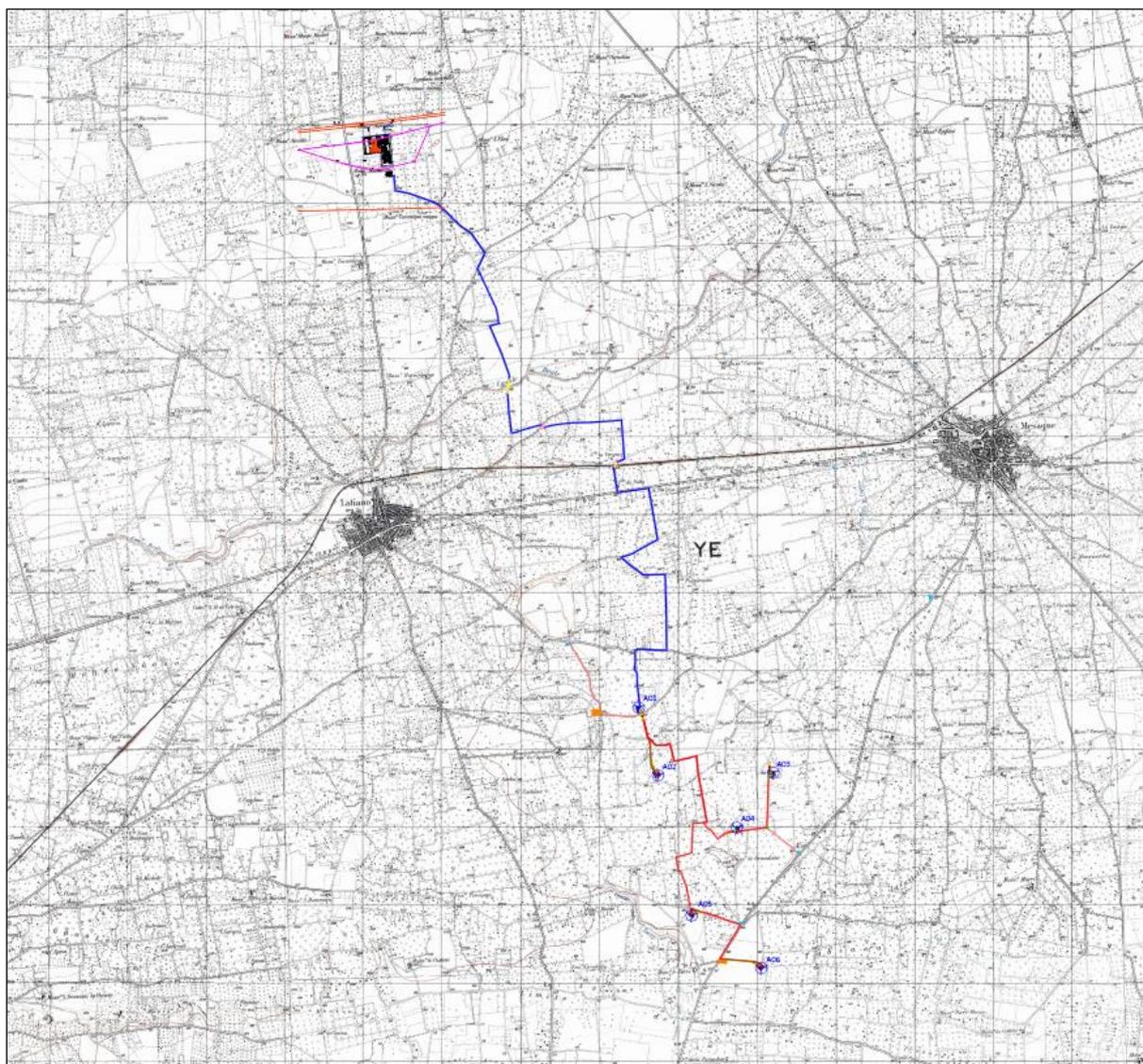


Figura 2 – Inquadramento impianto eolico su IGM

Nel seguito vengono riportate alcune immagini rappresentative del sito eolico.







Figura 3 – Posizione aerogeneratori

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Sono state svolte 5 valutazioni con 5 differenti generatori. Con lo stesso layout di impianto.

La valutazione preliminare di producibilità di seguito allegata è stata realizzata con le seguenti configurazioni:

Tabella 1 configurazioni studiate

Configurazione	Modello aerogeneratore	Potenza [MW]	Diametro rotore [m]	Altezza mozzo [m]	Potenza totale [MW]
1	7 x Siemens Gamesa SG 6.0-170	6.2	170.0	115.0	43.4
2	7 x Nordex N163-5.7	5.7	163.0	118.0	39.9
3	7 x Vestas V150-5.6 MW	5.6	150.0	125.0	39.2
4	7 x Vestas V162-5.6 MW	5.6	162.0	119.0	39.2
5	6 x Vestas V150 6.0MW	6	125	127.5	36

Per il progetto si è usata la prima configurazione che prevede l'installazione di 6 aerogeneratori tipo Vestas V150 di taglia 6 MW con altezza mozzo 125 m e una potenza totale di 36 MW

Il layout del parco eolico è stato definito considerando i seguenti aspetti:

- Geologia del sito e acclività del terreno;
- Minimizzazione della lunghezza delle strade;
- Verifica della presenza di specie floristiche;
- Presenza di edifici;
- Vincolistica afferente la tutela dell'ambiente e dei beni culturali.
- Massimizzazione della risorsa eolica.

Le coordinate delle posizioni degli aerogeneratori vengono riportate nella seguente tabella. Ai fini della valutazione preliminare della produzione attesa dell'impianto è stato preso a riferimento il seguente layout composto da n° 6 posizioni.

Tabella 2 – Coordinate degli aerogeneratori

Serracapriola coordinate UTM WGS84 – Zona 33			
WTG	Longitudine [m]	Latitudine [m]	Elevazione [m]
W001 (S01)	17°45'21.49"E	40°31'51.31"N	92
W002 (S02)	17°45'30.81"E	40°31'22.84"N	92
W003 (S03)	17°46'33.09"E	40°31'22.44"N	90
W004 (S04)	17°46'12.36"E	40°31'0.14"N	91
W005 (S05)	17°45'46.55"E	40°30'24.30"N	95
W006 (S06)	17°46'23.23"E	40°30'1.56"N	90

Nella tabella seguente sono riportate le inter-distanze tra le n°6 posizioni d'impianto rispetto a un diametro di rotore di 150 m (diametro massimo tra quelli indicati).

Di norma, l'inter-distanza tra le macchine di impianto deve essere di almeno 3 diametri di rotore tra le macchine allineate perpendicolarmente alla direzione prevalente del vento e di almeno 5 diametri di rotore tra le macchine posizionate in scia alla direzione prevalente. Si evidenzia che non sono presenti inter-distanze inferiori ai 3 diametri di rotore.

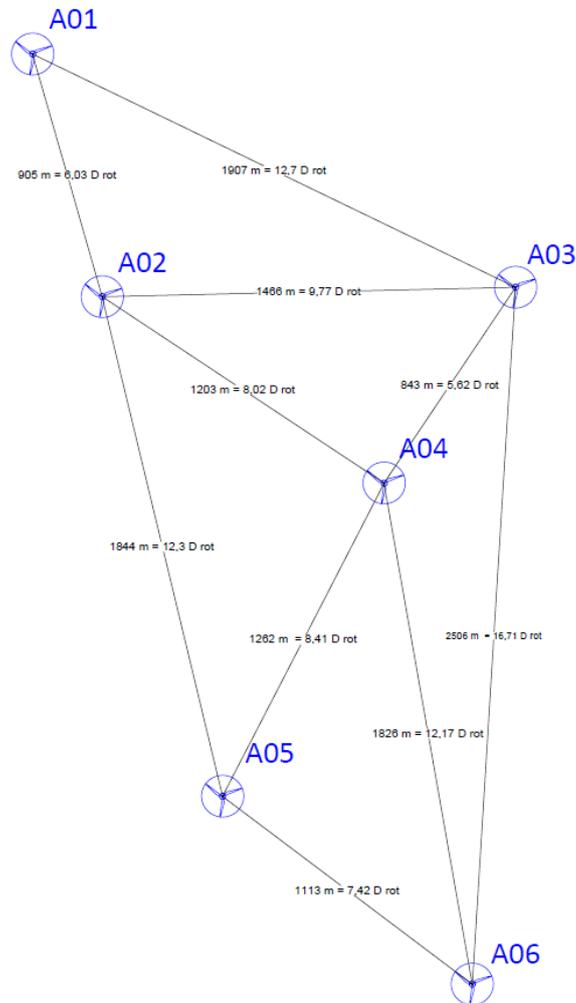


Figura 4 Inter-distanze in termini di metri e di rotori $D = 150$ \Metri

4. METODOLOGIA PER LA RILEVAZIONE DEI DATI ANEMOMETRICI

La Società REpower Renewable S.p.a. (il "Committente") ha incaricato la Società Windfor S.r.l. ("Windfor" o il "Consulente") di svolgere un'analisi preliminare allo scopo di determinare la potenzialità di un impianto eolico in progetto nel territorio dei comuni di Latiano e Mesagne, ubicato in Puglia, in Provincia di Brindisi.

L'attività è consistita nella valutazione in via preliminare della produzione attesa dell'impianto, sulla base di studi effettuati da Windfor circa il regime di ventosità in quota, calcolato sull'area con modelli matematici.

Tutta l'attività è stata svolta con approccio e strumenti professionali, secondo quanto previsto dalle metodologie internazionali per la valutazione preventiva della produzione attesa degli impianti eolici.

5. ELABORAZIONE DATI

5.1. Velocità medie e distribuzione di Weibull

Per descrivere la risorsa eolica di un sito e sue le caratteristiche, l'anemologia utilizza alcuni parametri e rappresentazioni che vengono nel seguito descritti:

1. Velocità media: rappresenta la media delle singole velocità rilevate nel periodo di osservazione.
2. Distribuzione di frequenza di Weibull: rappresenta la distribuzione in frequenza della ventosità. La frequenza è rappresentata tramite una linea curva ed è funzione di due variabili denominate fattore di scala "A" e fattore di forma "k". Il fattore di scala è proporzionale alla velocità media e la sua unità di misura è il m/s. Il fattore di forma è un parametro adimensionale che descrive la dispersione dei valori. Valori tipici del fattore di forma per i venti italiani sono $k=1,4-1,5$.
3. Rosa dei venti: descrive percentualmente quale sia la direzione di provenienza del vento. Non da alcuna informazione sulla velocità dello stesso.
4. Rosa delle velocità del vento: descrive la velocità del vento proveniente dalle singole direzioni.
5. Rosa energetica: descrive quale sia il contenuto energetico del vento proveniente dalle singole direzioni. È calcolata per integrazione della velocità e della frequenza del vento in ciascun settore.
6. Turbolenza: è un fattore importante in quanto influenza direttamente la producibilità del parco eolico e può causare rotture agli elementi meccanici aerogeneratori per stress a fatica.

Tutti questi parametri sono stati considerati in sede di stesura del preliminare di valutazione della risorsa eolica.

5.2. Configurazioni per lo studio

Lo studio del progetto è stato richiesto con le seguenti configurazioni:

Tabella 3 Configurazione del layout

Configurazione	Modello aerogeneratore	Potenza [MW]	Diametro rotore [m]	Altezza mozzo [m]	Potenza totale [MW]
1	7 x Siemens Gamesa SG 6.0-170	6.2	170.0	115.0	43.4
2	7 x Nordex N163-5.7	5.7	163.0	118.0	39.9
3	7 x Vestas V150-5.6 MW	5.6	150.0	125.0	39.2
4	7 x Vestas V162-5.6 MW	5.6	162.0	119.0	39.2
5	6x Vestas V150 6.0MW	6	125	127.5	36

Le curve di potenza degli aerogeneratori sono state dedotte dalla documentazione dei Costruttori e sono state estrapolate alla densità dell'aria del sito di 1.200 Kg/m³.

Di seguito vengono riportate le tabelle curva di potenze e ct per le configurazioni 1,2,3 e 4 utilizzate per l'analisi preliminare da Windfor. Successivamente allo studio la committenza ha optato per la configurazione 5 in quanto di impatto dimensionale pari alla soluzione 3 ma con maggiore sfruttamento della risorsa eolica.

Tabella 4 Siemens Gamesa SG 6.0-170, curva di potenza e Ct

Modello		SG 6.0-170	Diametro [m]	170.0
Potenza [MW]		6.2	Altezza mozzo [m]	115.0
Rated WS [m/s]		15.0	IEC class	IIIA / IIIB
Velocità Cut-in/Cut-out [m/s]		3.0/25.0	Densità aria [kg/m ³]	1.18
Bin WS [m/s]	Potenza [kW]	Ct [-]		
0	-	-		
1	-	-		
2	-	-		
3	85	0.953		
4	312	0.847		
5	727	0.824		
6	1322	0.833		
7	2146	0.837		
8	3227	0.825		
9	4467	0.763		
10	5475	0.633		
11	5981	0.483		
12	6148	0.361		
13	6189	0.276		
14	6198	0.217		
15	6200	0.175		
16	6200	0.144		
17	6200	0.121		
18	6200	0.104		
19	6200	0.090		
20	6200	0.080		
21	5956	0.062		
22	5708	0.053		
23	5460	0.045		
24	5212	0.038		
25	4964	0.033		
26	-	-		
27	-	-		
28	-	-		
29	-	-		
30	-	-		

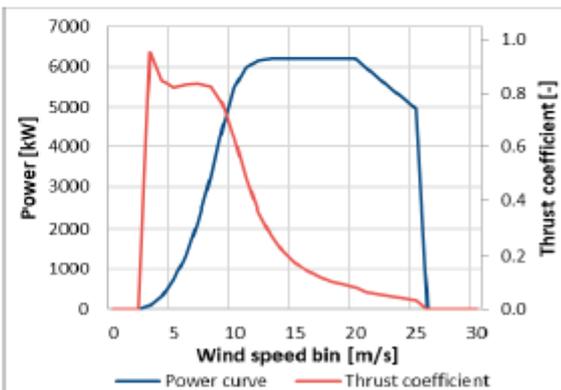


Tabella 5 Nordex N163-5.7, curva di potenza e Ct

Modello		N163-5.7	Diametro [m]	163.0
Potenza [MW]		5.7	Altezza mozzo [m]	118.0
Rated WS [m/s]		12.5	IEC class	-
Velocità Cut-in/Cut-out [m/s]		3.0-26.0	Densità aria [kg/m ³]	1.2
Bin WS [m/s]	Potenza [kW]	Ct [-]		
0	-	-		
1	-	-		
2	-	-		
3.0	46	0.875		
4.0	290	0.847		
5.0	670	0.819		
6.0	1206	0.809		
7.0	1946	0.806		
8.0	2922	0.775		
9.0	4034	0.703		
10.0	4995	0.604		
11.0	5507	0.501		
12.0	5691	0.402		
13.0	5700	0.319		
14.0	5700	0.253		
15.0	5700	0.201		
16.0	5700	0.164		
17.0	5700	0.138		
18.0	5700	0.119		
19.0	5700	0.105		
20.0	5700	0.095		
21.0	5455	0.080		
22.0	5153	0.066		
23.0	4856	0.056		
24.0	4560	0.047		
25.0	4269	0.040		
26.0	3973	0.034		
27	-	-		
28	-	-		
29	-	-		
30	-	-		

Tabella 6 Vestas V150-5.6 MW, curva di potenza e Ct

Modello		V150-5.6 MW	Diametro [m]	150.0
Potenza [MW]		5.6	Altezza mozzo [m]	125.0
Rated WS [m/s]		13.5	IEC class	S
Velocità Cut-in/Cut-out [m/s]		3.0/25	Densità aria [kg/m ³]	1.2
Bin WS [m/s]	Potenza [kW]	Ct [-]		
0	-	-		
1	-	-		
2	-	-		
3	39	0.884		
4	245	0.806		
5	553	0.789		
6	1016	0.792		
7	1667	0.798		
8	2525	0.803		
9	3599	0.782		
10	4702	0.686		
11	5412	0.534		
12	5580	0.391		
13	5599	0.296		
14	5600	0.232		
15	5600	0.187		
16	5600	0.153		
17	5597	0.128		
18	5421	0.106		
19	4982	0.083		
20	4520	0.065		
21	4059	0.052		
22	3594	0.041		
23	3109	0.032		
24	2631	0.025		
25	2118	0.019		
26	-	-		
27	-	-		
28	-	-		
29	-	-		
30	-	-		

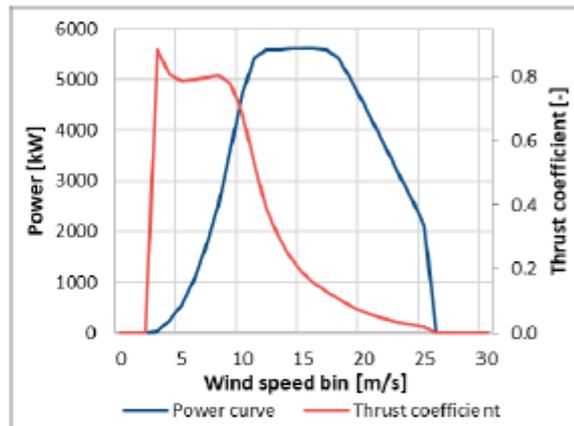


Tabella 7 Vestas V162-5.6 MW, curva di potenza e Ct

Modello		V162-5.6 MW	Diametro [m]	162.0
Potenza [MW]		5.6	Altezza mozzo [m]	119.0
Rated WS [m/s]		12.0	IEC class	S
Velocità Cut-in/Cut-out [m/s]		3.0/24	Densità aria [kg/m ³]	1.2
Bin WS [m/s]	Potenza [kW]	Ct [-]		
0	-	-		
1	-	-		
2	-	-		
3	25	0.914		
4	281	0.851		
5	654	0.801		
6	1193	0.797		
7	1948	0.795		
8	2948	0.796		
9	4174	0.766		
10	5198	0.621		
11	5569	0.449		
12	5600	0.328		
13	5600	0.251		
14	5600	0.199		
15	5600	0.161		
16	5600	0.132		
17	5600	0.111		
18	5599	0.095		
19	5410	0.078		
20	4884	0.062		
21	4320	0.048		
22	3757	0.038		
23	3197	0.029		
24	2610	0.022		
25	-	-		
26	-	-		
27	-	-		
28	-	-		
29	-	-		
30	-	-		

Tabella 8 Configurazione 1 – Siemens Gamesa SG 6.0-170

Site ID	Site X [m]	Site Y [m]	Elevation [m]	HH [m]	V [m/s]	Gross AEP [GWh]	Net AEP [GWh]	Losses [%]	Net Hours [h]
A01	733009	4497158	74	115	7.53	25.54	24.58	3.8	3964
A02	731244	4495860	96	115	7.44	25.09	24.84	1.0	4006
A03	731891	4496056	89	115	7.46	25.20	24.33	3.5	3923
A04	732403	4496238	83	115	7.49	25.37	24.00	5.4	3871
A05	732919	4496399	76	115	7.49	25.37	23.25	8.4	3751
A06	733477	4496588	74	115	7.57	25.80	23.90	7.4	3854
A07	733599	4495914	75	115	7.55	25.68	23.64	7.9	3813
Average					7.50	25.44	24.08	5.3	3883
Total						178.06	168.53		

Tabella 9 Configurazione 2 – Nordex N163-5.7

Site ID	Site X [m]	Site Y [m]	Elevation [m]	HH	V [m/s]	Gross AEP [GWh]	Net AEP [GWh]	Losses [%]	Net Hours [h]	
A01	733009	4497158	74	118	7.58	23.61	22.82	3.3	4004	
A02	731244	4495860	96	118	7.49	23.18	22.96	1.0	4029	
A03	731891	4496056	89	118	7.51	23.29	22.57	3.1	3959	
A04	732403	4496238	83	118	7.54	23.44	22.29	4.9	3911	
A05	732919	4496399	76	118	7.55	23.45	21.70	7.5	3807	
A06	733477	4496588	74	118	7.62	23.84	22.27	6.6	3906	
A07	733599	4495914	75	118	7.61	23.73	22.09	6.9	3875	
					Average	7.56	23.51	22.38	4.8	3927
						Total	164.54	156.69		

Tabella 10 Configurazione 3 – Vestas V150-5.6 MW

Site ID	Site X [m]	Site Y [m]	Elevation [m]	HH [m]	V [m/s]	Gross AEP [GWh]	Net AEP [GWh]	Losses [%]	Net Hours [h]	
A01	733009	4497158	74	125	7.70	22.44	21.74	3.1	3883	
A02	731244	4495860	96	125	7.61	22.01	21.83	0.8	3898	
A03	731891	4496056	89	125	7.63	22.13	21.50	2.8	3839	
A04	732403	4496238	83	125	7.66	22.26	21.26	4.5	3797	
A05	732919	4496399	76	125	7.67	22.29	20.72	7.1	3699	
A06	733477	4496588	74	125	7.75	22.68	21.26	6.3	3796	
A07	733599	4495914	75	125	7.73	22.57	21.03	6.8	3756	
					Average	7.68	22.34	21.33	4.5	3810
						Total	156.39	149.34		

Tabella 11 Configurazione 4 – Vestas V162-5.6 MW

Site ID	Site X [m]	Site Y [m]	Elevation [m]	HH [m]	V [m/s]	Gross AEP [GWh]	Net AEP [GWh]	Losses [%]	Net Hours [h]	
A01	733009	4497158	74	119	7.60	23.87	23.06	3.4	4118	
A02	731244	4495860	96	119	7.51	23.46	23.24	1.0	4149	
A03	731891	4496056	89	119	7.53	23.57	22.82	3.2	4075	
A04	732403	4496238	83	119	7.56	23.71	22.54	5.0	4024	
A05	732919	4496399	76	119	7.56	23.72	21.94	7.5	3917	
A06	733477	4496588	74	119	7.64	24.10	22.50	6.6	4018	
A07	733599	4495914	75	119	7.62	24.00	22.31	7.0	3984	
					Average	7.57	23.78	22.63	4.8	4041
						Total	166.44	158.40		

5.3. DATI ANEMOMETRICI

Il calcolo del campo di vento (Atlas) è stato effettuato sulla base di studi effettuati da Windfor sul regime di ventosità in quota, calcolato sull'area con modelli matematici, utilizzando informazioni, interne a Windfor, sulla ventosità di siti ricadenti in un'area più ampia comprendente il territorio considerato.

Sono state usate tre serie di dati del vento registrate fino a 50 m di altezza a distanze che variano all'incirca 20 km dal sito. Tali serie appartengono ad altrettante stazioni di misura localizzate in posizioni del territorio con caratteristiche morfologiche e orografiche simili a quelle dell'impianto in progetto.

Occorre comunque evidenziare che la costruzione del campo di vento in aree territoriali vaste comporta una particolare attività di verifica e di incrocio dei risultati ottenuti, che implicano necessariamente un elevato grado di incertezza: in particolare i fattori di maggiore incertezza riguardano la precisione dell'intensità stessa della ventosità in sito, la sua distribuzione (rosa dei venti) e l'estrapolazione verticale della velocità del vento al mozzo delle macchine.

Le serie di dati di vento sono state quindi sottoposte a un processo di uniformizzazione in termini di lunghezza e disponibilità del periodo di misura e altezza dal suolo, tramite serie storiche nella disponibilità di Windfor e dati ventennali di reanalisi provenienti da database pubblici (ERA 5, CFSR, MERRA2). Tramite le attività svolte si è potuto ricostruire una distribuzione del vento in sito all'altezza dal suolo di 125 m in corrispondenza della posizione indicata per il punto di monitoraggio anemometrico.

Le figure sottostanti riproducono, per l'anemometro virtuale creato in sito, la rosa dei venti e la distribuzione di Weibull in ingresso al modello di calcolo WAsP. Nello specifico, è stata utilizzata, come posizione, quella della turbina W004 che, come localizzazione e ventosità, ben rappresenta l'impianto nel suo complesso

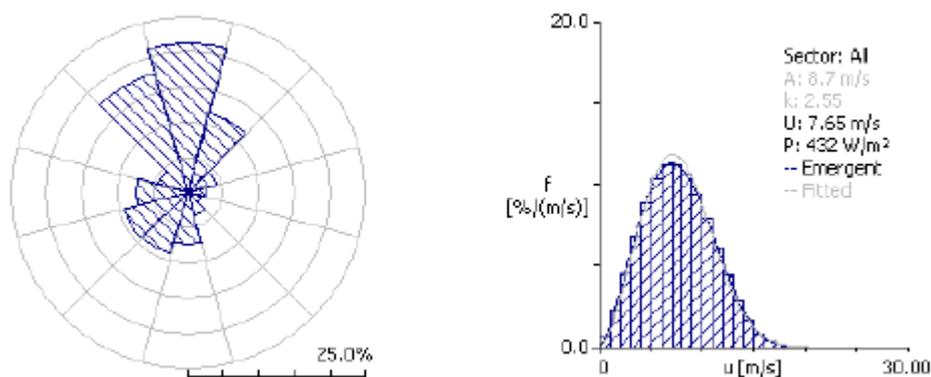


Figura 5 Anemometro virtuale rosa dei venti e distribuzione velocità del vento

6. MODELLO DI CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ

Il costruttore ed il modello di aerogeneratore da installare nel parco eolico avverrà alla conclusione una gara tra i diversi produttori di aerogeneratori presenti oggi sul mercato e verranno considerati i seguenti aspetti:

- a) Disponibilità delle macchine sul mercato e tempi di consegna,
- b) Producibilità garantita dal produttore degli aerogeneratori sulla base dei dati anemometrici misurati in sito e/o disponibilità di funzionamento garantito,
- c) Affidabilità delle componenti dell'aerogeneratore e garanzie fornite dal costruttore,
- d) Rumorosità delle macchine,
- e) Costo complessivo di fornitura, manutenzione e di service.

6.1. PRODUCIBILITA' ATTESA.

Come precedentemente esposto si è deciso di utilizzare l'ipotesi progettuale con generatori V150 da 6 MW.

Di seguito si riportano le caratteristiche principali del aerogeneratore scelto:

Tabella 12 – Modelli di aerogeneratori installabili nel sito.

Costruttore	Vestas
Modello WTG	V150
Diametro rotore [m]	150
Altezza hub [m]	125
Altezza totale [m]	200
Potenza WTG in LV [kW]	6.000
Potenza totale parco [MW]	36

La producibilità (P_r) di un impianto eolico calcola applicando la formula,

$$P_r = \sum_i P_i \cdot \Delta t_i$$

dove:

- P_r è la producibilità (MWh),
- P_i è la potenza generata ad una velocità del vento compresa tra 3÷20-22 m/s
- Δt_i è il numero di ore in cui viene generata la potenza P_i

La quantità di energia cinetica posseduta da una massa d'aria in movimento si ricava dalla seguente equazione:

$$E_{teorica} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Da tale equazione è possibile ricavare la potenza resa dal generatore eolico in funzione della velocità del vento, la densità dell'aria, l'area del rotore e l'efficienza del generatore, secondo la seguente relazione:

$$P_{reale} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \pi \cdot r^2 \cdot v^3 \cdot C_E$$

dove:

- ρ = densità dell'aria (1,225kg/mc in condizioni standard)
- v = velocità del vento

- d = diametro del rotore (150 m)
- C_e = efficienza totale del generatore
- Per il sito in esame la densità dell'aria ad altezza mozzo è di circa $\rho = 1,2$ kg/mc.

Dalle misure anemometriche fino ad oggi effettuate è stato notato che il sito è caratterizzato da venti di media intensità, che permettono di ottenere una buona generazione elettrica.

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti dalla valutazione preliminare della produzione attesa dell'impianto.

Le produzioni tengono conto delle perdite per effetto della scia che si genera internamente tra gli aerogeneratori dell'impianto, nonché delle perdite dovute alla densità dell'aria alla quota del sito.

In particolare, le tabelle riportano le seguenti informazioni:

- Mod. AG: modello aerogeneratore;
- Site ID: numero identificativo dell'aerogeneratore nelle tavole;
- Site X [m]: longitudine E in coordinate UTM-WGS84, Fuso 33;
- Site Y [m]: latitudine N in coordinate UTM-WGS84, Fuso 33;
- Elev [m]: quota sul livello del mare in m;
- Ht [m]: altezza del mozzo in m;
- U [m/s]: velocità media del vento stimata dal modello all'altezza del mozzo;
- Gross [GWh]: produzione lorda attesa;
- Net [GWh]: produzione attesa al netto delle perdite per effetto scia;
- Loss [%]: perdita percentuale di produzione per effetto scia.
- Net.Hours [MWh/MW]: produzione specifica attesa al netto delle perdite per scia (ore/anno).

6.1.1. Perdite

Di seguito vengono valutate le perdite di energia (perdite elettriche, di produzione, di potenza) al fine di pervenire alla determinazione dell'energia che risulterà disponibile per essere ceduta alla rete elettrica.

Per calcolare la producibilità netta avente una producibilità di accadimento del 50% (denominata P50) sono state sottratte alla producibilità lorda le perdite dovute alla trasformazione dell'energia elettrica da bassa a media tensione e da media ad alta tensione, le perdite per effetto Joule lungo i cavi (trasporto dell'energia elettrica), nonché il fermo impianto per indisponibilità e manutenzione come riassunto nella seguente tabella:

Gli autoconsumi elettrici sono stati considerate nulli in quanto le potenze riportate nelle curve di potenza degli aerogeneratori sono calcolate ai morsetti in bt del trasformatore, pertanto già al netto dei consumi degli ausiliari.

Il fornitore degli aerogeneratori garantirà una disponibilità minima del 96%.

I fattori di perdita considerati sono di seguito elencati:

Tabella 13 perdite dell'impianto

Fattore di perdita	%
Disponibilità aerogeneratori	-3.0%
Disponibilità aerogeneratori – non contrattuale	-0.5%
Disponibilità B.O.P.	-1.0%
Disponibilità rete	-0.3%
Perdite elettriche d'impianto	-2.0%
Perdite ambientali	-0.5%
Performance aerogeneratori	-2.3%
Limitazioni (rete, WSM..)	-2.0%
Perdite totali	-11.1%

Le producibilità P50, al netto delle perdite per effetto scia dovute al parco eolico (6 aerogeneratori V150, con rotore da 150m e altezza al mozzo di 125m), vengono riportate nella seguente tabella.

Tabella 14 producibilità P50

Modello WTG	Capacità impianto (MW)	Prod. lorda (GWh/y)	Prod. lorda (h/y)	Prod. netta (GWh/Y)	Prod. netta (h/y)
Siemens Gamesa 6.0-170	43.4	168.53	3833	149.89	3454
Nordex N163-5.7	39.9	156.69	3927	139.36	3493
Vestas V150 5.6-MW	39.2	149.34	3810	132.82	3388
Vestas V162 5.6-MW	39.2	158.40	4041	140.88	3594
Vestas V150 6-MW	36	95,220	2645	84,708	2353

6.1.2. Emissioni evitate ed energia fossile risparmiata

L'energia solare eolica è una fonte inesauribile di energia pura, disponibile per tutti, prodotta nel punto di consumo ed integrabile nel contesto territoriale.

La conversione eolica è inoltre caratterizzata dalla estrema semplicità:

- l'energia eolica non fa rumore, non produce scorie e non emette cattivi odori;
- ha un elevato grado di affidabilità, garantendo una durata di vita superiore ai 25 anni;

L'elevato grado di affidabilità e il basso costo di manutenzione contribuisce, quindi, ad aumentarne il valore energetico, in rapporto anche ai costi sostenuti.

Dal punto di vista ambientale, l'installazione dell'impianto eolicoo permetterà di azzerare l'emissione di anidride carbonica per una quantità equivalente di energia che sarebbe altrimenti prodotta da combustibili fossili.

Considerando un valore caratteristico del parco di produzione nazionale pari a circa 0,445 kg di CO₂ emessa per ogni kWh prodotto, si può stimare il seguente quantitativo di emissioni evitate:

Emissioni di CO₂ evitate in un anno: circa **37 695** tonnellate equivalenti;

Emissioni di CO₂ evitate nella vita utile (25 anni): circa **942 376** tonnellate equivalenti;

L'impianto consentirà di evitare l'utilizzo di combustibili fossili per fini di generazione termoelettrica; per quantificare tale risparmio energetico si ipotizza che la produzione termoelettrica nazionale sia caratterizzata dal parametro 0,57 tep/MWH (Tep = Tonnellate equivalenti di petrolio) (fonte Decreti Ministeriali 20 luglio 2004 - Delibera EEN 3/08). Stante la produzione attesa pari a circa 84,708 GWh/anno l'impianto determinerà un risparmio di energia fossile di circa **48 283 Tep/anno** e circa **1 207 089 Tep** nell'arco della sua vita utile.

L'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili per produrre elettricità, fra cui l'eolico, può oggi temperare la crescente "fame" d'energia dei Paesi sviluppati con il rispetto e la salvaguardia dell'ambiente e delle popolazioni che in essa vivono.

Occorre ancora una volta sottolineare le caratteristiche della risorsa fotovoltaica come fonte di produzione di energia elettrica, che ha impatto ambientale limitato, specialmente se viene sviluppato una buona progettazione.

L'energia eolica è una fonte rinnovabile, in quanto non richiede alcun tipo di combustibile, ma utilizza l'energia del vento; è pulita, perché, a differenza delle centrali di produzione di energia elettrica convenzionali, non provoca emissioni dannose per l'uomo e per l'ambiente, mentre la produzione di energia elettrica mediante combustibili fossili comporta, l'emissione di enormi quantità di sostanze inquinanti.

I costi in termini di salute, ambiente e la strategica uscita da una dipendenza energetica pressoché totale, sono dei benefici assai più rilevanti e degni di uno sforzo ulteriore per far sì che vengano realizzati.

Gli impianti eolici non hanno alcun tipo di impatto radioattivo o chimico, visto che i componenti usati per la loro costruzione sono materie plastiche e metalliche.

In una centrale eolica non esistono volumi di costruzione in senso stretto, ma solo spazi tecnici; questi sono dati solo dalla cabina inverter e quella di consegna.

Il rapporto benefici/costi ambientali è perciò nettamente positivo dato che il rispetto della natura e l'assenza totale di scorie o emissioni fanno dell'energia eolica una delle migliori risposte al problema energetico in termini di tutela ambientale. Il corretto inserimento

di infrastrutture sul territorio per la produzione di energia da fonti rinnovabili rappresenta una delle priorità strategiche per ridefinire il rapporto dell'uomo con l'ambiente ed uno sviluppo sostenibile ed equilibrato.

7. CONCLUSIONI

Con il presente rapporto sono stati determinati in via preliminare i risultati della valutazione della produzione attesa dell'impianto eolico denominato "Masseria Roccanuzzo – Masseria Tarantino Nuova", ubicato in Puglia, in Provincia di Brindisi.

Tutti i calcoli sono stati effettuati con l'ausilio di dati anemometrici interni alla società che ha redatto il documento preliminare, non registrati in sito, adattando quanto più possibile i modelli di vento dei programmi di fluidodinamica ai dati considerati, e optando in qualche passaggio per scelte conservative.

Si rammenta che nel corso del procedimento si sono rese necessarie diverse estrapolazioni per determinare la distribuzione delle velocità del vento mediamente attesa nel corso della vita dell'impianto in corrispondenza del mozzo di tutti gli aerogeneratori. La conoscenza diretta dei dati del vento è però limitata a punti registrati a distanza dall'area del sito e a un'altezza dal suolo minore di quella dei mozzi e, pertanto, il risultato delle estrapolazioni citate non può essere confrontato con alcuna misura diretta.

Per questa ragione, la valutazione di produzione del sito eolico è da ritenersi di tipo preliminare.

Per una futura bancabilità del progetto, si evince la necessità di verificare i risultati conseguiti con l'ausilio di dati anemometrici registrati opportunamente in sito.

Sarà necessaria quindi:

- Una misura della velocità e direzione del vento in sito con una stazione anemometrica ad un'altezza dal suolo di almeno 2/3 del mozzo degli aerogeneratori.

Inoltre una volta scelto il tipo di aerogeneratore da installare si dovrà effettuare un'analisi della Classe del sito, secondo le vigenti Norme CEI EN 61400-1 Ed. 3, con la valutazione della velocità massima di vento avente un periodo di ritorno di 50 anni (V_{50y}) e dei parametri di turbolenza, necessari a verificare la compatibilità delle turbine con le specifiche condizioni di sito.