

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO

in Località "Masseria Ricci"
nel Comune di Serracapriola (FG)

- - -
in Località "Masseria del Principe"
nel Comune di Torremaggiore (FG)

REGIONE PUGLIA



PROVINCIA di FOGGIA




COMUNE di
SERRACAPRIOLA



COMUNE di
TORREMAGGIORE



PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE	PR.05	Scala:
	Studio del potenziale eolico	Formato: A4
PROPONENTE	GIANNUTRI ENERGY S.r.l. Via del Seminario Maggiore 115 85100 - Potenza (PZ) <u>P.IVA 02096080763</u> PEC: giannutrienergysrl@pec.it	
PROGETTISTA	 Arch. Giuseppe ROMANIELLO	

Rev.	Data	Oggetto della revisione
00	Marzo 2021	Prima Emissione

☒ ☒ _____ ☒ ☒

SOMMARIO

PREMESSA	2
<i>/A/ DESCRIZIONE DEL SITO</i>	<i>3</i>
<i>I. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E PROGETTUALE</i>	<i>3</i>
<i>/C/ CARATTERIZZAZIONE ANEMOLOGICA DELL'AREA DI PROGETTO</i>	<i>5</i>
<i>/D/ PRODUCIBILITÀ DEL PARCO.....</i>	<i>10</i>
<i>I. PRODUCIBILITÀ LORDA</i>	<i>10</i>
<i>II. PRODUCIBILITÀ ATTESA AL NETTO DELLE PERDITE</i>	<i>12</i>
<i>/E/ CONCLUSIONI.....</i>	<i>14</i>

PREMESSA

La vocazione eolica dell'area è subordinata alla verifica delle caratteristiche tecniche relative agli spazi in disponibilità, accessibilità all'area relativamente al trasporto dei componenti degli aerogeneratori, connessione alla rete elettrica nazionale capace di assorbire l'energia prodotta dal parco in progetto e soprattutto ad un sufficiente livello di ventosità.

Il presente documento indaga e dimostra la vocazione eolica dell'area individuata per la costruzione di un Parco Eolico costituito da 9 aerogeneratori e le relative opere di connessione alla RTN da realizzarsi in località "Masseria Ricci" e "Masseria del Principe" rispettivamente nei comuni di Serracapriola e Torremaggiore in provincia di Foggia, della Regione Puglia.

L'analisi svolta nel presente documento è stata realizzata sulla base di dati anemometrici rilevati e registrati da una stazione di misura, e suffragati da confronti e correlazioni con dati satellitari appartenenti allo stesso regime di venti e ben rappresentativa del sito.

L'impianto oggetto di studio, da realizzare nei comuni di Serracapriola e Torremaggiore (FG), è costituito da 9 aerogeneratori della potenza individuale nominale di circa 5.6 MW per una potenza totale complessiva di circa 50 MW.

All'interno del presente documento si analizza il caso in esame facendo bene attenzione a descrivere:

- Posizione e caratteristiche delle turbine;
- Analisi ed elaborazione dei dati anemometrici disponibili;
- Valutazione Anemologica del sito;
- Esposizione dei risultati ottenuti.

Tutti gli aspetti sopra elencati vengono trattati dentro WindPRO, un software di simulazione specifico del campo eolico che viene incontro in varie fasi della progettazione.

/A/ DESCRIZIONE DEL SITO

I. Inquadramento territoriale e progettuale

L'area interessata dalla realizzazione del progetto è prevalentemente destinata ad uso agricolo e si stanZIA al di fuori dei centri abitati di Serracapriola e Torremaggiore (FG), alle località "Masseria Ricci" e "Masseria del Principe"; essa presenta una variabilità topografica e altimetrica abbastanza omogenea attestandosi su circa 197 m slm.

L'area ipotizzata per la realizzazione del parco eolico è ubicata, in linea d'aria e approssimativamente, a 2,3 km in direzione SUD-SUD OVEST dal centro abitato di Serracapriola (FG), a 10,6 km in direzione OVEST dal centro abitato di San Paolo di Civitate (FG) ed a 13,8 km in direzione NORD-NORD OVEST dal centro abitato di Torremaggiore (FG).

L'impianto di progetto è costituito da 9 aerogeneratori modello Siemens Gamesa SG170 della potenza nominale approssimativa di 5.6 MW per una potenza totale complessiva di circa 50 MW.

Il progetto prevede l'uso di aerogeneratori della più moderna tecnologia e di elevata potenza nominale unitaria, in modo da massimizzare la potenza dell'impianto e l'energia producibile, diminuendo così il numero di turbine e quindi l'impatto ambientale a parità di potenza installata.

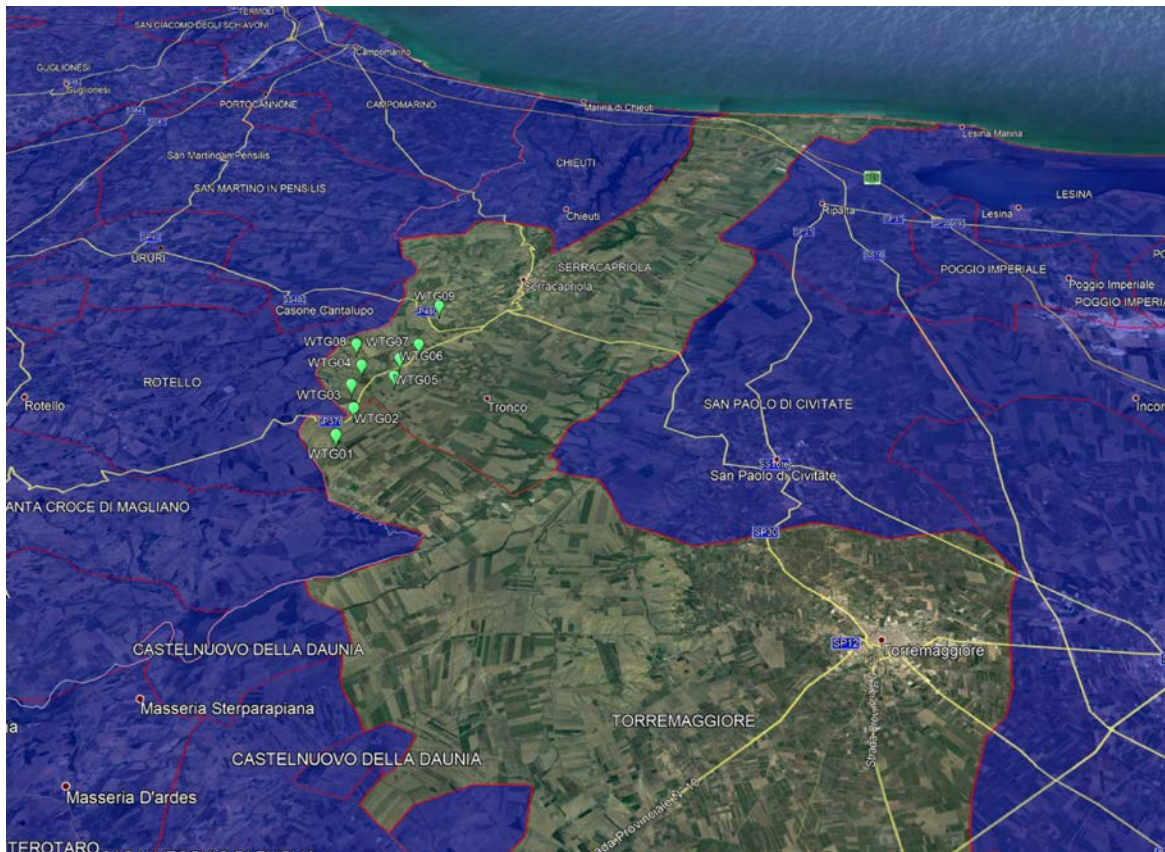


Figura 1: inquadramento territoriale su ortofoto - fonte Google Earth

□ . . . □ . . . □ . . . □ . . . □

Le coordinate geografiche nel sistema UTM WGS84 (F33) ove sono posizionati gli aerogeneratori sono rappresentate nella seguente Tabella 1.

	UTM WGS 84 Lon. Est [m]	UTM WGS84 Lat. Nord [m]
WTG01	509,711	4,620,569
WTG02	509,865	4,621,691
WTG03	509,492	4,622,707
WTG04	509,534	4,623,568
WTG05	510,608	4,623,146
WTG06	510,550	4,623,953
WTG07	510,949	4,624,617
WTG08	509,056	4,624,619
WTG09	511,045	4,626,633

Tabella 1: Coordinate aerogeneratori dell'impianto di progetto

/B/ Atlante Eolico "RSE"

Il sito dell'Atlante eolico fornisce dati ed informazioni sulla distribuzione della risorsa eolica sul territorio e nelle aree marine dell'Italia e nel contempo aiuta ad individuare le aree dove tali risorse possono essere interessanti per lo sfruttamento energetico

L'Atlante è uno strumento destinato in particolare agli organismi pubblici che programmano l'uso del territorio, ai responsabili dello sviluppo della rete elettrica, agli investitori che valutano l'opportunità e i rischi associati ad iniziative per la realizzazione di centrali eoliche e a tutti gli organismi di ricerca interessati.

A partire da dati sulla ventosità ed informazioni sul territorio (altitudine, pendenza e rugosità del terreno, distanza dalla rete elettrica ecc.), nonché sulle caratteristiche tecniche di vari modelli di aerogeneratore, un modulo di calcolo valuta, in via preliminare, la producibilità e il costo dell'energia di un'ipotetica centrale eolica in un punto da lui prescelto sulle mappe.

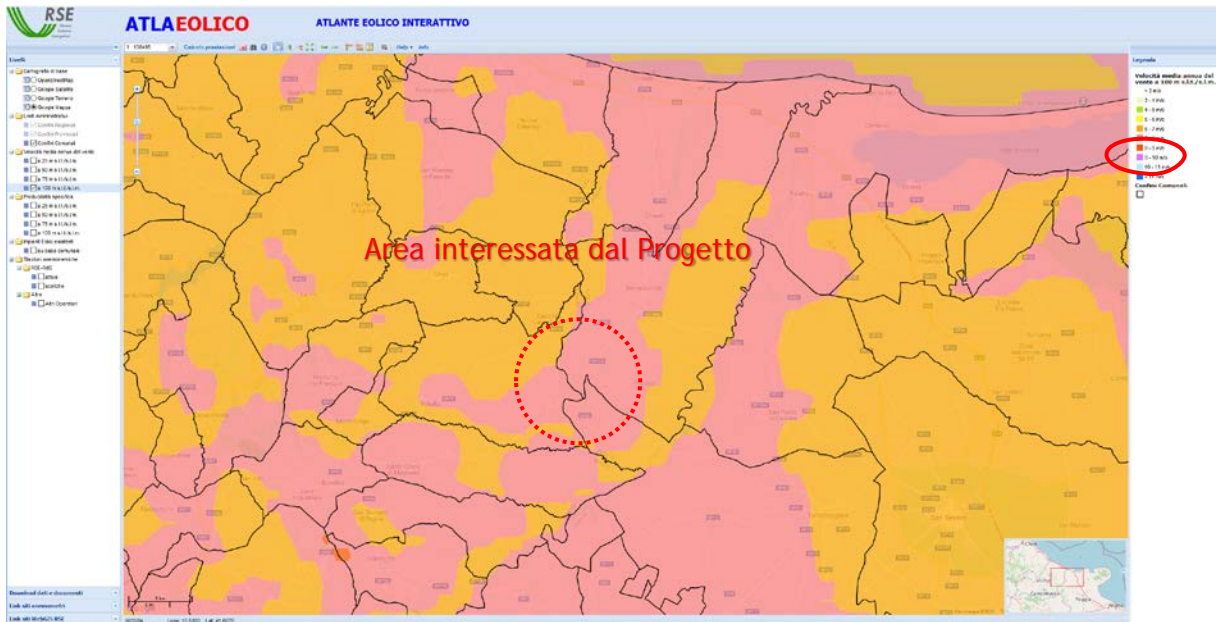


Figura 2: Schermata atlante eolico RSE con Velocità media annuale del vento a 100m

**Velocità media annua del
vento a 100 m s.l.t./s.l.m.**

< 3 m/s

3 - 4 m/s

4 - 5 m/s

5 - 6 m/s

6 - 7 m/s

7 - 8 m/s

8 - 9 m/s

9 - 10 m/s

10 - 11 m/s

> 11 m/s

Confini Comunali



Come illustrato nelle immagini precedenti l'area interessata è caratterizzata da una velocità media del vento a 100 m di 7- 8 m/s.

/C/ CARATTERIZZAZIONE ANEMOLOGICA DELL'AREA DI PROGETTO

Al fine di definire le principali caratteristiche anemologiche del sito di progetto, la scrivente si è avvalsa di dati anemometrici in proprio possesso dell'area in questione. La disponibilità temporale di suddetti dati è di circa 22 anni.

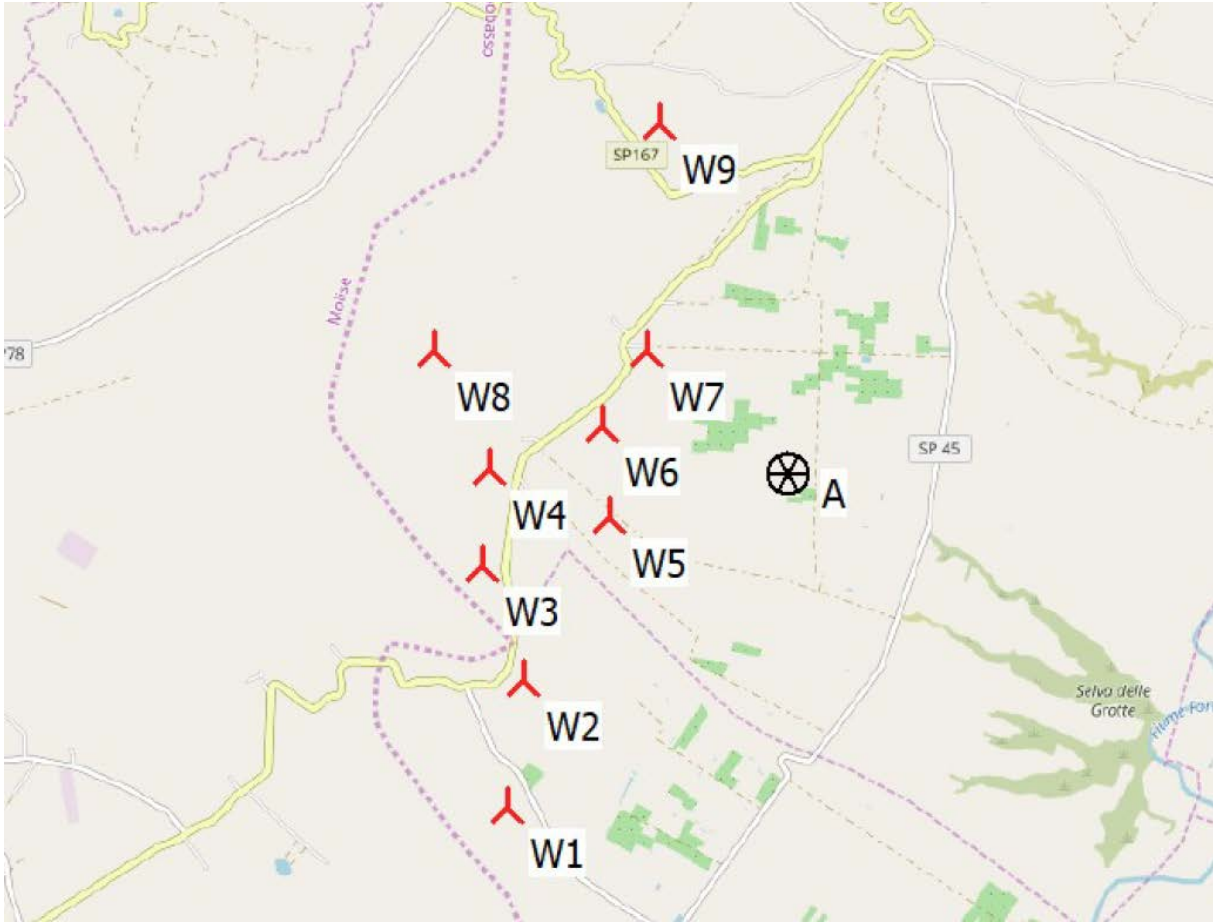


Figura 3: Ubicazione anemometro di riferimento rispetto al parco eolico in progetto

I principali dati di input determinanti per le analisi effettuate sono i seguenti:

- Ubicazione stazione di rilevamento (coord. UTM WGS84 Zona 33):
 - Est: 512.212
 - Nord: 4.623.534

- Periodo di osservazione: 01/01/1999 - 30/11/2020 (263 mesi)

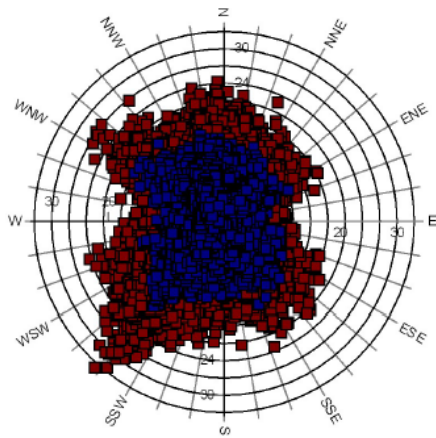
- Parametri rilevati:
 - Velocità media
 - Intensità di turbolenza
 - Direzione del vento
 - Deviazione standard turbolenza
 - Deviazione standard velocità

I dati raccolti hanno consentito l'elaborazione della rosa di distribuzione direzionale delle velocità, nonché dei dati relativi alla velocità media oraria e della direzione media oraria così come meglio rappresentati nei grafici seguenti.

Meteo data report - Main results

Mast: EmdEuropeEra5_N41.763550_E015.146912; Auto created from online data import Period: Full period: 01/01/1999 - 30/11/2020 (263.0 months)

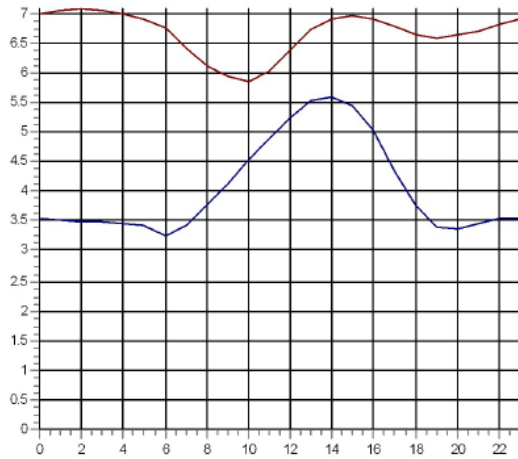
Wind speed/direction



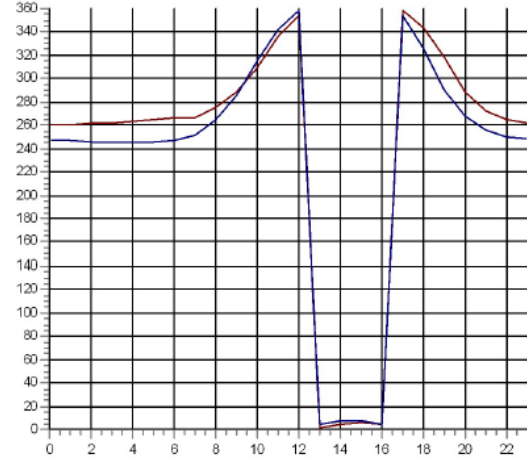
Statistics

Signal	Unit	Count	Of period [%]	Mean	Weibull mean	Weibull A	Weibull k
115.00m - J Synth Mean wind speed, all	m/s	192096	100.0	6.67	6.80	7.66	1.89
115.00m - J Synth Wind direction, all	Degrees	192096	100.0	292.38			
115.00m - J Synth Temperature, all	Deg C	192096	100.0	15.85			
115.00m - J Synth Turbulence intensity, all		192096	100.0	0.13			
115.00m - J Synth Turbulence intensity, enabled		137352	71.5	0.08			
115.00m - J Synth Shear, all		192096	100.0	0.14			
115.00m - J Synth Shear, enabled		172039	89.6	0.14			
10.00m - Mean wind speed, all	m/s	192096	100.0	4.05	4.09	4.61	1.84
10.00m - Wind direction, all	Degrees	192096	100.0	275.15			
10.00m - Temperature, all	Deg C	192096	100.0	15.72			
10.00m - Turbulence intensity, all		189220	98.5	0.19			
10.00m - Turbulence intensity, enabled		86432	45.0	0.14			

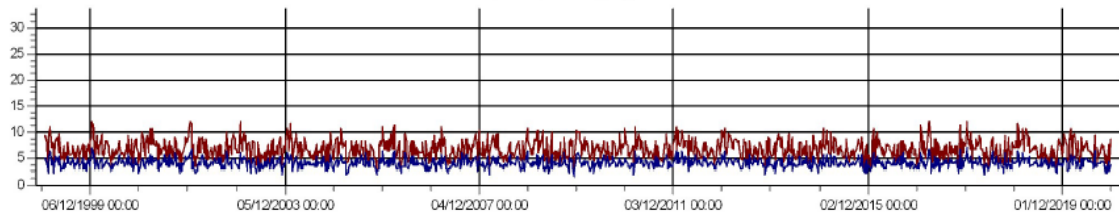
Hourly mean wind speed



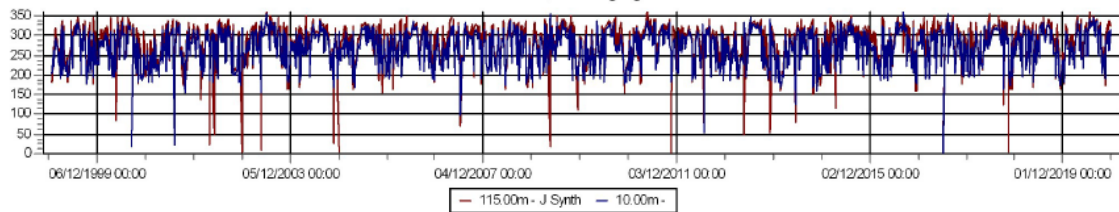
Hourly mean wind direction



Wind speed, Averaging: Week



Wind direction, Averaging: Week



— 115.00m - J Synth — 10.00m -

Meteo data report - Monthly wind speeds

Mast: EmdEuropeEra5_N41.763550_E015.146912; Auto created from online data import **Period:** Full period: 01/01/1999 - 30/11/2020 (263.0 months)

Monthly wind speeds

115.00m - J Synth

Month	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
January	6.86	7.06	7.25	6.47	9.10	9.01	6.91	7.55	6.74	6.13	7.43	7.15	5.63	7.96	7.30	7.02	8.21	7.12	7.77	7.13
February	9.22	6.92	8.28	6.01	8.18	6.69	8.00	7.79	7.66	6.29	8.60	7.95	7.33	8.88	8.55	8.26	6.98	8.35	7.04	7.57
March	7.24	7.11	8.74	7.61	6.52	7.03	5.83	8.23	7.93	8.09	8.30	6.38	7.76	7.13	8.02	6.28	8.08	6.91	7.96	8.31
April	7.25	7.22	7.12	6.64	7.39	6.34	6.70	5.88	4.30	8.55	5.70	6.03	6.53	7.24	6.48	7.07	7.09	6.54	6.90	5.93
May	5.21	4.87	5.79	5.81	5.49	6.89	6.68	5.98	6.33	5.82	5.42	7.30	6.79	6.92	6.94	6.42	6.52	7.14	6.30	5.27
June	6.11	5.91	7.08	5.84	4.38	5.80	6.23	6.12	5.71	4.78	6.44	6.47	5.59	5.98	5.69	5.72	6.51	5.99	5.91	6.99
July	6.13	6.84	6.43	5.97	5.64	5.78	6.72	6.47	6.15	6.51	5.29	6.23	5.82	6.50	5.80	6.40	5.17	5.27	5.91	6.20
August	5.63	5.47	5.93	5.86	6.08	5.62	6.32	6.90	7.15	5.35	5.43	5.35	5.23	6.15	6.12	6.04	5.48	6.86	6.12	5.45
September	6.14	7.17	7.34	6.49	6.16	6.92	6.18	5.62	7.18	7.02	6.16	6.79	5.71	6.04	6.22	5.69	7.73	6.04	6.93	5.46
October	6.09	5.71	4.77	6.56	7.03	5.58	4.59	6.02	6.65	5.92	6.92	6.74	6.93	4.90	5.16	6.72	6.70	6.44	5.84	6.68
November	6.06	8.02	7.89	8.60	6.07	7.56	6.48	5.79	7.98	6.68	5.68	6.94	5.69	7.51	7.74	6.10	5.06	6.78	6.82	6.21
December	9.47	5.91	9.96	6.63	7.88	6.79	8.21	6.03	7.34	7.68	9.29	8.23	8.41	8.97	6.18	6.84	3.92	5.48	8.90	7.27
mean, all data	6.77	6.51	7.20	6.54	6.66	6.67	6.56	6.53	6.76	6.57	6.72	6.79	6.45	7.01	6.67	6.54	6.45	6.57	6.87	6.54
mean of months	6.78	6.52	7.21	6.54	6.66	6.67	6.57	6.53	6.76	6.57	6.72	6.80	6.45	7.02	6.68	6.55	6.45	6.58	6.87	6.54

Monthly wind speeds

115.00m - J Synth

Month	2019	2020	Mean	Mean of month
January	8.62	6.32	7.31	7.31
February	9.09	8.59	7.83	7.83
March	8.75	7.14	7.52	7.52
April	6.42	6.00	6.60	6.61
May	6.87	7.22	6.27	6.27
June	5.91	6.67	5.99	5.99
July	5.71	5.20	6.01	6.01
August	4.90	6.06	5.89	5.89
September	5.70	6.25	6.41	6.41
October	4.63	6.40	6.04	6.04
November	8.10	4.84	6.76	6.75
December	8.07		7.50	7.50
mean, all data	6.88	6.42	6.68	
mean of months	6.90	6.43		6.68

Monthly wind speeds

10.00m -

Month	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
January	3.98	4.00	3.72	3.77	4.97	4.86	4.16	4.17	3.80	3.34	4.09	3.95	3.18	4.61	3.90	3.68	4.24	4.28	4.41	3.94
February	5.15	3.98	4.48	3.19	4.70	3.86	4.39	4.16	4.00	3.59	4.50	4.14	4.12	5.01	4.76	4.21	3.85	4.33	3.76	4.41
March	4.12	3.92	4.47	4.39	3.81	3.89	3.28	4.60	4.54	4.38	4.65	3.58	4.46	4.25	4.38	3.56	4.67	3.87	4.37	4.38
April	4.07	4.02	4.18	3.86	4.28	3.70	3.78	3.54	2.85	4.71	3.26	3.61	3.95	4.00	3.66	3.93	4.00	3.60	4.06	3.26
May	3.28	3.23	3.62	3.60	3.45	4.04	4.05	3.78	3.79	3.58	3.35	4.10	4.28	4.60	4.14	3.95	3.87	4.25	3.95	3.33
June	4.11	3.96	4.66	4.13	3.20	3.95	4.20	3.93	3.86	3.44	4.28	4.34	3.87	4.02	4.05	3.67	4.34	4.00	3.91	4.71
July	4.30	4.63	4.40	4.19	3.94	4.12	4.56	4.45	4.38	4.69	3.89	4.52	3.87	4.40	4.28	4.32	3.82	3.91	4.08	4.27
August	3.76	3.80	4.04	3.98	4.05	3.81	4.39	4.33	4.85	3.98	3.90	3.89	3.81	4.03	4.37	4.07	3.80	4.71	4.20	3.98
September	3.96	4.54	4.71	4.07	3.99	4.43	4.18	3.80	4.64	4.37	4.21	4.23	3.90	3.85	4.24	3.98	4.78	4.10	4.41	3.79
October	3.72	3.49	3.13	3.72	4.42	3.31	3.01	3.67	4.25	3.50	4.17	4.01	4.39	3.35	3.19	4.04	3.73	3.85	3.81	4.02
November	3.78	4.28	4.67	4.56	3.41	4.42	3.69	3.37	4.46	3.85	3.12	3.71	3.54	4.28	4.42	3.43	3.33	3.81	3.93	3.56
December	5.30	3.38	5.46	3.67	4.39	3.63	4.51	3.65	4.32	4.31	5.08	4.49	4.74	5.04	3.58	3.85	2.94	3.42	5.18	4.06
mean, all data	4.12	3.93	4.29	3.93	4.05	4.00	4.01	3.96	4.15	3.98	4.04	4.05	4.01	4.29	4.08	3.89	3.94	4.01	4.18	3.97
mean of months	4.13	3.94	4.30	3.93	4.05	4.00	4.02	3.95	4.15	3.98	4.04	4.05	4.01	4.29	4.08	3.89	3.95	4.01	4.17	3.98

Monthly wind speeds

10.00m -

Month	2019	2020	Mean	Mean of month
January	4.60	3.52	4.05	4.05
February	5.06	4.85	4.30	4.30
March	4.70	4.25	4.21	4.21
April	3.70	3.53	3.80	3.80
May	4.14	4.45	3.86	3.86
June	3.93	4.51	4.05	4.05
July	4.04	3.90	4.23	4.23
August	3.74	4.25	4.08	4.08
September	3.76	4.11	4.18	4.18
October	3.02	3.83	3.71	3.71
November	4.13	3.10	3.86	3.86
December	4.41		4.26	4.26
mean, all data	4.10	4.03	4.05	
mean of months	4.10	4.03		4.05

□ . . . □ . . . □ . . . □ . . . □

I dati elaborati hanno consentito la determinazione della distribuzione direzionale e il profilo del vento per il sito specifico.

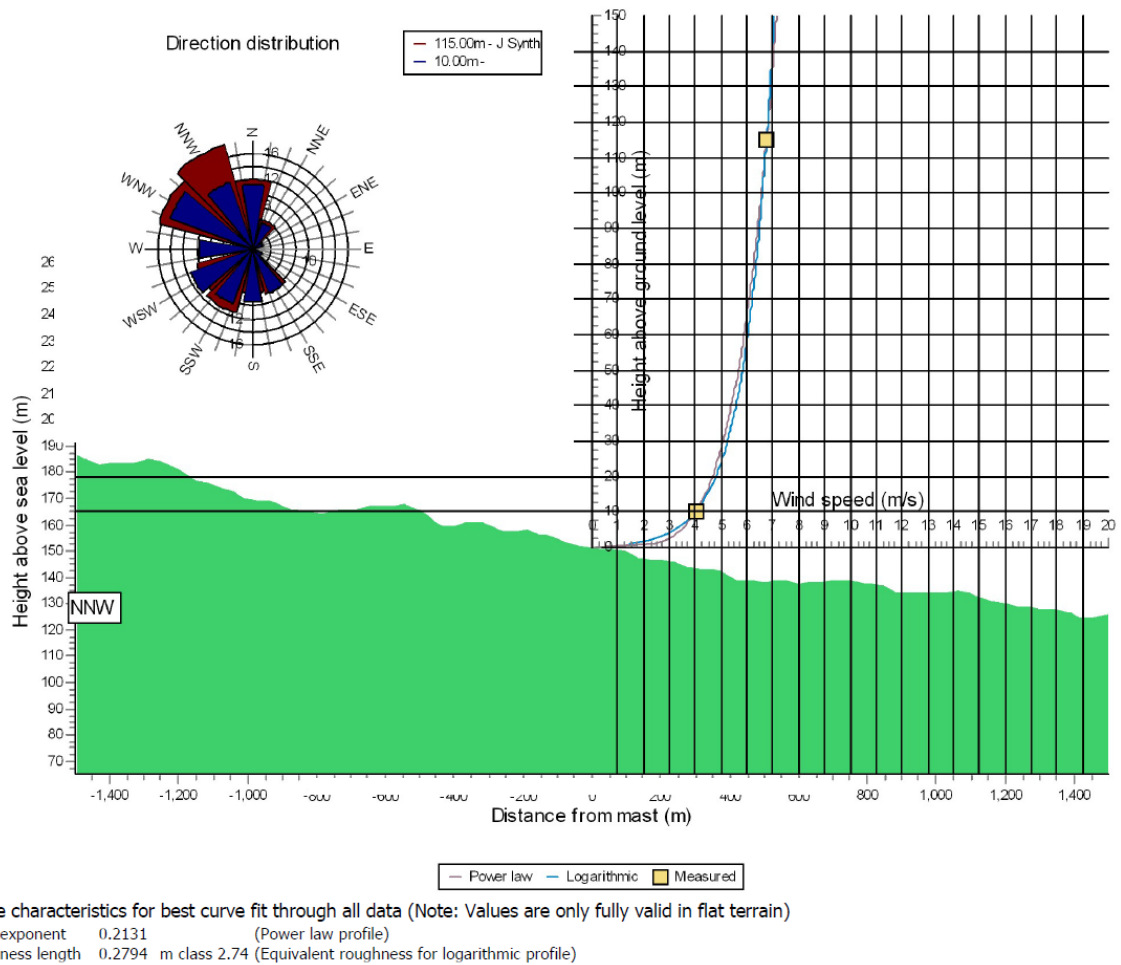


Figura 4: Distribuzione direzionale e profilo del vento

Come rappresentato dalla Figura 4, la direzione prevalente del vento risultante dall'analisi in mesoscala è NNW (Nord-NordOvest), mentre ci consente di verificare che all'altezza al mozzo delle turbine è superiore a 6,50 m/sec, inoltre dai grafici mensili cumulativi dei dati si può osservare che la velocità media è superiore ai 6,00 m/sec e per alcuni mesi è superiore a 6,50m/sec.

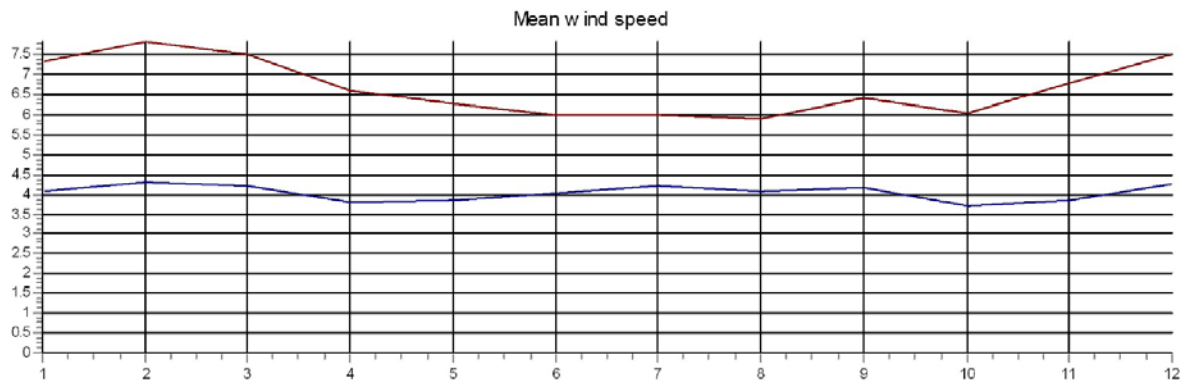


Figura 5: Grafico mensile cumulativo della velocità media del vento

/D/ PRODUCIBILITÀ DEL PARCO

I. Producibilità Lorda

La producibilità lorda del parco eolico, oggetto del presente studio, è stata valutata in rapporto al modello di aerogeneratore previsto da progetto, aventi le seguenti caratteristiche tecniche:

- Altezza mozzo: fino a 115,00m;
- Diametro Rotore: fino a 170,00m
- Potenza: 6200kW limitata fino a 5600kW
- Classe IEC: S

Inoltre è stata utilizzata come curva di potenza rappresentativa dell'aerogeneratore, quella calcolata alla densità dell'aria di $1,181 \text{ kg/m}^3$, corrispondente all'altitudine media del sito (comprensiva dell'altezza al mozzo).

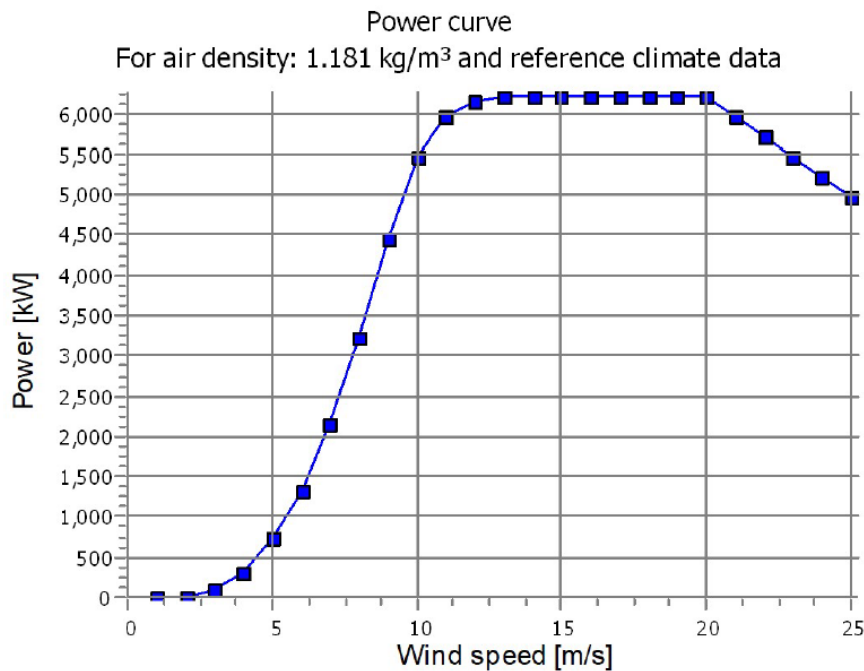


Figura 6: Grafico della Curva di Potenza dell'aerogeneratore alla densità dell'aria pari a $1,181 \text{ kg/m}^3$

Oltre alla curva di potenza si è considerata anche la cosiddetta curva di spinta (C_t), utile alla determinazione delle perdite che si vanno a realizzare per l'effetto scia.

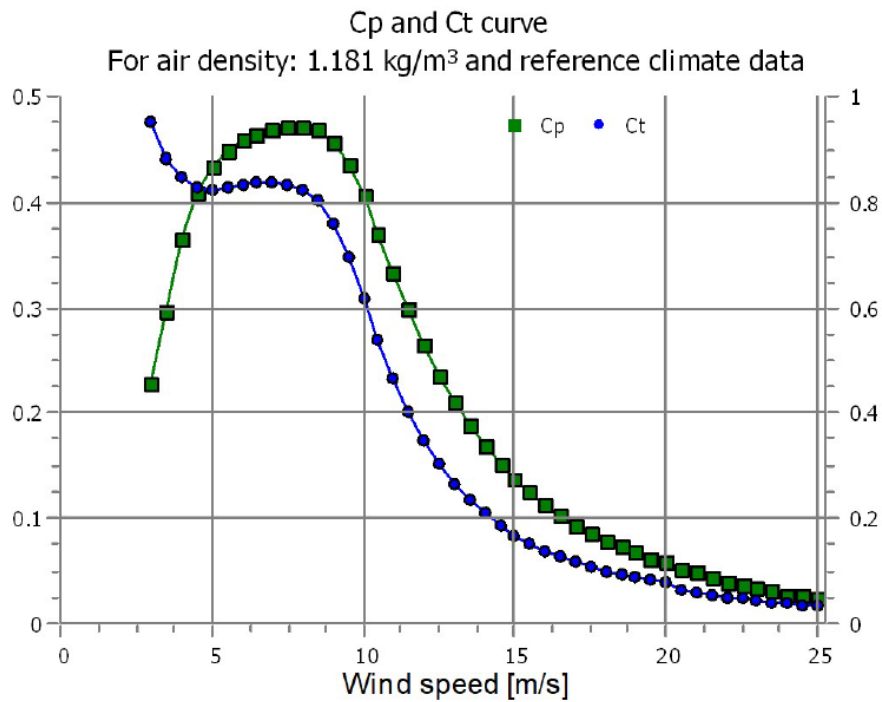


Figura 7: Grafico relativo alla Curva di Potenza ed alla Curva di Spinta dell'aerogeneratore alla densità dell'aria pari a 1,181 kg/m³

I risultati ottenuti con il modello di calcolo, macchina per macchina e per l'insieme dell'impianto, sono riportati nella tabella sottostante. I risultati di producibilità sono al netto delle perdite per scia indotta tra le macchine.

	UTM WGS 84 Lon. Est [m]	UTM WGS84 Lat. Nord [m]	Gross AEP [MWh/anno]	Ore [Anno]	Efficienza [%]	U [m/s]
WTG01	509,711	4,620,569	21551	3476	97.6	7.00
WTG02	509,865	4,621,691	21745	3507	95.4	7.14
WTG03	509,492	4,622,707	22071	3560	95.7	7.20
WTG04	509,534	4,623,568	22055	3557	95.8	7.20
WTG05	510,608	4,623,146	21525	3472	93.0	7.23
WTG06	510,550	4,623,953	21515	3470	94.4	7.15
WTG07	510,949	4,624,617	23493	3789	95.9	7.54
WTG08	509,056	4,624,619	21713	3502	97.9	7.01
WTG09	511,045	4,626,633	22826	3682	98.7	7.25

Tabella 2: Risultati ottenuti dal modello di calcolo tramite software WindPro

□ . . . □ . . . □ . . . □ . . . □

Le ore di funzionamento riportate in tabella 2, così come tutti quelli rappresentati nel presente documento, sono calcolati in funzione della potenza limitata a 5600kW e non della potenza nominale di 6200kW.

II. Producibilità attesa al netto delle perdite

La producibilità lorda definita nel paragrafo precedente è ottenuta dal processo di calcolo che tiene conto unicamente delle perdite dovute all'effetto scia che si genera tra gli aerogeneratori, pertanto a tali producibilità lorde devono essere sottratte le perdite dovute all'impianto e cioè:

Perdite considerate	Incidenza %
Disponibilità aerogeneratori	- 3,00
Disponibilità B.O.P.	- 1,00
Disponibilità rete	- 0,20
Perdite elettriche	- 2,00
Prestazione aerogeneratori	- 2,00
Densità dell'aria	- 2,50
Altre perdite	- 0,50
TOTALE PERDITE	- 10,70

Tabella 3: Perdite ipotizzate

Le perdite ipotizzate in Tabella 3 dovranno essere verificati successivamente, una volta sottoscritti tutti i contratti di fornitura delle turbine, costruzione del parco e relativo esercizio.

Pertanto possiamo riassumere i valori di producibilità lorda e netta nella seguente tabella:

Gross AEP [MWh/anno]	Gross AEP [ore/anno]	Perdite totali %	NET AEP [MWh/anno]	NET AEP [ore/anno]
198493	3557	- 10,70	177254	3177

Tabella 4: Confronto Producibilità lorda (Gross) e netta (NET)

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

Per i singoli aerogeneratori risultano invece le seguenti producibilità nette:

	UTM WGS 84 Lon. Est [m]	UTM WGS84 Lat. Nord [m]	Net AEP [MWh/anno]	Ore [Anno]
WTG01	509,711	4,620,569	14000	2258
WTG02	509,865	4,621,691	11865	1914
WTG03	509,492	4,622,707	13074	2109
WTG04	509,534	4,623,568	13558	2187
WTG05	510,608	4,623,146	13633	2199
WTG06	510,550	4,623,953	13760	2219
WTG07	510,949	4,624,617	13647	2201
WTG08	509,056	4,624,619	13767	2221
WTG09	511,045	4,626,633	14566	2349

Tabella 5: Producibilità netta per singoli aerogeneratori

/E/ CONCLUSIONI

Nell'ambito del processo di progettazione di un impianto eolico e più in generale nelle fasi dello sviluppo del sito è necessario conoscere con una buona affidabilità la consistenza della risorsa eolica disponibile e quindi della sua produzione attesa. Ciò è garantito da idonee rilevazioni in sito delle grandezze di velocità e di direzione del vento per un periodo di diversi anni. È possibile giungere ad una valutazione utile della risorsa eolica grazie a calcoli e confronti con dati di stazioni anemometriche considerate storiche perché con un periodo di rilevazione di 10 anni e oltre.

L'analisi e l'elaborazione dei dati della stazione non ha evidenziato particolari carenze o lacune.

I risultati delle attività, dalla validazione alla elaborazione del dato, sono ampiamente descritti nel presente studio ed indicano che il sito è interessato da un buon regime di venti, tipico della zona di appartenenza, soprattutto in relazione all'energia specifica della vena fluida.

Anche l'attività di valutazione della ventosità di lungo periodo è stata svolta con profitto avendo riscontrato un buon coefficiente di correlazione e buona sintonia degli andamenti delle velocità medie mensili contemporanee con il riferimento di lungo periodo considerato.

Positiva è risultata anche la verifica della condizione richiesta di ventosità superiore a 4 m/s a 25 m dal suolo.

Si può quindi affermare che i risultati delle misurazioni della ventosità, pur considerando le tipiche incertezze di misura proprie delle apparecchiature utilizzate, che sono state opportunamente e cautelativamente stimate, indicano che l'entità della risorsa disponibile rientra tra quelle di interesse per la realizzazione di un impianto eolico.