

Regione Lazio



Comune di Valentano



Comune di Latera



Committente

**POGGIO DEL MULINO S.R.L.**

Piazza Europa, 14-87100-Cosenza (CS)

P.iva: 03876510789



Titolo del Progetto:

## Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un parco eolico denominato "Poggio del Mulino"

Documento:

**PROGETTO DEFINITIVO**

N° Tavola:

REL0014

Elaborato:

**Studio Anemologico del sito**

SCALA:

-

FOGLIO:

1 di 1

FORMATO:

A4

folder: Relazioni progetto civile\_Specialistiche

Nome File: REL0014A0.pdf

Progettazione:



NEW DEVELOPMENTS srl  
piazza Europa, 14 - 87100 Cosenza (CS)

Progettisti:



dott. ing. Giovanni Guzzo Foliaro



dott. ing. Amedeo Costabile



dott. Ing. Francesco Meringolo

Gruppo di lavoro:

dott.ing. Denise Di Cianni  
dott.ing. Diego De Benedittis  
dott.ing. Pasquale Simone Gatto  
dott.geol. Martina Petracca  
dott.ing. Irene Colosimo  
dott.geol. Beniamino Morrone

Rev:	Data Revisione:	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	06/07/2023	PRIMA EMISSIONE	New. Dev.	P.D.M.	P.D.M.

## INDICE DEI CONTENUTI

Premessa .....	2
1. Software di calcolo utilizzato.....	2
2. Descrizione del sito .....	2
2.1 Rilevazioni anemologiche .....	4
3. Aerogeneratore.....	9
4. Stima preliminare della Producibilità Energetica .....	11
5. Allegati .....	12

## INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1 – Layout di impianto ed interdistanza tra le turbine.....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2 - Mappa della velocità del vento alla quota di 150 m slm .....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 3 – Distribuzione di probabilità di Weibull della velocità del vento .....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 4 – Profilo della velocità del vento lungo la verticale, a partire da qua quota di 410 m slm. ....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 5 - Rosa dei venti del sito di studio alla quota 115 m.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 6 - Rosa dell'energia dei venti del sito di studio .....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 7 – Curva della potenza del vento medio .....</i>	<i>10</i>

## INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1 – Coordinate degli aerogeneratori nel Sistema WGS84 .....</i>	<i>3</i>
<i>Tabella 2 - Interdistanze tra le Turbine .....</i>	<i>4</i>
<i>Tabella 3 - Caratteristiche della turbina SG 170- T115 prevista per il progetto “Poggio del Mulino” .....</i>	<i>9</i>
<i>Tabella 4 – Stima della Producibilità Energetica .....</i>	<i>11</i>

## Premessa

La presente relazione ha lo scopo di fornire la stima preliminare della risorsa eolica del sito in cui è proposto il parco eolico denominato “**Poggio del Mulino**”, proposto dalla società **Poggio del Mulino s.r.l.** e sito nei comuni di **Valentano** e **Latera**, in provincia di **Viterbo**.

Le attività svolte hanno seguito quanto previsto dalle metodologie internazionali per la valutazione della produzione attesa degli impianti eolici.

I dati e le prescrizioni contenuti nel presente rapporto sono stati redatti secondo le norme della *Buona Tecnica* e idoneamente controllati. **Poggio del Mulino s.r.l.** in ogni caso non può essere ritenuta responsabile per le conseguenze che possano derivare, danni o perdita di profitti, da un uso non corretto delle informazioni riportate o da possibili errori di interpretazione da parte di Terzi.

## 1. Software di calcolo utilizzato

Il software di calcolo utilizzato per l’analisi è il **WindPro 3.6** concesso in licenza alla New Developments s.r.l.

## 2. Descrizione del sito

Il sito oggetto dello studio è situato nei Comuni di **Valentano (VT)** e **Latera (VT)**. L’area di posizionamento degli aerogeneratori è caratterizzata da una *complessità orografica media* con un’altezza compresa tra **393,9** e **415,2 metri sul livello del mare**.

Si è considerata una temperatura media annua di **12,6 °C**, derivante dalle rilevazioni effettuate presso la **stazione meteo MONTE ARGENTARIO**; perciò, la densità media dell’aria nel sito all’altezza del mozzo è:  **$\rho=1.159 \text{ Kg/m}^3$** . Attualmente, l’uso del suolo nell’area di progetto è in principalmente agricolo. Vi è scarsa copertura vegetazionale arborea, per cui l’area in studio si caratterizza per una *rugosità media*, caratteristica favorevole per lo sfruttamento eolico.

Le coordinate metriche del progetto, fornite dal **Committente**, sono riportate nella seguente tabella:

Tabella 1 – Coordinate degli aerogeneratori nel Sistema WGS84

UTM WGS84 – Zone 32 EPSG:32632			
WTG	Est [m]	Nord [m]	Quota [m s.l.m.]
01	240101	4720583	415,2
02	239164	4720518	406,4
03	238582	4720610	407,9
04	237366	4719418	400,0
05	236844	4718444	393,9
06	236169	4717403	410,0
07	236824	4717482	411,1

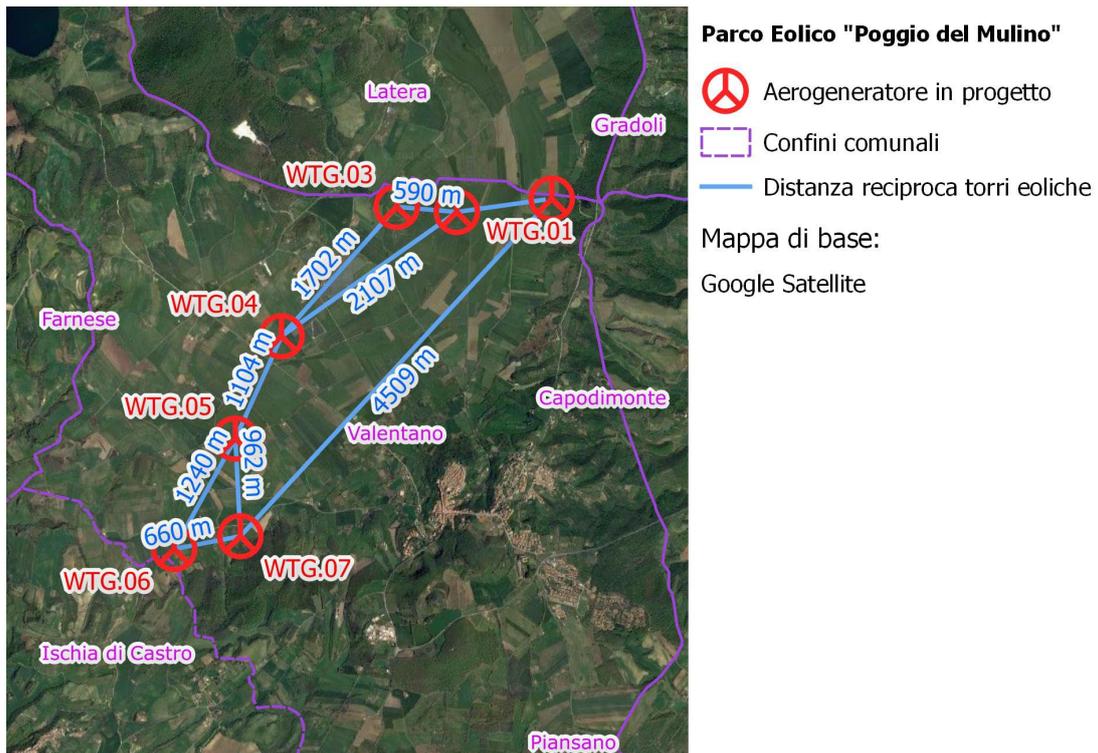


Figura 1 – Layout di impianto ed interdistanza tra le turbine



Tabella 2 - Interdistanze tra le Turbine

Distanze tra le WTG					
	Z	WTG più vicina	Z	Distanza orizzontale	Distanza in Diametri Rotore
	[m]		[m]	[m]	
WTG.01	415,2	WTG.02	406,4	939	5,5
WTG.02	406,4	WTG.03	407,9	590	3,5
WTG.03	407,9	WTG.02	406,4	590	3,5
WTG.04	400,0	WTG.05	393,9	1.105	6,5
WTG.05	393,9	WTG.07	411,1	962	5,7
WTG.06	410,0	WTG.07	411,1	660	3,9
WTG.07	411,1	WTG.06	410,0	660	3,9
<b>Min</b>	<b>393,9</b>		<b>393,9</b>	<b>590</b>	<b>3,5</b>
<b>Max</b>	<b>415,2</b>		<b>411,1</b>	<b>1.105</b>	<b>6,5</b>

## 2.1 Rilevazioni anemologiche

È stato possibile stimare il campo di vento mediante calcoli matematici basati su dati di ventosità di siti ricadenti in un areale comprendente il territorio considerato, dove è stato possibile individuare stazioni di misura con *serie storiche* ventennali, periodi di misura superiori ad un anno, altezze di misurazioni variabili e disponibilità di dati superiore al 95%.

Il software utilizzato per il presente studio anemologico, si basa su una mappa della ventosità media su una larga scala spaziale, che si riporta, per l'area in esame, in Figura 2. La velocità media rappresentata in tale figura si riferisce ad una quota di **150 m sul livello medio marino**. Da tale figura si evince che la velocità media del vento, a tale quota, in corrispondenza di siti di installazione dei 7 aerogeneratori di progetto, è compresa **tra 6,7 m/s ed 8,1 m/s**.

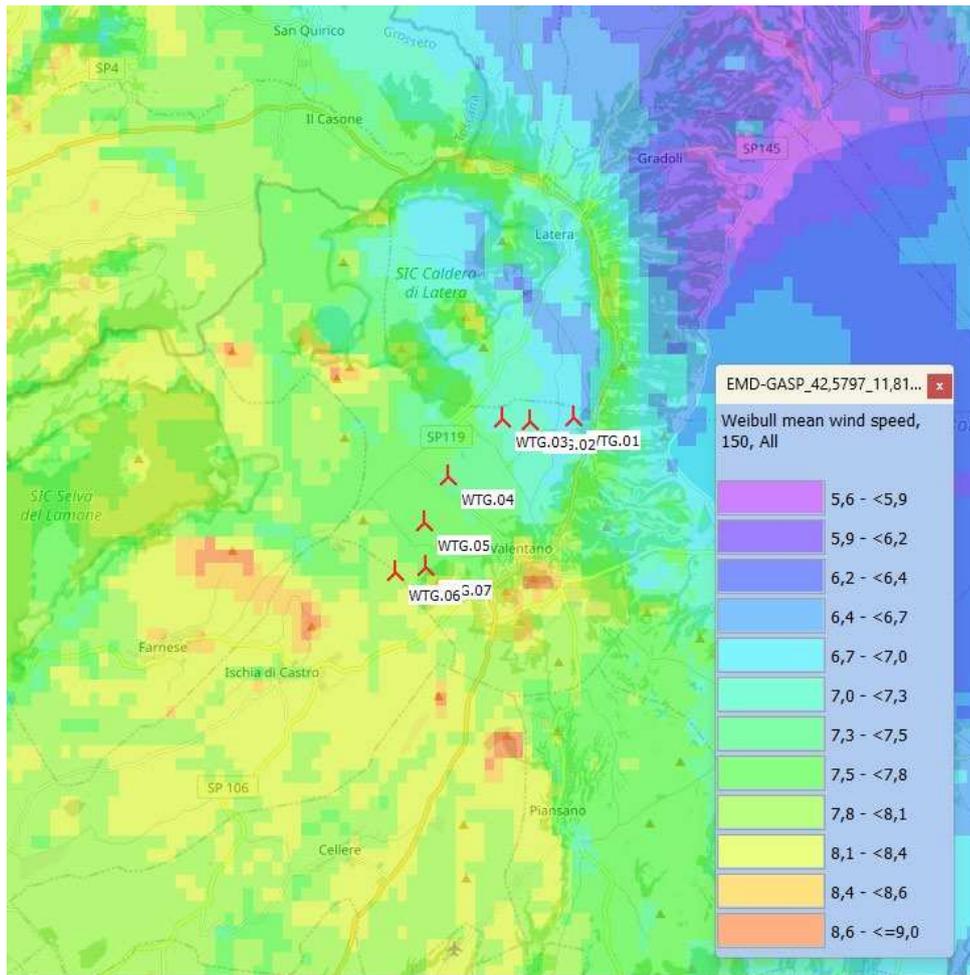


Figura 2 - Mappa della velocità del vento alla quota di 150 m slm

Le analisi anemologiche effettuate hanno in particolare permesso di ottenere:

- ❖ La **distribuzione di Weibull della velocità media del vento**, per classi di velocità.

La *distribuzione di Weibull* è stata comunemente ritenuta adeguata alla rappresentazione della statistica delle velocità medie del vento campionato su breve periodo (ad es. 10 minuti, 1 ora) per tempi dell'ordine di mesi o anni, in modo da ottenere un campione numericamente significativo. Con tale distribuzione di probabilità si stima la frequenza di accadimento della velocità del vento, che, per il caso di studio in esame, è riportata in Figura3.

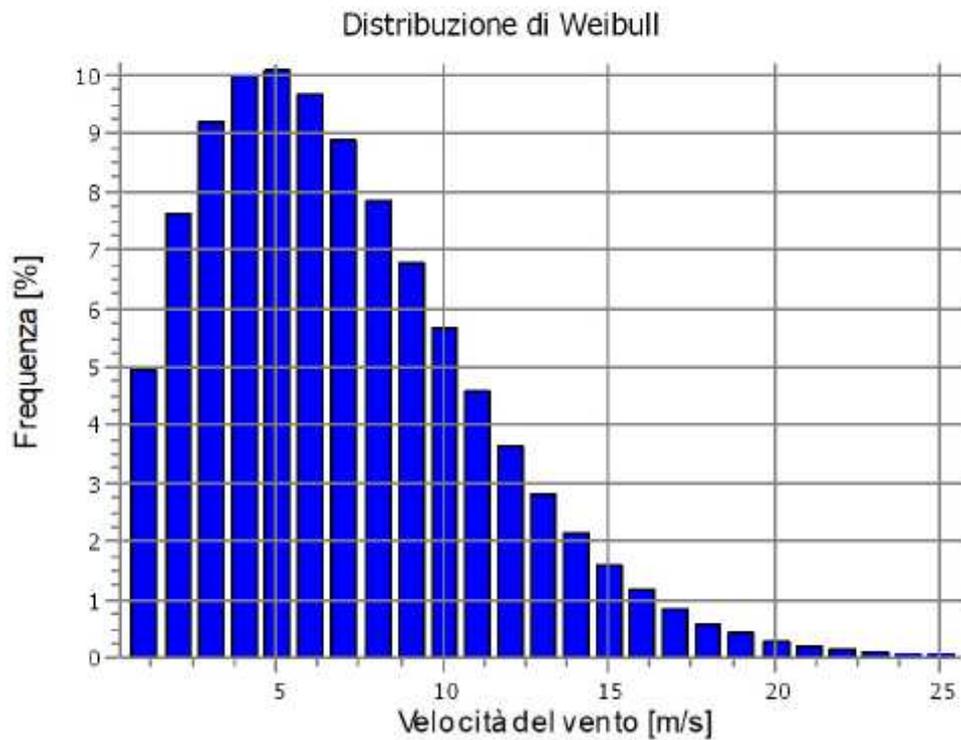


Figura 3 – Distribuzione di probabilità di Weibull della velocità del vento

- ❖ A partire dalla stessa distribuzione probabilistica di Weibull, si è potuto estrapolare il **profilo verticale della velocità del vento** a partire dalla quota zero, corrispondente alla quota del suolo rispetto al livello medio marino (che per le turbine in esame varia tra 393,9 e 415,2 m) fino a 150 m di altezza. Per il progetto in esame si considera un'altezza del mozzo della turbina di 115 m. In Figura 4 si riporta, a titolo di esempio il profilo verticale della velocità del vento per una turbina installata a quota 410 m sul livello medio marino;

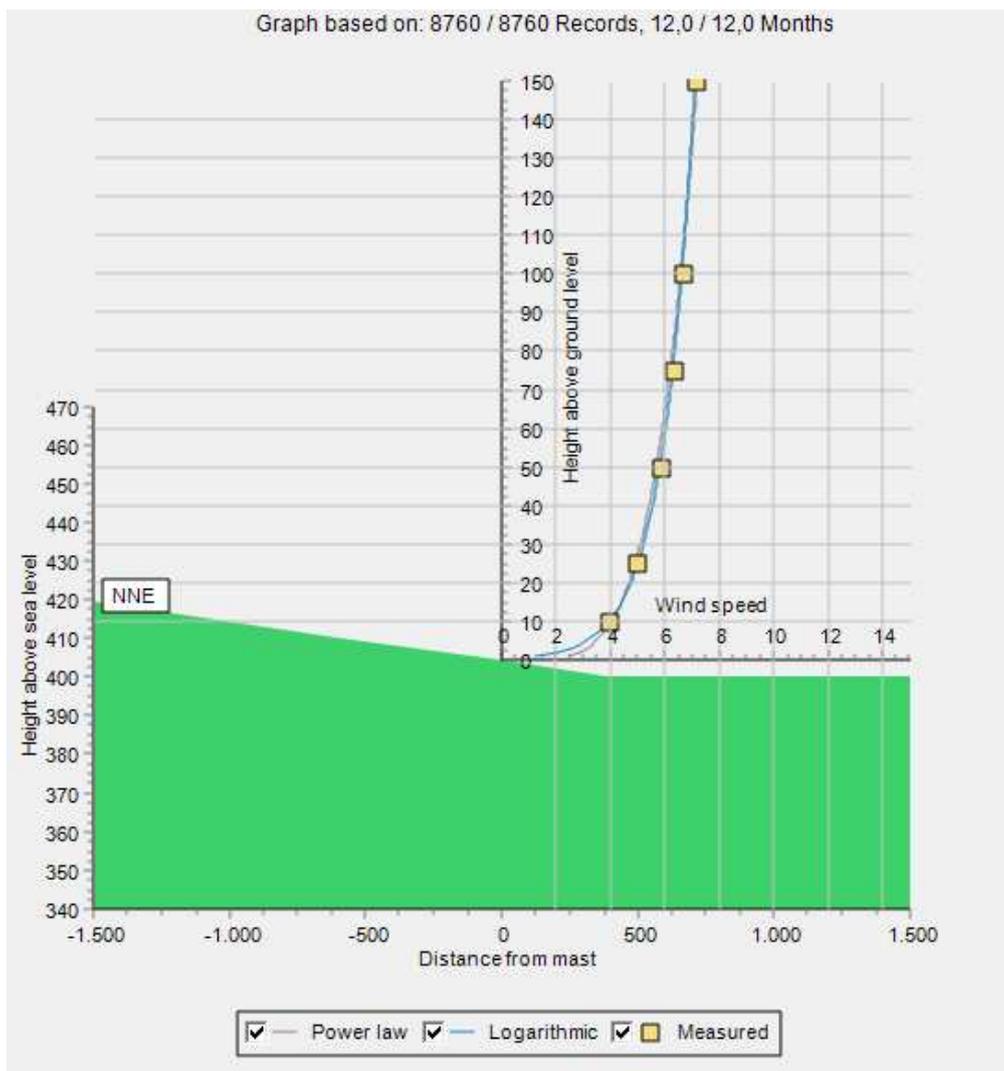


Figura 4 – Profilo della velocità del vento lungo la verticale, a partire da quota di 410 m slm.

- ❖ La **rosa dei venti**, per classi di velocità, suddivisa per i 12 settori di provenienza (Figura 5). La frequenza del vento nella direzione NNE è preponderante rispetto alle altre direzioni di provenienza.

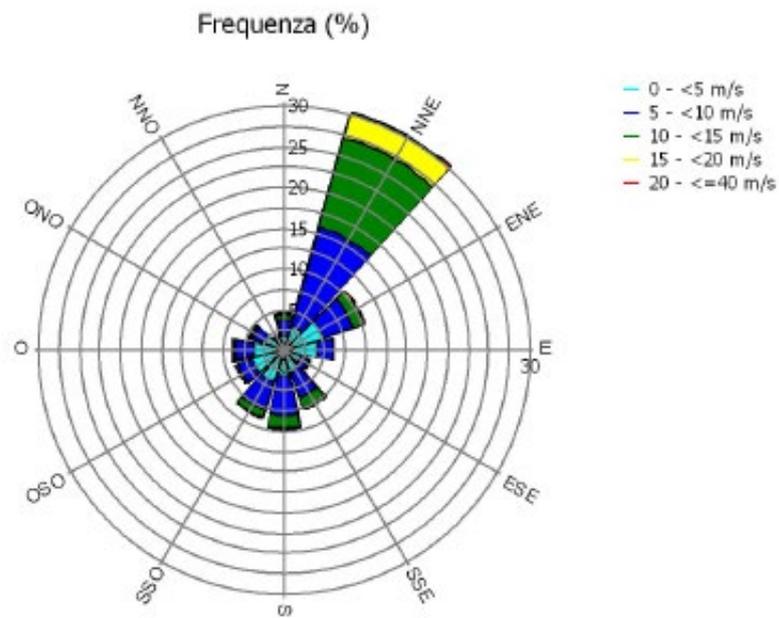


Figura 5 - Rosa dei venti del sito di studio alla quota 115 m

- ❖ La **rosa energetica**, per classi di velocità, suddivisa per i 12 settori di provenienza (Figura 6). Da tale figura si evince che la direzione NNE è quella attorno alla quale è concentrato quasi il 100% dell'energia del vento in tale area di studio.

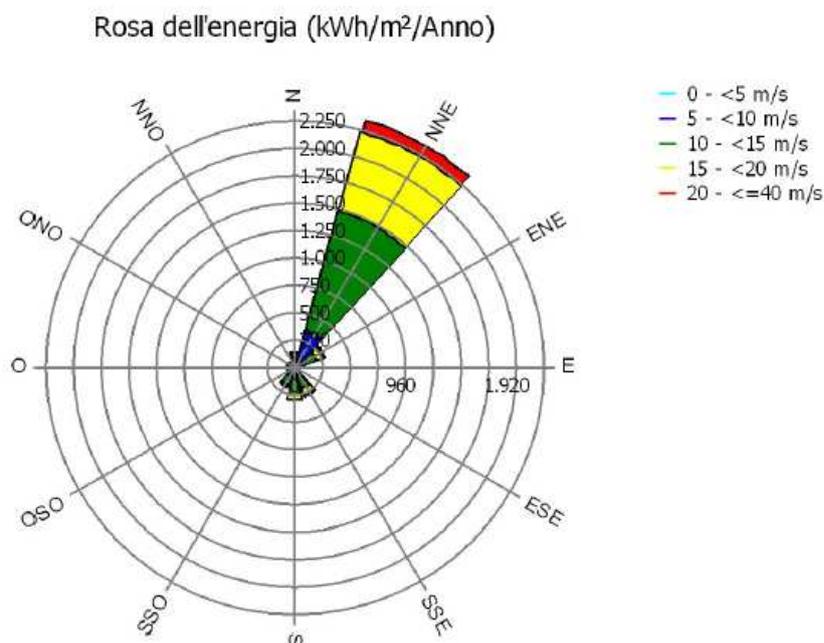


Figura 6 - Rosa dell'energia dei venti del sito di studio

### 3. Aerogeneratore

La produzione attesa del parco eolico è stata stimata considerando il seguente modello di aerogeneratore, come indicato dal **Committente**, la cui curva di potenza standard calcolata all'altezza del mare (1.225 Kg/m<sup>3</sup>) è stata limitata alla potenza di **6,6 MW**.

Tabella 3 - Caratteristiche della turbina SG 170- T115 prevista per il progetto "Poggio del Mulino"

Modello tipo <b>SIEMENS Gamesa SG 170 o similare</b>	
Altezza mozzo dal piano campagna (Hub) [m]	115
Lunghezza pale [m]	83,33
Diametro del rotore [m]	170
Altezza complessiva dal piano campagna [m]	200
Wind class	IIIA
Sovrastruttura	Tubolare in acciaio
Velocità di cut-off [m/s]	25,0
Velocità di cut-in [m/s]	3,0
Potenza nominale [MW]	6,6

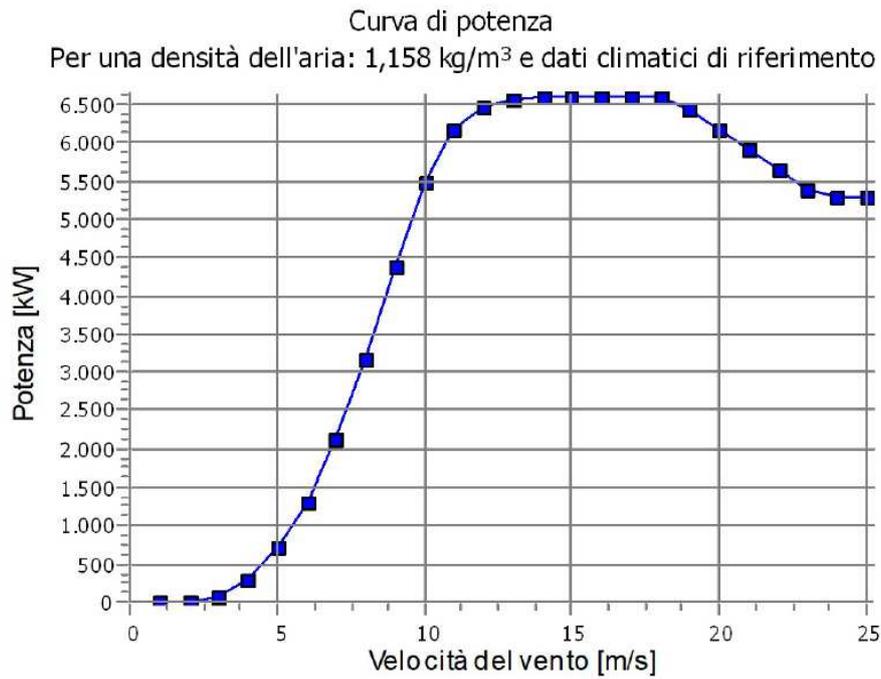
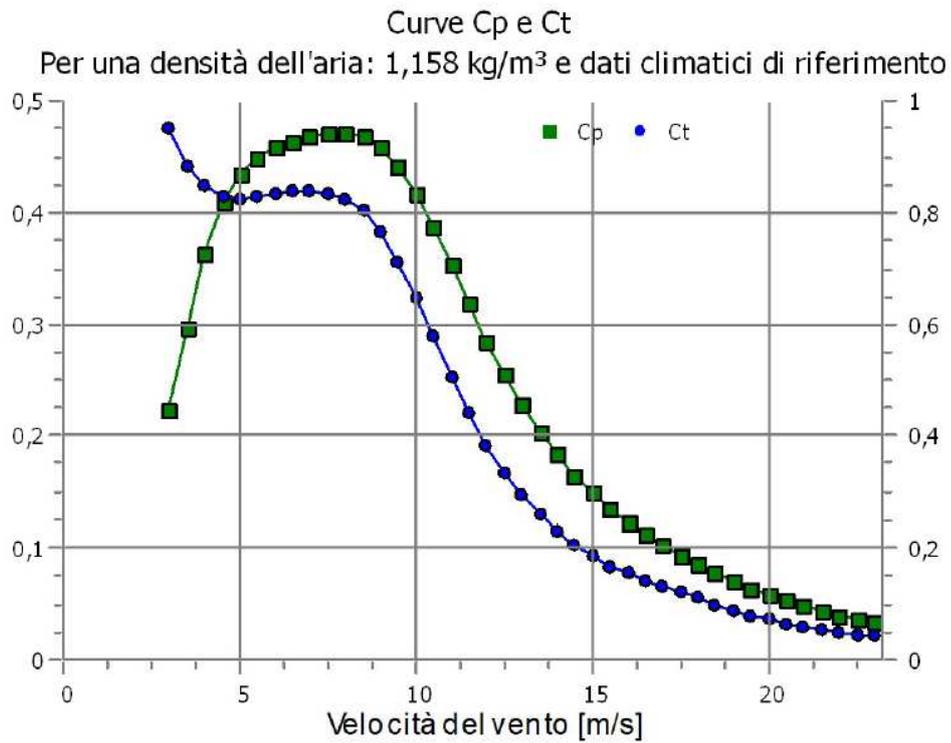


Figura 7 – Curva della potenza del vento medio



## 4. Stima preliminare della Producibilità Energetica

La stima della produzione lorda attesa del parco eolico è stata ottenuta con il modello di aerogeneratore richiesto, utilizzando la distribuzione di frequenza rappresentativa del lungo periodo ad altezza mozzo.

Nella seguente tabella si riportano le principali informazioni relative alla Producibilità Energetica Lorda, alla stima delle perdite e dunque alla valutazione della Producibilità Netta attesa:

*Tabella 4 – Stima della Producibilità Energetica*

WTG	Est [m] WGS83- 32N	Nord [m] WGS83- 32N	Quota [m s.l.m.]	Hmozzo [m]	Prod. LORDA attesa [MWh/anno]	Perdite di scia [%]	Prod. NETTA attesa [GWh/anno]	Ore eq. [h]
001	240101	4720583	415,2	115	19.733,8	1,1	17,76	2691
002	239164	4720518	406,4	115	20.862,3	2,3	18,776	2845
003	238582	4720610	407,9	115	21.661,8	1,8	19,496	2954
004	237366	4719418	400,0	115	22.326,6	3,5	20,094	3045
005	236844	4718444	393,9	115	22.320,3	6,1	20,088	3044
006	236169	4717403	410,0	115	23.692,9	4,8	21,324	3231
007	236824	4717482	411,1	115	23.183,4	2,6	20,865	3161
<b>TOTALE/MEDIA</b>					<b>153.781,10</b>	<b>3,2</b>	<b>120,643</b>	<b>2996</b>

Le perdite sopra riportate sono imputabili esclusivamente alla disposizione di layout (perdite di scia) ed alla densità dell'aria.

L'energia scambiabile con la rete è pertanto assumibile, in questa preliminare fase dell'analisi, decurtata cautelativamente di un ulteriore **10%** che tiene conto di altre perdite elettriche ed ambientali.

L'energia netta scambiabile con la rete è pertanto stimata in **120,643** GWh/anno.

## 5. Allegati

Si allegano alla presente relazione i risultati ottenuti tramite l'analisi anemologica condotta con il Software *WindPro 3.6*.

- Risultato principale
- Analisi della produzione
- Analisi della curva di potenza
- Analisi dei dati di vento
- Curva di potenza del parco
- Distanza tra le WTG
- Mappa

Progetto:

**Eol.24 Poggio Del Mulino**

Utente autorizzato:

**New Developments Srl**

Piazza Europa n.14

IT-87100 Cosenza

3290176555

Diego / diego.debeneditis@newdevelopments.eu

Redatto il:

19/05/2023 17:07/3.6.366

## PARK - Risultato principale

**Calcolo: Poggio del Mulino**

**Modello di scia** N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calcolo delle scie eseguito in UTM (north)-WGS84 Zona: 32  
Al centro del sito, la differenza tra Nord del sistema di riferimento e Nord Vero è: 1,9°

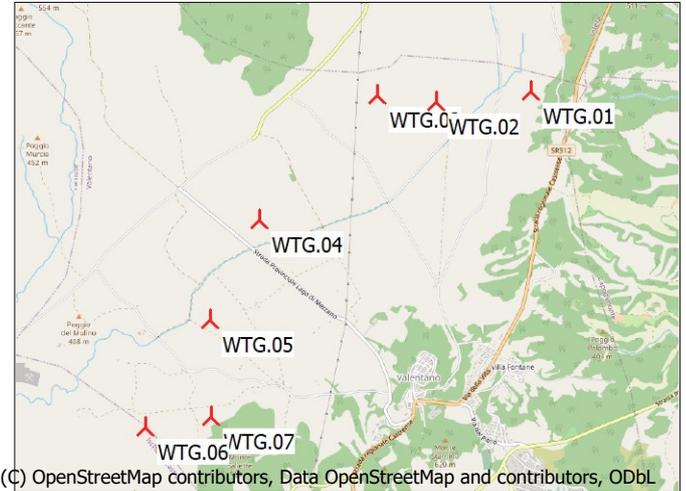
**Metodo di correzione della curva di potenza**  
Metodo IEC 61400-12 (raccomandato solo per piccole correzioni, e.g. <5%)  
Metodo di calcolo della densità dell'aria  
Funzione dell'altezza, temperatura da stazione climatica  
Stazione: MONTE ARGENTA V3 2014  
Temperatura di riferimento: 12,6 °C a 631,0 m  
Pressione di riferimento: 1013,3 hPa a 0,0 m  
Densità dell'aria al Centro Sito, all'altezza di riferimento: 400,0 m + 115,0 m = 1,159 kg/m³ -> 94,6 % dello standard  
Umidità relativa: 0,0 %

**Parametri del modello di scia**

Costante di decadimento scia 0,075 Default DTU onshore  
Hub height independent

**Altezza di dislocamento omnidirezionale importata dagli Oggetti**

**Impostazioni calcolo scie**  
**Angolo [°]** **Velocità del vento [m/ s]**  
inizio fine passo inizio fine passo  
0,5 360,0 1,0 0,5 30,5 1,0



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

Scala 1:75.000

▲ Nuova WTG

## File(s) Risorsa

\\nd-nas\ND\_DATI\WindPro\_simulazioni\Projects\EOL 24 POGGIO DEL MULINO\EMD-GASP\_42,5797\_11,8111\_20\_20\_0\_.\_calibrated\_\_200,0m.siteres  
\\nd-nas\ND\_DATI\WindPro\_simulazioni\Projects\EOL 24 POGGIO DEL MULINO\EMD-GASP\_42,5797\_11,8111\_20\_20\_0\_.\_calibrated\_\_150,0m.siteres  
\\nd-nas\ND\_DATI\WindPro\_simulazioni\Projects\EOL 24 POGGIO DEL MULINO\EMD-GASP\_42,5797\_11,8111\_20\_20\_0\_.\_calibrated\_\_100,0m.siteres

## Produzione annuale stimata del parco eolico

Combinazione di WTG	Risultato PARK [MWh/anno]	Risultato-10,0% [MWh/anno]	Lordo (senza perdite) [MWh/anno]	Perdite di scia [%]	Risultati <sup>a)</sup>		Ore equivalenti [Ore/anno]	Velocità media al mozzo [m/s]
					Fattore di capacità [%]	Media per WTG [MWh/anno]		
Parco eolico	153.781,1	138.403,0	158.954,0	3,3	34,2	19.771,9	2.996	7,1

<sup>a)</sup> Basato su Risultato-10,0%

## Energia annuale calcolata per ciascuna delle 7 nuove WTG, per un totale di 46,2 MW nominali installati

WTG	A	Tipo di WTG		Tipo generatore	Potenza nominale [kW]	Diametro rotore [m]	Altezza mozzo [m]	Curva di potenza		Produzione annuale			
		Statistica	Valida					Produttore	Creata da	Nome	Risultato [MWh/anno]	Risultato-10,0% [MWh/anno]	Perdite di scia [%]
WTG.01	A	Sì	Siemens Gamesa ND	SG 6.6-170-6.600	6.600	170,0	115,0	USER	(AM 0, 6,6MW) - 1.225 kg/m3	19.733,8	17.760	1,1	6,47
WTG.02	A	Sì	Siemens Gamesa ND	SG 6.6-170-6.600	6.600	170,0	115,0	USER	(AM 0, 6,6MW) - 1.225 kg/m3	20.862,3	18.776	2,3	6,75
WTG.03	A	Sì	Siemens Gamesa ND	SG 6.6-170-6.600	6.600	170,0	115,0	USER	(AM 0, 6,6MW) - 1.225 kg/m3	21.661,8	19.496	1,8	6,91
WTG.04	A	Sì	Siemens Gamesa ND	SG 6.6-170-6.600	6.600	170,0	115,0	USER	(AM 0, 6,6MW) - 1.225 kg/m3	22.326,6	20.094	3,5	7,16
WTG.05	A	Sì	Siemens Gamesa ND	SG 6.6-170-6.600	6.600	170,0	115,0	USER	(AM 0, 6,6MW) - 1.225 kg/m3	22.320,3	20.088	6,1	7,29
WTG.06	A	Sì	Siemens Gamesa ND	SG 6.6-170-6.600	6.600	170,0	115,0	USER	(AM 0, 6,6MW) - 1.225 kg/m3	23.692,9	21.324	4,8	7,54
WTG.07	A	Sì	Siemens Gamesa ND	SG 6.6-170-6.600	6.600	170,0	115,0	USER	(AM 0, 6,6MW) - 1.225 kg/m3	23.183,4	20.865	2,6	7,30

## Posizione delle WTG

**UTM (north)-WGS84 Zona: 33**

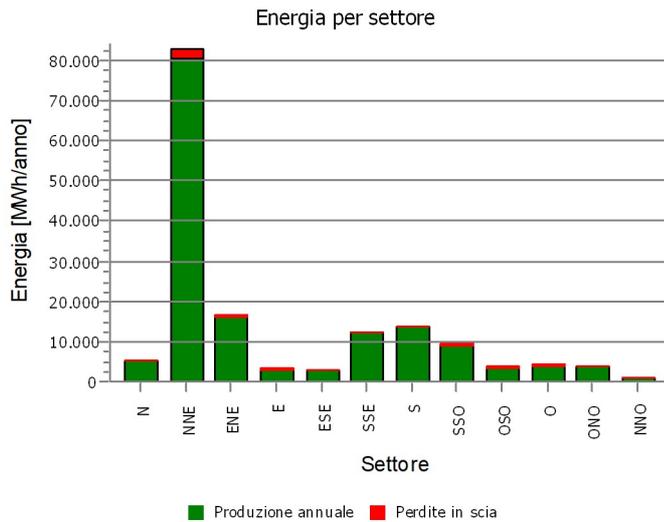
		Easting	Northing	Z [m]	Dati/Descrizione
WTG.01	Nuova	240.101	4.720.583	415,2	Siemens Gamesa ND SG 6.6-170 6600 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (14)
WTG.02	Nuova	239.164	4.720.518	406,4	Siemens Gamesa ND SG 6.6-170 6600 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (13)
WTG.03	Nuova	238.582	4.720.610	407,9	Siemens Gamesa ND SG 6.6-170 6600 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (8)
WTG.04	Nuova	237.366	4.719.418	400,0	Siemens Gamesa ND SG 6.6-170 6600 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (12)
WTG.05	Nuova	236.844	4.718.444	393,9	Siemens Gamesa ND SG 6.6-170 6600 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (11)
WTG.06	Nuova	236.169	4.717.403	410,0	Siemens Gamesa ND SG 6.6-170 6600 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (9)
WTG.07	Nuova	236.824	4.717.482	411,1	Siemens Gamesa ND SG 6.6-170 6600 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (10)

## PARK - Analisi della produzione

**Calcolo:** Poggio del Mulino **WTG:** Tutte le WTG nuove, densità dell'aria variabile con la posizione della WTG: 1,157 kg/m<sup>3</sup> - 1,160 kg/m<sup>3</sup>

### Analisi direzionale

Settore	0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSO	8 OSO	9 O	10 ONO	11 NNO	Totale
Energia basata sulla rugosità [MWh]	5.187,0	82.728,5	16.717,2	3.368,8	2.802,7	12.376,8	13.913,2	9.428,6	3.576,5	4.103,7	3.884,5	866,3	158.954,0
-Perdite dovute alle scie [MWh]	79,3	2.349,5	545,9	451,8	16,0	1,9	394,3	646,5	166,6	495,6	25,2	0,2	5.172,9
<b>Energia risultante [MWh]</b>	<b>5.107,8</b>	<b>80.379,0</b>	<b>16.171,3</b>	<b>2.917,0</b>	<b>2.786,7</b>	<b>12.374,8</b>	<b>13.518,9</b>	<b>8.782,1</b>	<b>3.409,9</b>	<b>3.608,1</b>	<b>3.859,3</b>	<b>866,1</b>	<b>153.781,1</b>
Energia specifica [kWh/m <sup>2</sup> ]													968
Energia specifica [kWh/kW]													3.329
Perdite dovute alle scie [%]	1,5	2,8	3,3	13,4	0,6	0,0	2,8	6,9	4,7	12,1	0,6	0,0	3,25
Utilizzazione [%]	26,9	20,8	23,9	36,2	33,9	28,1	31,8	31,0	35,5	33,7	35,9	31,4	24,1
Tempo di operatività [Ore/anno]	307	2.362	901	454	275	616	773	705	496	505	384	174	7.952
Ore equivalenti [Ore/anno]	111	1.740	350	63	60	268	293	190	74	78	84	19	3.329



## PARK - Analisi della curva di potenza

**Calcolo:** Poggio del Mulino **WTG:** WTG.03 - Siemens Gamesa ND SG 6.6-170 6600 170.0 !O!, Altezza mozzo: 115,0 m

**Nome:** (AM 0, 6.6MW) - 1.225 kg/m<sup>3</sup>

**Fonte:** SGRE

Data fonte	Creata da	Creato	Modificato	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m <sup>2</sup>
29/08/2021	USER	11/02/2020	29/08/2021	25,0	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,29
D2850368-001 SGRE ON SG 6.6-170 Standard Ct and Power Curve Rev.0 Mode AM 0 - Air Density.pdf								

### Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	11.445	17.316	22.937	27.907	32.074	35.390
Siemens Gamesa ND SG 6.6-170 6600 170.0 !O! (AM 0, 6.6MW) - 1.225 kg/m <sup>3</sup>	[MWh]	11.609	17.473	23.049	27.920	31.913	34.975
Valore di controllo	[%]	-1	-1	0	0	1	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m<sup>2</sup>), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.

Per ulteriori dettagli, consultare la relazione di progetto n. 51171/00-0016 dell'Agenzia Danese per l'Energia, o il manuale di windPRO.

Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.

Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

### Curva di potenza

Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m<sup>3</sup>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Cp	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	89,0	0,24	3,0	0,95
3,5	178,0	0,30	3,5	0,88
4,0	328,0	0,37	4,0	0,85
4,5	522,0	0,41	4,5	0,83
5,0	758,0	0,44	5,0	0,82
5,5	1.040,0	0,45	5,5	0,83
6,0	1.376,0	0,46	6,0	0,83
6,5	1.771,0	0,46	6,5	0,84
7,0	2.230,0	0,47	7,0	0,84
7,5	2.757,0	0,47	7,5	0,84
8,0	3.346,0	0,47	8,0	0,83
8,5	3.974,0	0,47	8,5	0,80
9,0	4.600,0	0,45	9,0	0,77
9,5	5.177,0	0,43	9,5	0,71
10,0	5.660,0	0,41	10,0	0,65
10,5	6.024,0	0,37	10,5	0,58
11,0	6.272,0	0,34	11,0	0,51
11,5	6.424,0	0,30	11,5	0,44
12,0	6.510,0	0,27	12,0	0,38
12,5	6.556,0	0,24	12,5	0,34
13,0	6.579,0	0,22	13,0	0,29
13,5	6.590,0	0,19	13,5	0,26
14,0	6.596,0	0,17	14,0	0,23
14,5	6.598,0	0,16	14,5	0,21
15,0	6.599,0	0,14	15,0	0,19
15,5	6.600,0	0,13	15,5	0,17
16,0	6.600,0	0,12	16,0	0,16
16,5	6.600,0	0,11	16,5	0,14
17,0	6.600,0	0,10	17,0	0,13
17,5	6.600,0	0,09	17,5	0,12
18,0	6.600,0	0,08	18,0	0,12
18,5	6.468,0	0,07	18,5	0,10
19,0	6.336,0	0,07	19,0	0,09
19,5	6.204,0	0,06	19,5	0,08
20,0	6.072,0	0,05	20,0	0,07
20,5	5.940,0	0,05	20,5	0,07
21,0	5.808,0	0,05	21,0	0,06
21,5	5.676,0	0,04	21,5	0,06
22,0	5.544,0	0,04	22,0	0,05
22,5	5.412,0	0,03	22,5	0,05
23,0	5.280,0	0,03	23,0	0,04

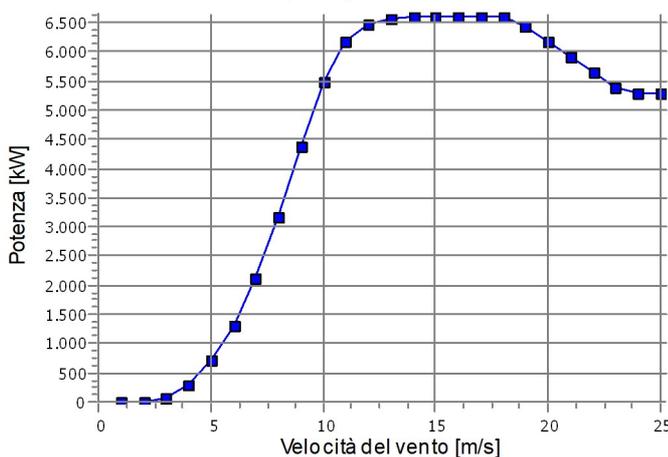
### Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,158 kg/m<sup>3</sup> Metodo IEC 61400-12 (raccomandato solo per piccole correzioni, e.g. <5%)

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Cp	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	79,1	0,22	2,50- 3,50	68,6	68,6	0,3
4,0	305,8	0,36	3,50- 4,50	273,9	342,5	1,6
5,0	714,3	0,43	4,50- 5,50	602,7	945,2	4,4
6,0	1.301,3	0,46	5,50- 6,50	1.027,9	1.973,2	9,1
7,0	2.111,0	0,47	6,50- 7,50	1.522,2	3.495,4	16,1
8,0	3.171,4	0,47	7,50- 8,50	2.040,6	5.535,9	25,6
9,0	4.391,3	0,46	8,50- 9,50	2.473,0	8.008,9	37,0
10,0	5.481,1	0,42	9,50-10,50	2.666,6	10.675,5	49,3
11,0	6.170,9	0,35	10,50-11,50	2.556,1	13.231,6	61,1
12,0	6.471,8	0,28	11,50-12,50	2.225,6	15.457,2	71,4
13,0	6.567,9	0,23	12,50-13,50	1.811,2	17.268,4	79,7
14,0	6.592,9	0,18	13,50-14,50	1.402,3	18.670,7	86,2
15,0	6.598,4	0,15	14,50-15,50	1.038,4	19.709,1	91,0
16,0	6.600,0	0,12	15,50-16,50	735,0	20.444,1	94,4
17,0	6.600,0	0,10	16,50-17,50	496,2	20.940,3	96,7
18,0	6.600,0	0,09	17,50-18,50	318,1	21.258,4	98,1
19,0	6.428,9	0,07	18,50-19,50	190,7	21.449,1	99,0
20,0	6.169,8	0,06	19,50-20,50	106,2	21.555,3	99,5
21,0	5.910,7	0,05	20,50-21,50	56,2	21.611,5	99,8
22,0	5.651,6	0,04	21,50-22,50	28,2	21.639,7	99,9
23,0	5.392,5	0,03	22,50-23,50	13,6	21.653,3	100,0
24,0	5.280,0	0,03	23,50-24,50	6,4	21.659,7	100,0
25,0	5.280,0	0,03	24,50-25,50	2,1	21.661,8	100,0

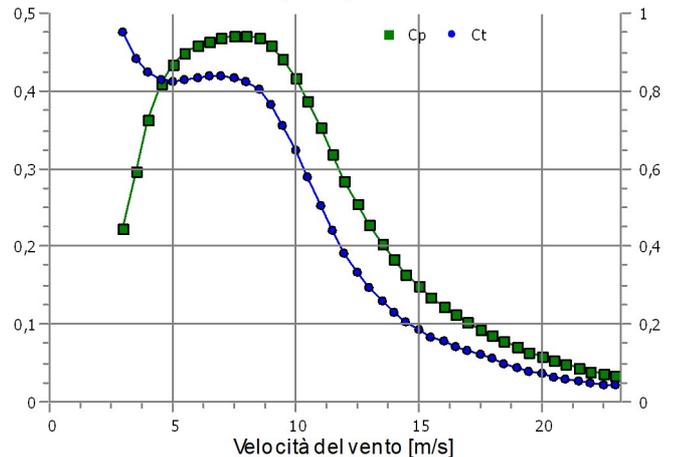
Curva di potenza

Per una densità dell'aria: 1,158 kg/m<sup>3</sup> e dati climatici di riferimento



Curve Cp e Ct

Per una densità dell'aria: 1,158 kg/m<sup>3</sup> e dati climatici di riferimento



## PARK - Analisi dei Dati di vento

**Calcolo:** Poggio del Mulino **Dati di vento:** A - Resource file(s); Altezza mozzo: 115,0

### Coordinate del sito

UTM (north)-WGS84 Zone: 33

Est: 238.582 Nord: 4.720.610

WTG.03 - Siemens Gamesa ND SG 6.6-170 6600 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (8)

### File RSF

\\nd-nas\ND\_DATI\WindPro\_simulazioni\Projects\EOL 24 POGGIO DEL MULINO\EMD-GASP\_42,5797\_11,8111\_20\_20\_0.\_calibrated\_\_200,0m.site res

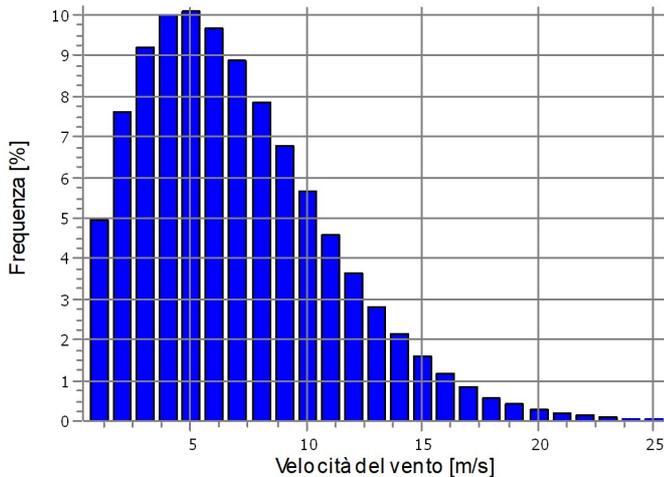
\\nd-nas\ND\_DATI\WindPro\_simulazioni\Projects\EOL 24 POGGIO DEL MULINO\EMD-GASP\_42,5797\_11,8111\_20\_20\_0.\_calibrated\_\_150,0m.site res

\\nd-nas\ND\_DATI\WindPro\_simulazioni\Projects\EOL 24 POGGIO DEL MULINO\EMD-GASP\_42,5797\_11,8111\_20\_20\_0.\_calibrated\_\_100,0m.site res

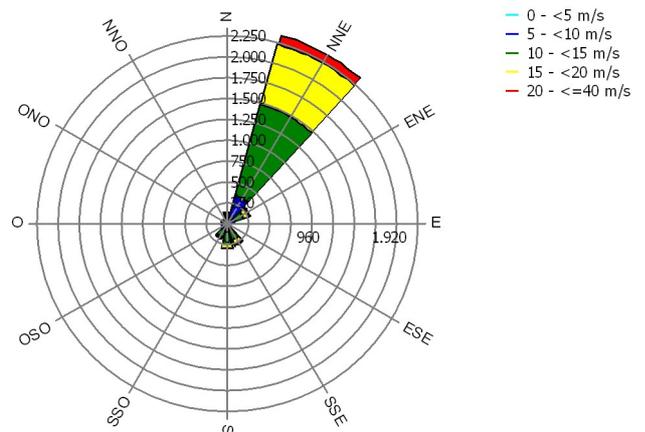
### Parametri Weibull

Settore	Parametro A [m/s]	Velocità del vento [m/s]	Parametro k	Frequenza [%]
0 N	7,30	6,50	1,760	4,6
1 NNE	11,22	9,98	2,771	30,4
2 ENE	6,55	5,88	1,568	10,3
3 E	4,79	4,24	2,034	6,1
4 ESE	5,03	4,55	1,488	3,5
5 SSE	7,83	6,95	1,871	7,6
6 S	7,71	6,83	2,053	9,7
7 SSO	6,52	5,80	1,773	8,7
8 OSO	4,77	4,29	1,552	6,2
9 O	5,28	4,70	1,738	6,4
10 ONO	5,70	5,08	1,687	4,6
11 NNO	3,20	3,14	1,049	2,0
Tutti	7,75	6,91	1,715	100,0

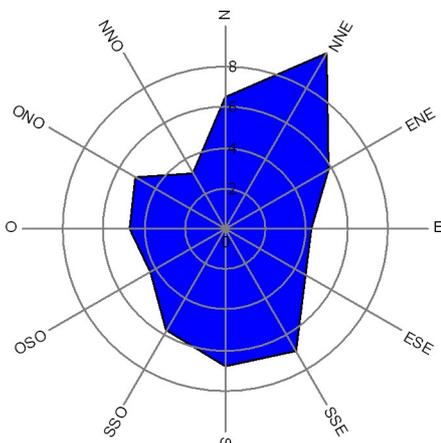
Distribuzione di Weibull



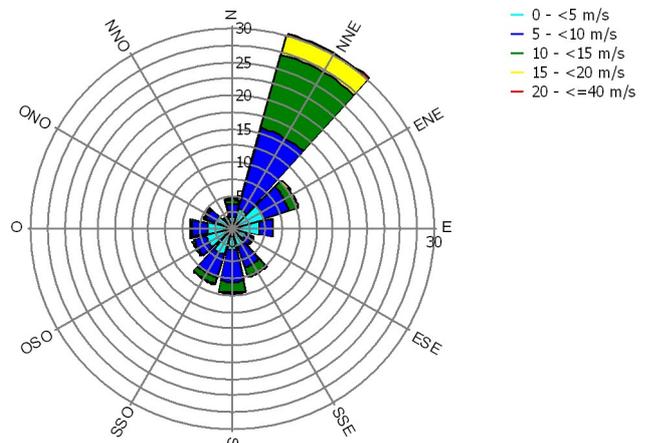
Rosa dell'energia (kWh/m²/Anno)



Velocità media (m/s)



Frequenza (%)



## PARK - Curva di potenza del parco

Calcolo: Poggio del Mulino

Velocità del vento [m/s]	Potenza													
	WTG libere [kW]	WTG in parco [kW]	N [kW]	NNE [kW]	ENE [kW]	E [kW]	ESE [kW]	SSE [kW]	S [kW]	SSO [kW]	OSO [kW]	O [kW]	ONO [kW]	NNO [kW]
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,5	1.165	1.027	1.080	970	1.059	889	1.149	1.165	1.077	974	1.058	877	1.149	1.165
4,5	3.428	3.108	3.226	2.971	3.170	2.823	3.389	3.427	3.218	2.982	3.168	2.812	3.389	3.427
5,5	6.879	6.315	6.522	6.079	6.423	5.795	6.809	6.877	6.507	6.100	6.419	5.780	6.809	6.877
6,5	11.733	10.805	11.148	10.413	10.979	9.963	11.618	11.729	11.124	10.446	10.972	9.938	11.618	11.729
7,5	18.277	16.861	17.385	16.262	17.129	15.580	18.101	18.271	17.348	16.310	17.119	15.542	18.101	18.271
8,5	26.437	24.564	25.261	23.777	24.948	22.795	26.209	26.430	25.215	23.834	24.937	22.749	26.209	26.430
9,5	34.821	32.989	33.690	32.252	33.445	31.014	34.609	34.815	33.652	32.286	33.436	30.977	34.609	34.815
10,5	41.180	40.037	40.492	39.617	40.383	38.552	41.057	41.176	40.475	39.628	40.380	38.546	41.057	41.176
11,5	44.516	44.090	44.266	43.950	44.234	43.448	44.473	44.515	44.262	43.948	44.234	43.457	44.473	44.515
12,5	45.743	45.639	45.681	45.608	45.676	45.473	45.733	45.743	45.681	45.607	45.675	45.475	45.733	45.743
13,5	46.092	46.071	46.079	46.065	46.079	46.039	46.090	46.092	46.079	46.065	46.079	46.041	46.090	46.092
14,5	46.178	46.175	46.176	46.174	46.176	46.169	46.178	46.178	46.176	46.174	46.176	46.169	46.178	46.178
15,5	46.196	46.195	46.195	46.195	46.195	46.194	46.196	46.196	46.195	46.195	46.195	46.194	46.196	46.196
16,5	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200
17,5	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200
18,5	45.908	45.970	45.946	46.003	45.963	45.996	45.916	45.908	45.949	46.002	45.963	45.997	45.916	45.908
19,5	44.094	44.165	44.137	44.193	44.148	44.241	44.102	44.094	44.139	44.191	44.148	44.242	44.102	44.094
20,5	42.280	42.341	42.318	42.366	42.327	42.406	42.287	42.280	42.319	42.364	42.327	42.408	42.287	42.280
21,5	40.466	40.520	40.499	40.542	40.507	40.578	40.472	40.466	40.501	40.540	40.508	40.579	40.472	40.466
22,5	38.652	38.699	38.681	38.718	38.688	38.750	38.658	38.652	38.682	38.717	38.689	38.751	38.658	38.652
23,5	36.960	36.975	36.971	36.976	36.966	37.015	36.961	36.960	36.968	36.977	36.967	37.016	36.961	36.960
24,5	36.960	36.960	36.960	36.960	36.960	36.960	36.960	36.960	36.960	36.960	36.960	36.960	36.960	36.960
25,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### Descrizione:

La curva di potenza del parco è simile alla curva di potenza di una WTG, nel senso che quando una data velocità del vento si manifesta "di fronte al parco" con lo stesso valore nell'intera area del parco eolico (prima dell'effetto del parco stesso), allora la produzione complessiva può essere espressa dalla curva di potenza del parco. In altre parole: la curva di potenza del parco include le perdite di scia, ma NON include le variazioni della velocità del vento dovute al terreno entro l'area del parco.

Misurare la curva di potenza di un parco eolico non è semplice come misurare quella di una WTG, a causa del fatto che la prima dipende dalla direzione del vento e che una data velocità del vento normalmente non si manifesta contemporaneamente sull'intera area del parco (solo in terreni molto piani). Questa versione della curva di potenza del parco non andrebbe dunque utilizzata per validazioni basate su misurazioni. Ciò richiederebbe almeno 2 masts su due lati del parco, a meno che non vengano testati solo alcuni settori, e un terreno non complesso (tipicamente, offshore). Per terreni complessi è disponibile un'altra versione della curva di potenza del parco.

### La curva di potenza del parco può essere usata per:

1. Sistemi di previsione, basati su più dati di vento approssimativi; la curva di potenza del parco sarebbe un modo efficace di ottenere il legame tra la velocità (e la direzione) del vento e la potenza.
2. Costruzione delle curve di durata, che descrivono quanto spesso un dato output di potenza si presenta. La curva di potenza del parco può essere usata insieme con la distribuzione media del vento sull'area del parco eolico all'altezza del mozzo. Tale distribuzione può eventualmente essere ottenuta dai parametri Weibull per ogni posizione delle WTG. Questi si trovano nel menu di stampa "Risultato su file", in "Risultato del Parco", che può essere salvato su file o copiato e incollato in Excel.
3. Calcolo dell'Indice di Vento basato sulla produzione del parco (v. sotto).
4. Stima della produzione attesa di una centrale eolica esistente sulla base di misure in almeno due siti ai lati della centrale. I masts vanno usati per ottenere la velocità del vento imperturbato. Questa è usata nella simulazione della produzione con la curva di potenza del parco. Questa procedura è adatta solo a terreni non complessi. Per terreni complessi è disponibile un altro calcolo della curva di potenza del parco (modello PPV).

### Nota:

Nel menu " Risultato su file" è disponibile anche l'opzione " Velocità del vento entro il parco eolico" . Essa può essere utilizzata per estrarre (e.g. con Excel) le perdite indotte dalle scie sulla velocità del vento misurata.

Progetto:

**Eol.24 Poggio Del Mulino**

Utente autorizzato:

**New Developments Srl**

Piazza Europa n.14

IT-87100 Cosenza

3290176555

Diego / diego.debenedittis@newdevelopments.eu

Redatto il:

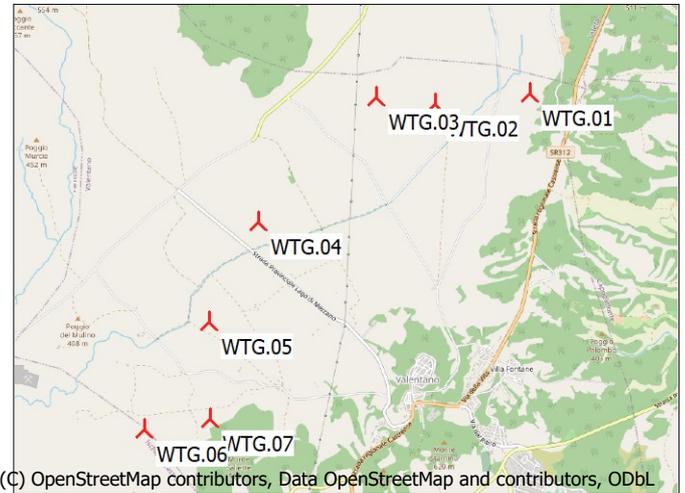
19/05/2023 17:07/3.6.366

## PARK - Distanze tra le WTG

Calcolo: Poggio del Mulino

### Distanze tra le WTG

	Z	WTG più vicina	Z	Distanza orizzontale	Distanza in Diametri Rotore
	[m]		[m]	[m]	
WTG.01	415,2	WTG.02	406,4	939	5,5
WTG.02	406,4	WTG.03	407,9	590	3,5
WTG.03	407,9	WTG.02	406,4	590	3,5
WTG.04	400,0	WTG.05	393,9	1.105	6,5
WTG.05	393,9	WTG.07	411,1	962	5,7
WTG.06	410,0	WTG.07	411,1	660	3,9
WTG.07	411,1	WTG.06	410,0	660	3,9
<b>Min</b>	<b>393,9</b>	<b>WTG.05</b>	<b>393,9</b>	<b>590</b>	<b>3,5</b>
<b>Max</b>	<b>415,2</b>	<b>WTG.01</b>	<b>411,1</b>	<b>1.105</b>	<b>6,5</b>



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

Scala 1:75.000

🚧 Nuova WTG

Progetto:

**Eol.24 Poggio Del Mulino**

Utente autorizzato:

**New Developments Srl**

Piazza Europa n.14

IT-87100 Cosenza

3290176555

Diego / diego.debenedittis@newdevelopments.eu

Redatto il:

19/05/2023 17:07/3.6.366

## PARK - Mappa

Calcolo: Poggio del Mulino



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

0 500 1000 1500 2000 m

Mappa: EMD OpenStreetMap , Scala di stampa 1:40.000, Centro mappa UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Est: 238.135 Nord: 4.718.671



Nuova WTG



Aree WTG

## PARK - Analisi dei Dati di vento

**Calcolo:** Poggio del Mulino **Dati di vento:** A - Resource file(s); Altezza mozzo: 115,0

### Coordinate del sito

UTM (north)-WGS84 Zone: 33

Est: 238.582 Nord: 4.720.610

WTG.03 - Siemens Gamesa ND SG 6.6-170 6600 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (8)

### File RSF

\\nd-nas\ND\_DATI\WindPro\_simulazioni\Projects\EOL 24 POGGIO DEL MULINO\EMD-GASP\_42,5797\_11,8111\_20\_20\_0.\_calibrated\_\_200,0m.site res

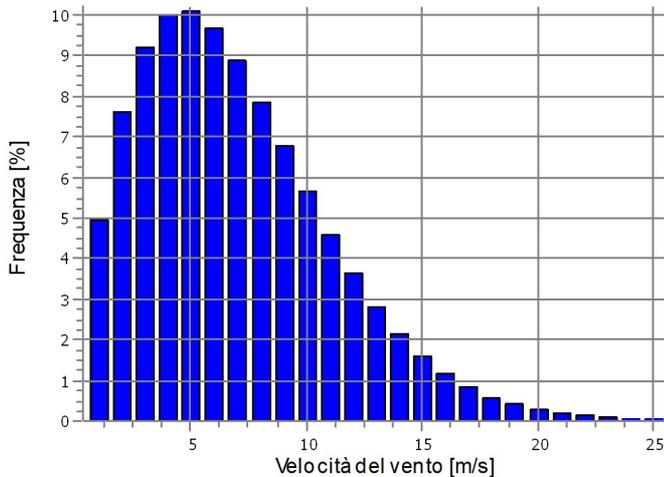
\\nd-nas\ND\_DATI\WindPro\_simulazioni\Projects\EOL 24 POGGIO DEL MULINO\EMD-GASP\_42,5797\_11,8111\_20\_20\_0.\_calibrated\_\_150,0m.site res

\\nd-nas\ND\_DATI\WindPro\_simulazioni\Projects\EOL 24 POGGIO DEL MULINO\EMD-GASP\_42,5797\_11,8111\_20\_20\_0.\_calibrated\_\_100,0m.site res

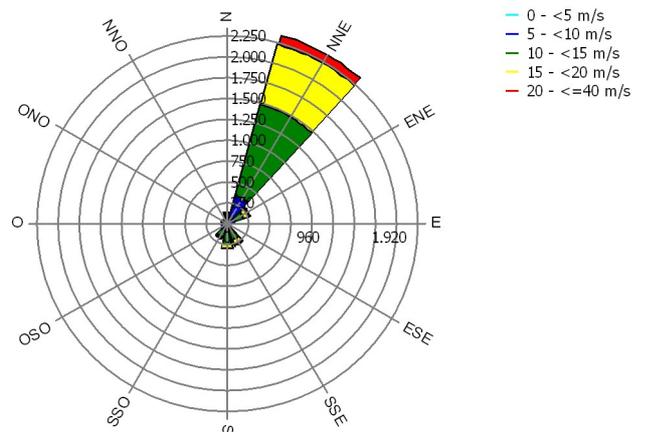
### Parametri Weibull

Settore	Parametro A [m/s]	Velocità del vento [m/s]	Parametro k	Frequenza [%]
0 N	7,30	6,50	1,760	4,6
1 NNE	11,22	9,98	2,771	30,4
2 ENE	6,55	5,88	1,568	10,3
3 E	4,79	4,24	2,034	6,1
4 ESE	5,03	4,55	1,488	3,5
5 SSE	7,83	6,95	1,871	7,6
6 S	7,71	6,83	2,053	9,7
7 SSO	6,52	5,80	1,773	8,7
8 OSO	4,77	4,29	1,552	6,2
9 O	5,28	4,70	1,738	6,4
10 ONO	5,70	5,08	1,687	4,6
11 NNO	3,20	3,14	1,049	2,0
Tutti	7,75	6,91	1,715	100,0

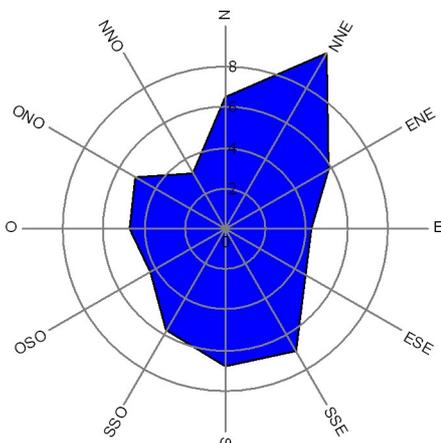
Distribuzione di Weibull



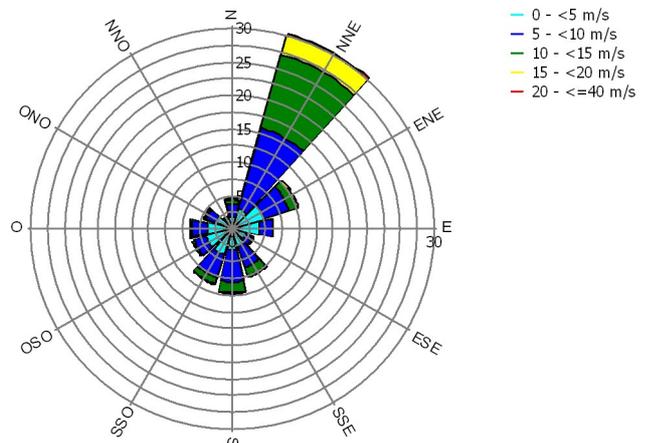
Rosa dell'energia (kWh/m²/Anno)



Velocità media (m/s)



Frequenza (%)



## PARK - Analisi dei Dati di vento

**Calcolo:** Poggio del Mulino **Dati di vento:** A - Resource file(s); Altezza mozzo: 115,0

### Coordinate del sito

UTM (north)-WGS84 Zone: 33

Est: 236.169 Nord: 4.717.403

WTG.06 - Siemens Gamesa ND SG 6.6-170 6600 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (9)

### File RSF

\\nd-nas\ND\_DATI\WindPro\_simulazioni\Projects\EOL 24 POGGIO DEL MULINO\EMD-GASP\_42,5797\_11,8111\_20\_20\_0.\_calibrated\_\_200,0m.site res

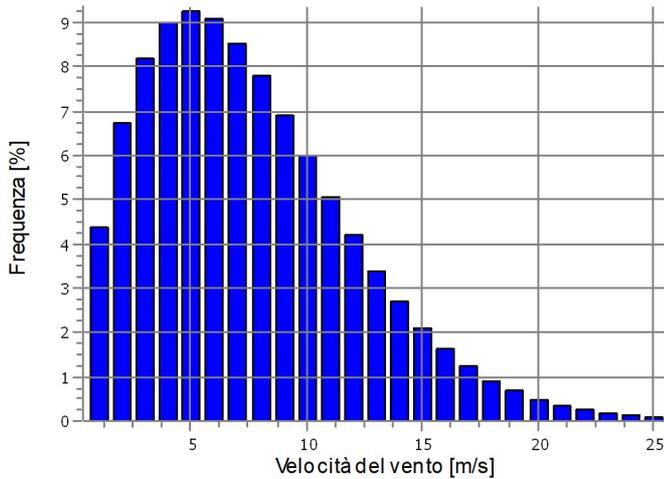
\\nd-nas\ND\_DATI\WindPro\_simulazioni\Projects\EOL 24 POGGIO DEL MULINO\EMD-GASP\_42,5797\_11,8111\_20\_20\_0.\_calibrated\_\_150,0m.site res

\\nd-nas\ND\_DATI\WindPro\_simulazioni\Projects\EOL 24 POGGIO DEL MULINO\EMD-GASP\_42,5797\_11,8111\_20\_20\_0.\_calibrated\_\_100,0m.site res

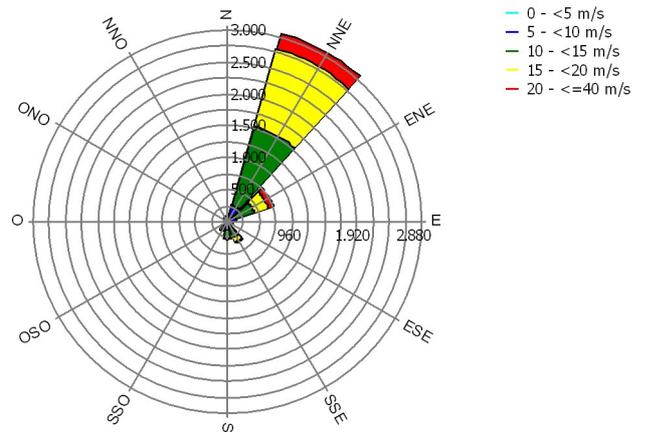
### Parametri Weibull

Settore	Parametro A [m/s]	Velocità del vento [m/s]	Parametro k	Frequenza [%]
0 N	6,59	6,00	1,411	2,5
1 NNE	12,78	11,44	3,145	28,2
2 ENE	9,33	8,27	1,971	12,9
3 E	6,09	5,40	2,214	5,1
4 ESE	6,50	5,79	1,757	3,6
5 SSE	8,63	7,64	2,093	8,3
6 S	7,38	6,53	2,111	9,8
7 SSO	6,03	5,38	1,693	9,0
8 OSO	4,36	3,95	1,456	6,3
9 O	4,58	4,12	1,528	6,4
10 ONO	5,26	4,70	1,656	5,4
11 NNO	3,56	3,36	1,196	2,6
Tutti	8,45	7,54	1,703	100,0

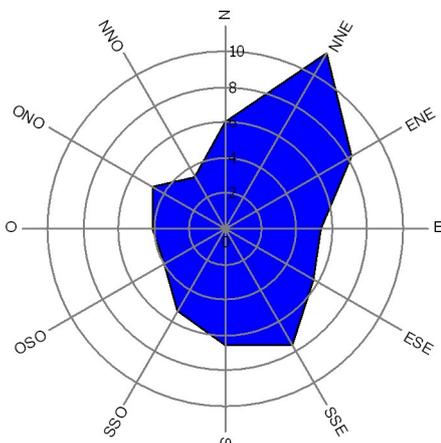
Distribuzione di Weibull



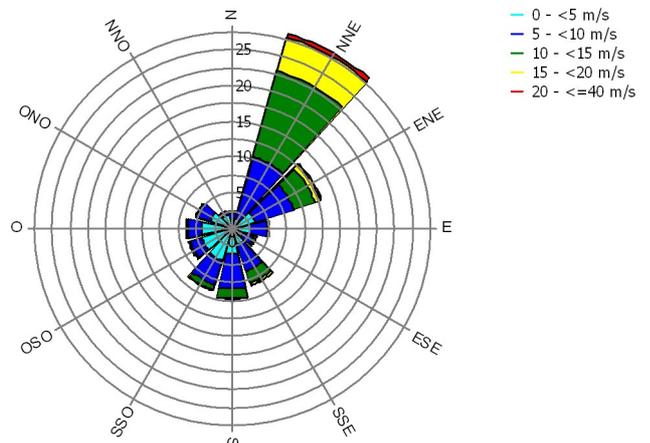
Rosa dell'energia (kWh/m²/Anno)



Velocità media (m/s)



Frequenza (%)



## PARK - Analisi dei Dati di vento

**Calcolo:** Poggio del Mulino **Dati di vento:** A - Resource file(s); Altezza mozzo: 115,0

### Coordinate del sito

UTM (north)-WGS84 Zone: 33

Est: 236.824 Nord: 4.717.482

WTG.07 - Siemens Gamesa ND SG 6.6-170 6600 170.0 !O! hub: 115,0 m

(TOT: 200,0 m) (10)

### File RSF

\\nd-nas\ND\_DATI\WindPro\_simulazioni\Projects\EOL 24 POGGIO DEL MULINO\EMD-GASP\_42,5797\_11,8111\_20\_20\_0.\_calibrated\_\_200,0m.site res

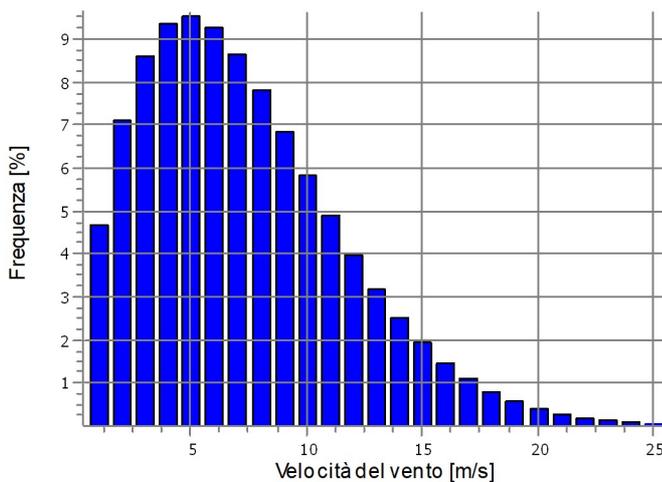
\\nd-nas\ND\_DATI\WindPro\_simulazioni\Projects\EOL 24 POGGIO DEL MULINO\EMD-GASP\_42,5797\_11,8111\_20\_20\_0.\_calibrated\_\_150,0m.site res

\\nd-nas\ND\_DATI\WindPro\_simulazioni\Projects\EOL 24 POGGIO DEL MULINO\EMD-GASP\_42,5797\_11,8111\_20\_20\_0.\_calibrated\_\_100,0m.site res

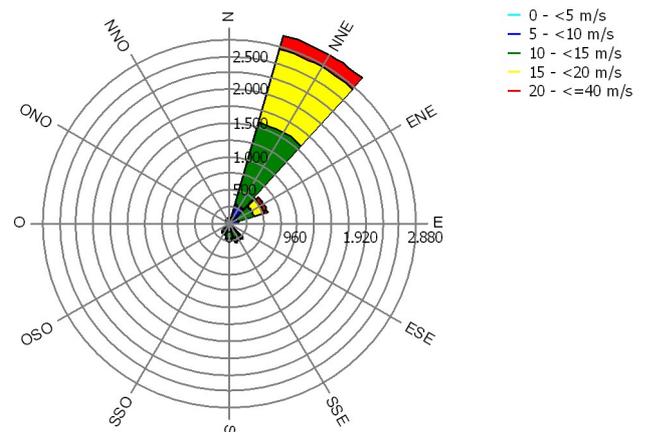
### Parametri Weibull

Settore	Parametro A [m/s]	Velocità del vento [m/s]	Parametro k	Frequenza [%]
0 N	6,58	5,96	1,462	2,7
1 NNE	12,39	11,07	3,045	29,2
2 ENE	8,49	7,54	1,858	12,5
3 E	5,62	4,98	2,150	5,0
4 ESE	5,90	5,26	1,720	3,4
5 SSE	8,12	7,19	2,080	8,0
6 S	7,29	6,45	2,099	9,8
7 SSO	6,06	5,41	1,696	9,2
8 OSO	4,47	4,03	1,506	6,4
9 O	4,65	4,17	1,576	6,3
10 ONO	5,16	4,61	1,649	5,2
11 NNO	3,38	3,21	1,164	2,4
Tutti	8,18	7,30	1,696	100,0

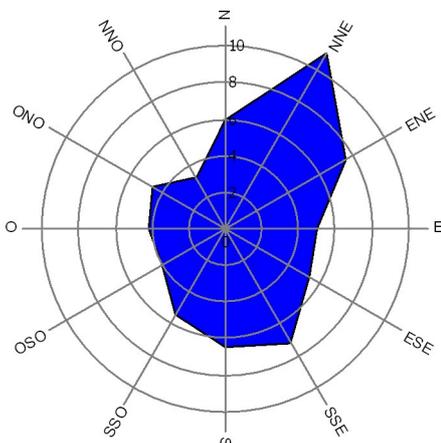
Distribuzione di Weibull



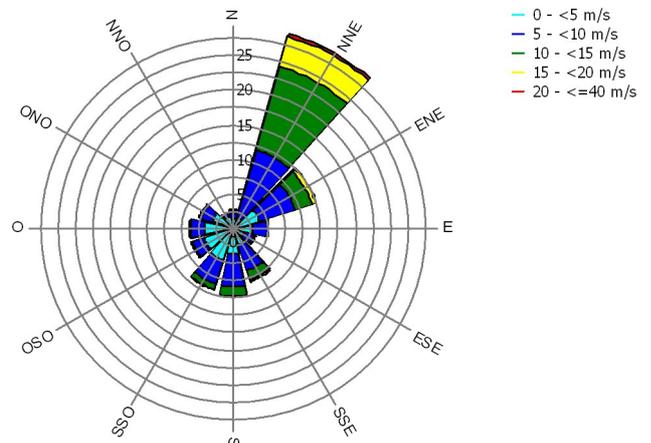
Rosa dell'energia (kWh/m²/Anno)



Velocità media (m/s)



Frequenza (%)



## PARK - Analisi della curva di potenza

**Calcolo:** Poggio del Mulino **WTG:** WTG.03 - Siemens Gamesa ND SG 6.6-170 6600 170.0 !O!, Altezza mozzo: 115,0 m

**Nome:** (AM 0, 6.6MW) - 1.225 kg/m<sup>3</sup>

**Fonte:** SGRE

Data fonte	Creata da	Creato	Modificato	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m <sup>2</sup>
29/08/2021	USER	11/02/2020	29/08/2021	25,0	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,29
D2850368-001 SGRE ON SG 6.6-170 Standard Ct and Power Curve Rev.0 Mode AM 0 - Air Density.pdf								

### Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	11.445	17.316	22.937	27.907	32.074	35.390
Siemens Gamesa ND SG 6.6-170 6600 170.0 !O! (AM 0, 6.6MW) - 1.225 kg/m <sup>3</sup>	[MWh]	11.609	17.473	23.049	27.920	31.913	34.975
Valore di controllo	[%]	-1	-1	0	0	1	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m<sup>2</sup>), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.

Per ulteriori dettagli, consultare la relazione di progetto n. 51171/00-0016 dell'Agenzia Danese per l'Energia, o il manuale di windPRO.

Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.

Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

### Curva di potenza

Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m<sup>3</sup>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Cp	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	89,0	0,24	3,0	0,95
3,5	178,0	0,30	3,5	0,88
4,0	328,0	0,37	4,0	0,85
4,5	522,0	0,41	4,5	0,83
5,0	758,0	0,44	5,0	0,82
5,5	1.040,0	0,45	5,5	0,83
6,0	1.376,0	0,46	6,0	0,83
6,5	1.771,0	0,46	6,5	0,84
7,0	2.230,0	0,47	7,0	0,84
7,5	2.757,0	0,47	7,5	0,84
8,0	3.346,0	0,47	8,0	0,83
8,5	3.974,0	0,47	8,5	0,80
9,0	4.600,0	0,45	9,0	0,77
9,5	5.177,0	0,43	9,5	0,71
10,0	5.660,0	0,41	10,0	0,65
10,5	6.024,0	0,37	10,5	0,58
11,0	6.272,0	0,34	11,0	0,51
11,5	6.424,0	0,30	11,5	0,44
12,0	6.510,0	0,27	12,0	0,38
12,5	6.556,0	0,24	12,5	0,34
13,0	6.579,0	0,22	13,0	0,29
13,5	6.590,0	0,19	13,5	0,26
14,0	6.596,0	0,17	14,0	0,23
14,5	6.598,0	0,16	14,5	0,21
15,0	6.599,0	0,14	15,0	0,19
15,5	6.600,0	0,13	15,5	0,17
16,0	6.600,0	0,12	16,0	0,16
16,5	6.600,0	0,11	16,5	0,14
17,0	6.600,0	0,10	17,0	0,13
17,5	6.600,0	0,09	17,5	0,12
18,0	6.600,0	0,08	18,0	0,12
18,5	6.468,0	0,07	18,5	0,10
19,0	6.336,0	0,07	19,0	0,09
19,5	6.204,0	0,06	19,5	0,08
20,0	6.072,0	0,05	20,0	0,07
20,5	5.940,0	0,05	20,5	0,07
21,0	5.808,0	0,05	21,0	0,06
21,5	5.676,0	0,04	21,5	0,06
22,0	5.544,0	0,04	22,0	0,05
22,5	5.412,0	0,03	22,5	0,05
23,0	5.280,0	0,03	23,0	0,04

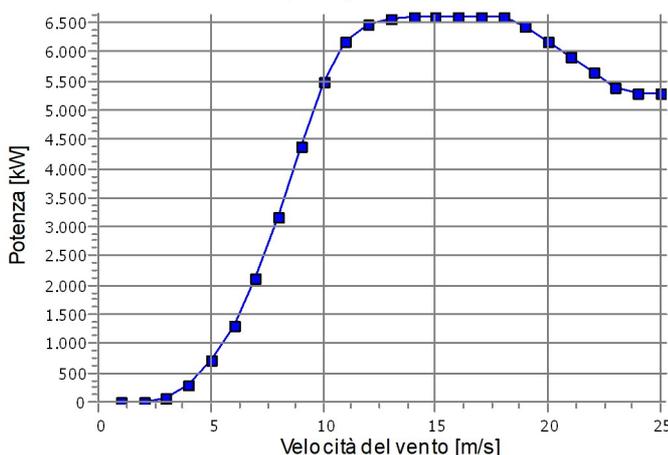
### Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,158 kg/m<sup>3</sup> Metodo IEC 61400-12 (raccomandato solo per piccole correzioni, e.g. <5%)

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Cp	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	79,1	0,22	2,50- 3,50	68,6	68,6	0,3
4,0	305,8	0,36	3,50- 4,50	273,9	342,5	1,6
5,0	714,3	0,43	4,50- 5,50	602,7	945,2	4,4
6,0	1.301,3	0,46	5,50- 6,50	1.027,9	1.973,2	9,1
7,0	2.111,0	0,47	6,50- 7,50	1.522,2	3.495,4	16,1
8,0	3.171,4	0,47	7,50- 8,50	2.040,6	5.535,9	25,6
9,0	4.391,3	0,46	8,50- 9,50	2.473,0	8.008,9	37,0
10,0	5.481,1	0,42	9,50-10,50	2.666,6	10.675,5	49,3
11,0	6.170,9	0,35	10,50-11,50	2.556,1	13.231,6	61,1
12,0	6.471,8	0,28	11,50-12,50	2.225,6	15.457,2	71,4
13,0	6.567,9	0,23	12,50-13,50	1.811,2	17.268,4	79,7
14,0	6.592,9	0,18	13,50-14,50	1.402,3	18.670,7	86,2
15,0	6.598,4	0,15	14,50-15,50	1.038,4	19.709,1	91,0
16,0	6.600,0	0,12	15,50-16,50	735,0	20.444,1	94,4
17,0	6.600,0	0,10	16,50-17,50	496,2	20.940,3	96,7
18,0	6.600,0	0,09	17,50-18,50	318,1	21.258,4	98,1
19,0	6.428,9	0,07	18,50-19,50	190,7	21.449,1	99,0
20,0	6.169,8	0,06	19,50-20,50	106,2	21.555,3	99,5
21,0	5.910,7	0,05	20,50-21,50	56,2	21.611,5	99,8
22,0	5.651,6	0,04	21,50-22,50	28,2	21.639,7	99,9
23,0	5.392,5	0,03	22,50-23,50	13,6	21.653,3	100,0
24,0	5.280,0	0,03	23,50-24,50	6,4	21.659,7	100,0
25,0	5.280,0	0,03	24,50-25,50	2,1	21.661,8	100,0

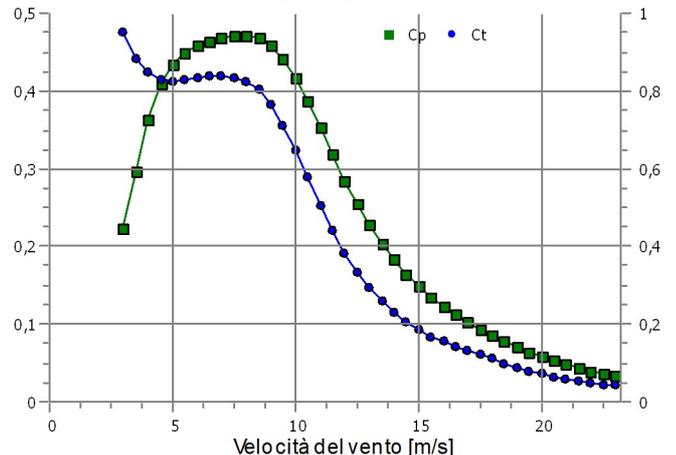
Curva di potenza

Per una densità dell'aria: 1,158 kg/m<sup>3</sup> e dati climatici di riferimento



Curve Cp e Ct

Per una densità dell'aria: 1,158 kg/m<sup>3</sup> e dati climatici di riferimento

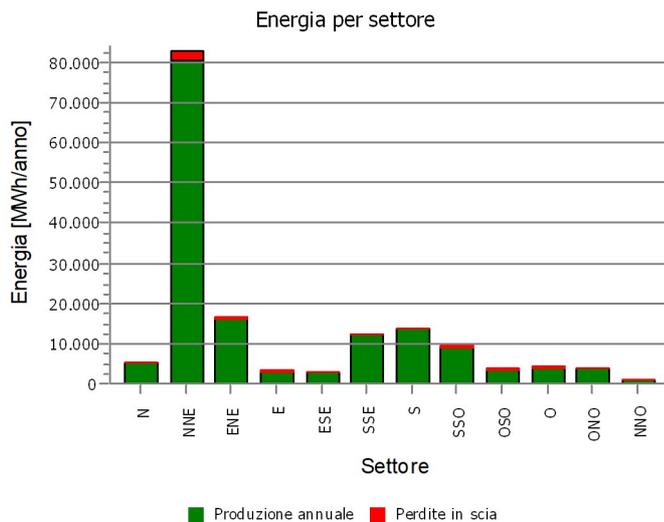


## PARK - Analisi della produzione

**Calcolo:** Poggio del Mulino **WTG:** Tutte le WTG nuove, densità dell'aria variabile con la posizione della WTG: 1,157 kg/m<sup>3</sup> - 1,160 kg/m<sup>3</sup>

### Analisi direzionale

Settore		0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSO	8 OSO	9 O	10 ONO	11 NNO	Totale
Energia basata sulla rugosità	[MWh]	5.187,0	82.728,5	16.717,2	3.368,8	2.802,7	12.376,8	13.913,2	9.428,6	3.576,5	4.103,7	3.884,5	866,3	158.954,0
-Perdite dovute alle scie	[MWh]	79,3	2.349,5	545,9	451,8	16,0	1,9	394,3	646,5	166,6	495,6	25,2	0,2	5.172,9
<b>Energia risultante</b>	<b>[MWh]</b>	<b>5.107,8</b>	<b>80.379,0</b>	<b>16.171,3</b>	<b>2.917,0</b>	<b>2.786,7</b>	<b>12.374,8</b>	<b>13.518,9</b>	<b>8.782,1</b>	<b>3.409,9</b>	<b>3.608,1</b>	<b>3.859,3</b>	<b>866,1</b>	<b>153.781,1</b>
Energia specifica	[kWh/m <sup>2</sup> ]													968
Energia specifica	[kWh/kW]													3.329
Perdite dovute alle scie	[%]	1,5	2,8	3,3	13,4	0,6	0,0	2,8	6,9	4,7	12,1	0,6	0,0	3,25
Utilizzazione	[%]	26,9	20,8	23,9	36,2	33,9	28,1	31,8	31,0	35,5	33,7	35,9	31,4	24,1
Tempo di operatività	[Ore/anno]	307	2.362	901	454	275	616	773	705	496	505	384	174	7.952
Ore equivalenti	[Ore/anno]	111	1.740	350	63	60	268	293	190	74	78	84	19	3.329



## PARK - Curva di potenza del parco

Calcolo: Poggio del Mulino

Velocità del vento [m/s]	Potenza													
	WTG libere [kW]	WTG in parco [kW]	N [kW]	NNE [kW]	ENE [kW]	E [kW]	ESE [kW]	SSE [kW]	S [kW]	SSO [kW]	OSO [kW]	O [kW]	ONO [kW]	NNO [kW]
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,5	1.165	1.027	1.080	970	1.059	889	1.149	1.165	1.077	974	1.058	877	1.149	1.165
4,5	3.428	3.108	3.226	2.971	3.170	2.823	3.389	3.427	3.218	2.982	3.168	2.812	3.389	3.427
5,5	6.879	6.315	6.522	6.079	6.423	5.795	6.809	6.877	6.507	6.100	6.419	5.780	6.809	6.877
6,5	11.733	10.805	11.148	10.413	10.979	9.963	11.618	11.729	11.124	10.446	10.972	9.938	11.618	11.729
7,5	18.277	16.861	17.385	16.262	17.129	15.580	18.101	18.271	17.348	16.310	17.119	15.542	18.101	18.271
8,5	26.437	24.564	25.261	23.777	24.948	22.795	26.209	26.430	25.215	23.834	24.937	22.749	26.209	26.430
9,5	34.821	32.989	33.690	32.252	33.445	31.014	34.609	34.815	33.652	32.286	33.436	30.977	34.609	34.815
10,5	41.180	40.037	40.492	39.617	40.383	38.552	41.057	41.176	40.475	39.628	40.380	38.546	41.057	41.176
11,5	44.516	44.090	44.266	43.950	44.234	43.448	44.473	44.515	44.262	43.948	44.234	43.457	44.473	44.515
12,5	45.743	45.639	45.681	45.608	45.676	45.473	45.733	45.743	45.681	45.607	45.675	45.475	45.733	45.743
13,5	46.092	46.071	46.079	46.065	46.079	46.039	46.090	46.092	46.079	46.065	46.079	46.041	46.090	46.092
14,5	46.178	46.175	46.176	46.174	46.176	46.169	46.178	46.178	46.176	46.174	46.176	46.169	46.178	46.178
15,5	46.196	46.195	46.195	46.195	46.195	46.194	46.196	46.196	46.195	46.195	46.195	46.194	46.196	46.196
16,5	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200
17,5	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200
18,5	45.908	45.970	45.946	46.003	45.963	45.996	45.916	45.908	45.949	46.002	45.963	45.997	45.916	45.908
19,5	44.094	44.165	44.137	44.193	44.148	44.241	44.102	44.094	44.139	44.191	44.148	44.242	44.102	44.094
20,5	42.280	42.341	42.318	42.366	42.327	42.406	42.287	42.280	42.319	42.364	42.327	42.408	42.287	42.280
21,5	40.466	40.520	40.499	40.542	40.507	40.578	40.472	40.466	40.501	40.540	40.508	40.579	40.472	40.466
22,5	38.652	38.699	38.681	38.718	38.688	38.750	38.658	38.652	38.682	38.717	38.689	38.751	38.658	38.652
23,5	36.960	36.975	36.971	36.976	36.966	37.015	36.961	36.960	36.968	36.977	36.967	37.016	36.961	36.960
24,5	36.960	36.960	36.960	36.960	36.960	36.960	36.960	36.960	36.960	36.960	36.960	36.960	36.960	36.960
25,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### Descrizione:

La curva di potenza del parco è simile alla curva di potenza di una WTG, nel senso che quando una data velocità del vento si manifesta "di fronte al parco" con lo stesso valore nell'intera area del parco eolico (prima dell'effetto del parco stesso), allora la produzione complessiva può essere espressa dalla curva di potenza del parco. In altre parole: la curva di potenza del parco include le perdite di scia, ma NON include le variazioni della velocità del vento dovute al terreno entro l'area del parco.

Misurare la curva di potenza di un parco eolico non è semplice come misurare quella di una WTG, a causa del fatto che la prima dipende dalla direzione del vento e che una data velocità del vento normalmente non si manifesta contemporaneamente sull'intera area del parco (solo in terreni molto piani). Questa versione della curva di potenza del parco non andrebbe dunque utilizzata per validazioni basate su misurazioni. Ciò richiederebbe almeno 2 masts su due lati del parco, a meno che non vengano testati solo alcuni settori, e un terreno non complesso (tipicamente, offshore). Per terreni complessi è disponibile un'altra versione della curva di potenza del parco.

### La curva di potenza del parco può essere usata per:

1. Sistemi di previsione, basati su più dati di vento approssimativi; la curva di potenza del parco sarebbe un modo efficace di ottenere il legame tra la velocità (e la direzione) del vento e la potenza.
2. Costruzione delle curve di durata, che descrivono quanto spesso un dato output di potenza si presenta. La curva di potenza del parco può essere usata insieme con la distribuzione media del vento sull'area del parco eolico all'altezza del mozzo. Tale distribuzione può eventualmente essere ottenuta dai parametri Weibull per ogni posizione delle WTG. Questi si trovano nel menu di stampa "Risultato su file", in "Risultato del Parco", che può essere salvato su file o copiato e incollato in Excel.
3. Calcolo dell'Indice di Vento basato sulla produzione del parco (v. sotto).
4. Stima della produzione attesa di una centrale eolica esistente sulla base di misure in almeno due siti ai lati della centrale. I masts vanno usati per ottenere la velocità del vento imperturbato. Questa è usata nella simulazione della produzione con la curva di potenza del parco. Questa procedura è adatta solo a terreni non complessi. Per terreni complessi è disponibile un altro calcolo della curva di potenza del parco (modello PPV).

### Nota:

Nel menu " Risultato su file" è disponibile anche l'opzione " Velocità del vento entro il parco eolico" . Essa può essere utilizzata per estrarre (e.g. con Excel) le perdite indotte dalle scie sulla velocità del vento misurata.

Progetto:

**Eol.24 Poggio Del Mulino**

Utente autorizzato:

**New Developments Srl**

Piazza Europa n.14

IT-87100 Cosenza

3290176555

Diego / diego.debenedittis@newdevelopments.eu

Redatto il:

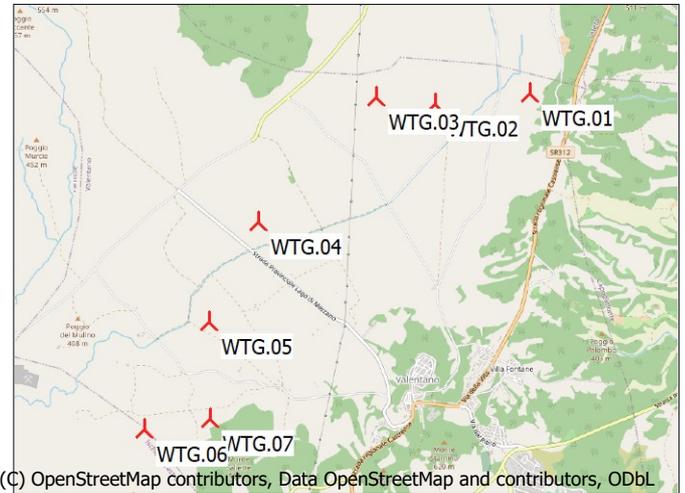
19/05/2023 17:07/3.6.366

## PARK - Distanze tra le WTG

Calcolo: Poggio del Mulino

### Distanze tra le WTG

	Z	WTG più vicina	Z	Distanza orizzontale	Distanza in Diametri Rotore
	[m]		[m]	[m]	
WTG.01	415,2	WTG.02	406,4	939	5,5
WTG.02	406,4	WTG.03	407,9	590	3,5
WTG.03	407,9	WTG.02	406,4	590	3,5
WTG.04	400,0	WTG.05	393,9	1.105	6,5
WTG.05	393,9	WTG.07	411,1	962	5,7
WTG.06	410,0	WTG.07	411,1	660	3,9
WTG.07	411,1	WTG.06	410,0	660	3,9
<b>Min</b>	<b>393,9</b>	<b>WTG.05</b>	<b>393,9</b>	<b>590</b>	<b>3,5</b>
<b>Max</b>	<b>415,2</b>	<b>WTG.01</b>	<b>411,1</b>	<b>1.105</b>	<b>6,5</b>



Scala 1:75.000

 Nuova WTG

Progetto:

**Eol.24 Poggio Del Mulino**

Utente autorizzato:

**New Developments Srl**

Piazza Europa n.14

IT-87100 Cosenza

3290176555

Diego / diego.debenedittis@newdevelopments.eu

Redatto il:

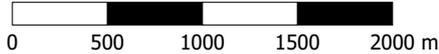
19/05/2023 17:07/3.6.366

## PARK - Mappa

Calcolo: Poggio del Mulino



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL



Mappa: EMD OpenStreetMap , Scala di stampa 1:40.000, Centro mappa UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Est: 238.135 Nord: 4.718.671

🏠 Nuova WTG

🟡 Area WTG