

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO E  
DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN  
POTENZA NOMINALE 70MW**

REGIONE BASILICATA  	PROVINCIA di MATERA  	COMUNE di MONTESCAGLIOSO  
		COMUNE di POMARICO  
		Località "Contrada Inforcata"

Scala:	Formato Stampa:	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>
-	A4	
RELAZIONE		
<b>A5</b>	RELAZIONE ANEMOLOGICA	

**Progettazione:**



**R.S.V. Design Studio S.r.l.**  
 Piazza Carmine, 5 | 84077 Torre Orsaia (SA)  
 P.IVA 05885970656  
 Tel./fax: +39 0974 985490 | e-mail: info@rsv-ds.it

**Legale Rappresentante:**

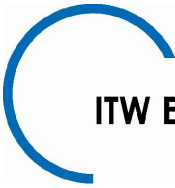
**Geom. Savino Leonzio**





**R.S.V. Design Studio S.r.l.**  
 Piazza Carmine 5/a  
 84077 - Torre Orsaia (SA)  
 P. IVA : 05885970656  
 PEC : rsv.sd@pec.it


**Committenza:**





**ITW EMME**  
 ITW EMME S.r.l.  
 Via del Gallitello, 89  
 85100 Potenza (PZ)  
 P.IVA 2082780764

**Responsabili Progetto:**

**Ing. Vassalli Quirino**



**Ing. Speranza Carmine Antonio**

Catalogazione Elaborato	ITW_MTS_A5_RELAZIONE ANEMOLOGICA.pdf
	ITW_MTS_A5_RELAZIONE ANEMOLOGICA.doc

Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Settembre 2020	Prima emissione	FS	QV/AS	RSV

## SOMMARIO

PREMESSA .....	2
A  DESCRIZIONE DEL SITO .....	3
I. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E PROGETTUALE .....	3
C  CARATTERIZZAZIONE ANEMOLOGICA DELL'AREA DI PROGETTO.....	7
D  PRODUCIBILITÀ DEL PARCO.....	12
I. PRODUCIBILITÀ LORDA .....	12
II. PRODUCIBILITÀ ATTESA AL NETTO DELLE PERDITE .....	14
E  VERIFICA CONFORMITÀ PIEAR BASILICATA .....	16
F  CONCLUSIONI .....	19

## 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 12 aerogeneratori e le relative opere di connessione alla RTN da realizzarsi in località "Contrada Inforcata" nei comuni di Montescaglioso e di Pomarico in provincia di Matera, della Regione Basilicata.

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 Montescaglioso e Pomarico (MT), è costituito da 12 aerogeneratori della potenza individuale nominale di circa 5.8 MW per una potenza totale complessiva di circa 70 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 Montescaglioso e Pomarico (MT), alla località "Contrada Inforcata"; essa presenta una variabilità topografica e altimetrica abbastanza omogenea attestandosi su circa 300 m slm.

La zona prevista per la realizzazione del parco eolico è situata a circa 2,8 km, in direzione S-E, dal centro abitato di Pomarico, e a circa 7 Km in direzione S-O dal centro abitato di Montescaglioso.

L'impianto di progetto è costituito da 12 aerogeneratori modello Vestas V162 della potenza nominale approssimativa di 5.8 MW per una potenza totale complessiva di circa 70 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.

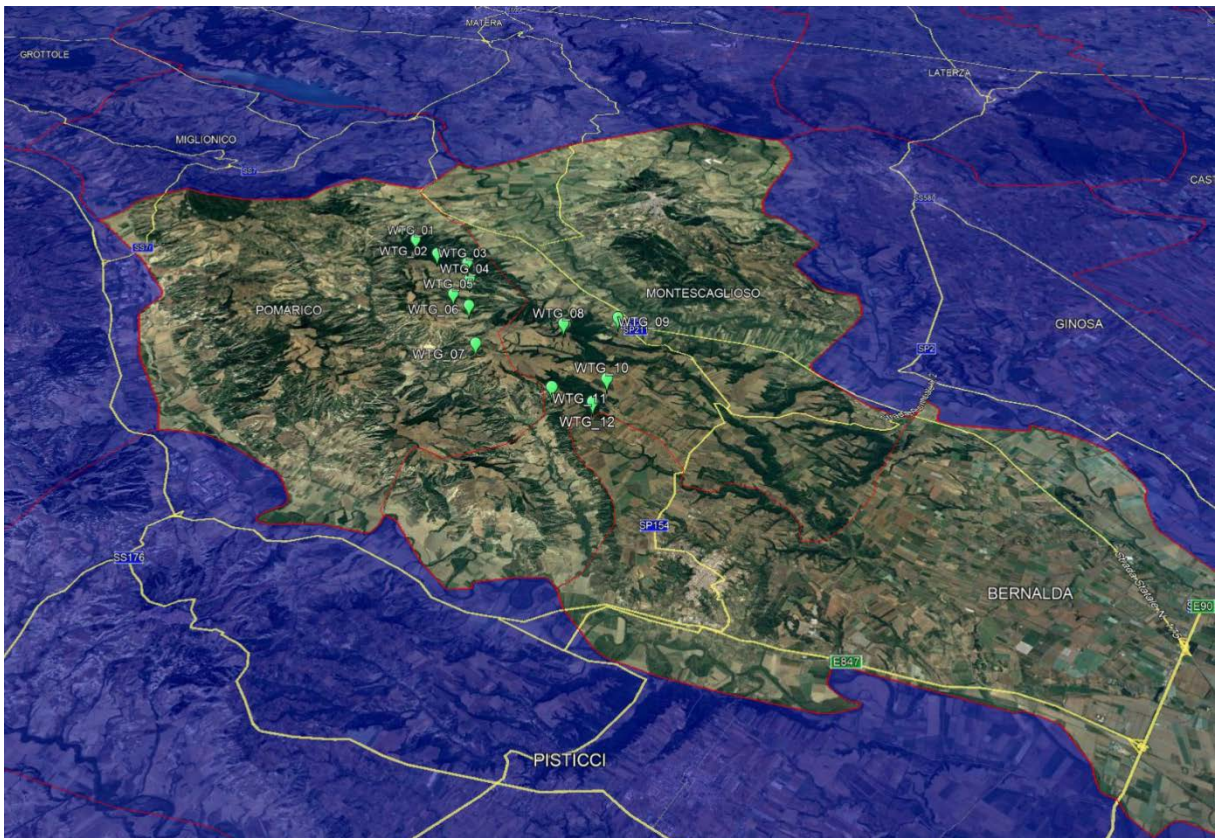


Figura 1: inquadramento territoriale su ortofoto - fonte Google Earth

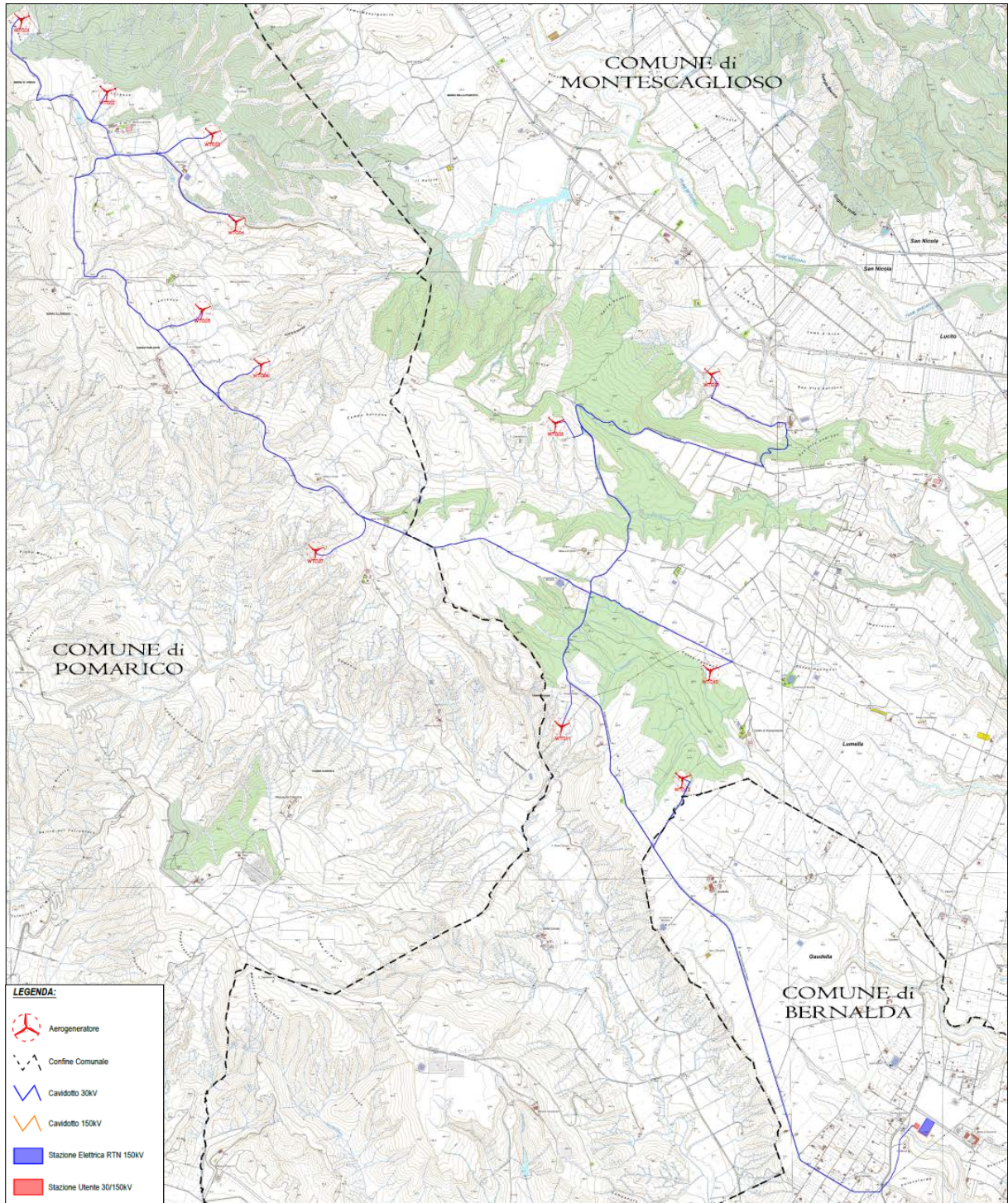


Figura 2: inquadramento territoriale su CTR - fonte RSDI Regione Basilicata

□ . . . □ . . . □ . . . □

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	634.312	4.486.725
WTG02	635.092	4.486.064
WTG03	636.050	4.485.682
WTG04	636.267	4.484.885
WTG05	635.958	4.484.081
WTG06	636.494	4.483.583
WTG07	636.991	4.481.890
WTG08	639.175	4.483.050
WTG09	640.595	4.483.494
WTG10	640.582	4.480.798
WTG11	639.228	4.480.290
WTG12	640.331	4.479.816

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.

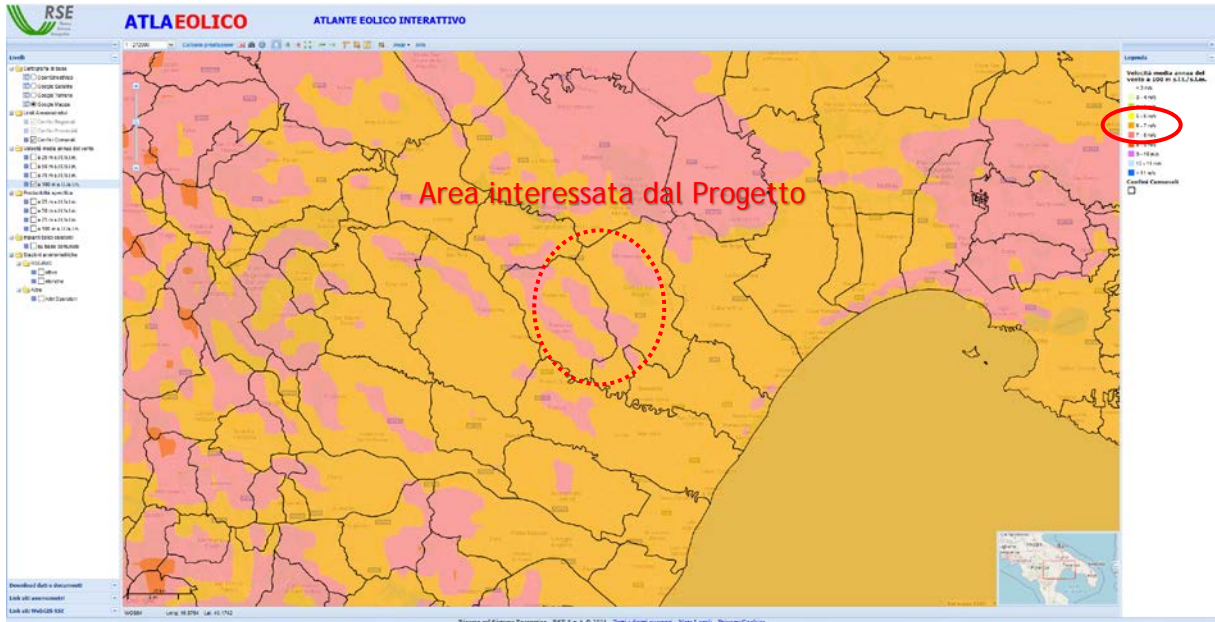
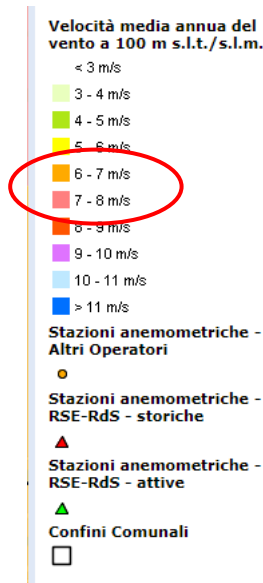


Figura 3: Schermata atlante eolico RSE con Velocità media annuale del vento a 100m



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 più di 1 anno.



Figura 4: 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: 638 266
  - Nord: 4 483 429
- Periodo di osservazione: 01/10/2010 - 04/10/2011 (12.1 mesi)
- Parametri rilevati:



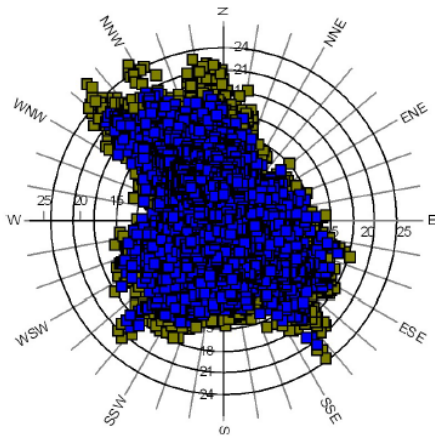
▣ . . . . ▣ . . . . \_\_\_\_\_ . . . . ▣ . . . . ▣

- 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.

□ . . . □ . . . □ . . . □

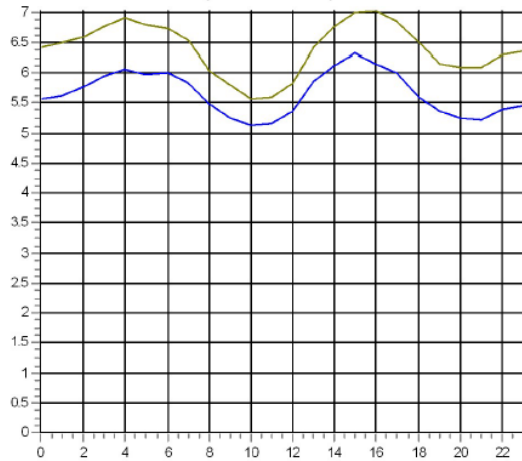
Wind speed/direction



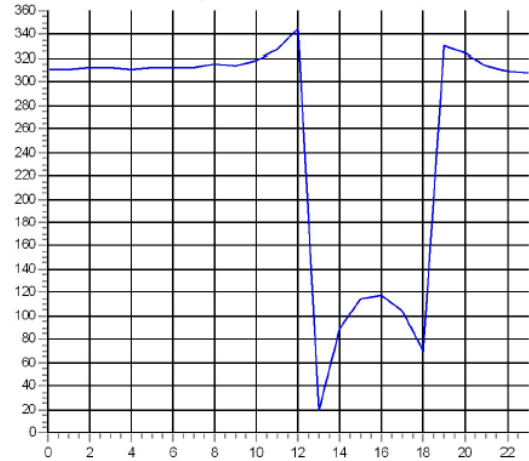
**Statistics**

Signal	Unit	Count	Of period [%]	Mean	Weibull mean	Weibull A	Weibull k
119.00m - E Synth Mean wind speed, all	m/s	53028	100.0	6.40	6.42	7.22	1.78
119.00m - E Synth Wind direction, all	Degrees	53028	100.0	315.92			
119.00m - E Synth Turbulence intensity, all		53028	100.0	0.13			
119.00m - E Synth Turbulence intensity, enabled		35350	66.7	0.09			
119.00m - E Synth Shear, all		53028	100.0	0.17			
119.00m - E Synth Shear, enabled		47521	89.8	0.17			
60.00m - 1 Mean wind speed, all	m/s	53028	100.0	5.66	5.69	6.40	1.82
60.00m - 1 Wind direction, all	Degrees	53028	100.0	315.92			
60.00m - 1 Turbulence intensity, all		53028	100.0	0.15			
60.00m - 1 Turbulence intensity, enabled		35406	66.8	0.10			

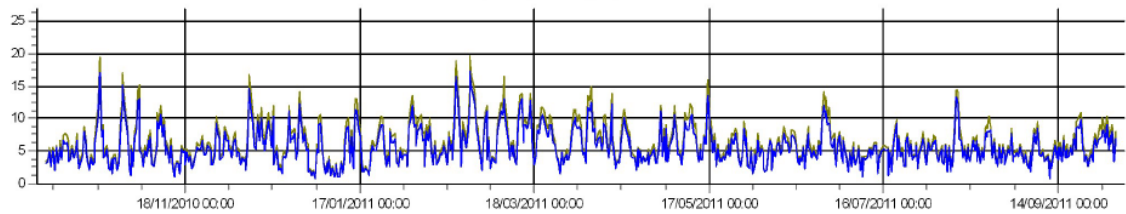
Hourly mean wind speed



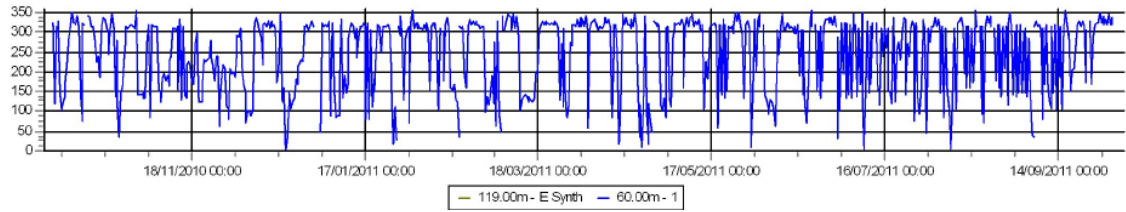
Hourly mean wind direction



Wind speed, Averaging: 12 hours



Wind direction, Averaging: 12 hours



— 119.00m - E Synth — 60.00m - 1

✘ . . . ✘ . . .

**Monthly wind speeds**

119.00m - E Synth

Month	2010	2011	Mean	Mean of month
January		5.18	5.18	5.18
February		8.16	8.16	8.16
March		7.85	7.85	7.85
April		6.99	6.99	6.99
May		6.97	6.97	6.97
June		6.16	6.16	6.16
July		5.05	5.05	5.05
August		5.84	5.84	5.84
September		5.81	5.81	5.81
October	5.97	7.89	6.16	6.93
November	5.89		5.89	5.89
December	6.87		6.87	6.87
mean, all data	6.25	6.45	6.41	
mean of months	6.24	6.59		6.48

**Monthly wind speeds**

60.00m - 1

Month	2010	2011	Mean	Mean of month
January		4.58	4.58	4.58
February		7.15	7.15	7.15
March		7.01	7.01	7.01
April		6.16	6.16	6.16
May		6.13	6.13	6.13
June		5.43	5.43	5.43
July		4.61	4.61	4.61
August		5.24	5.24	5.24
September		5.11	5.11	5.11
October	5.29	6.66	5.42	5.98
November	5.21		5.21	5.21
December	6.04		6.04	6.04
mean, all data	5.52	5.71	5.67	
mean of months	5.51	5.81		5.72

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

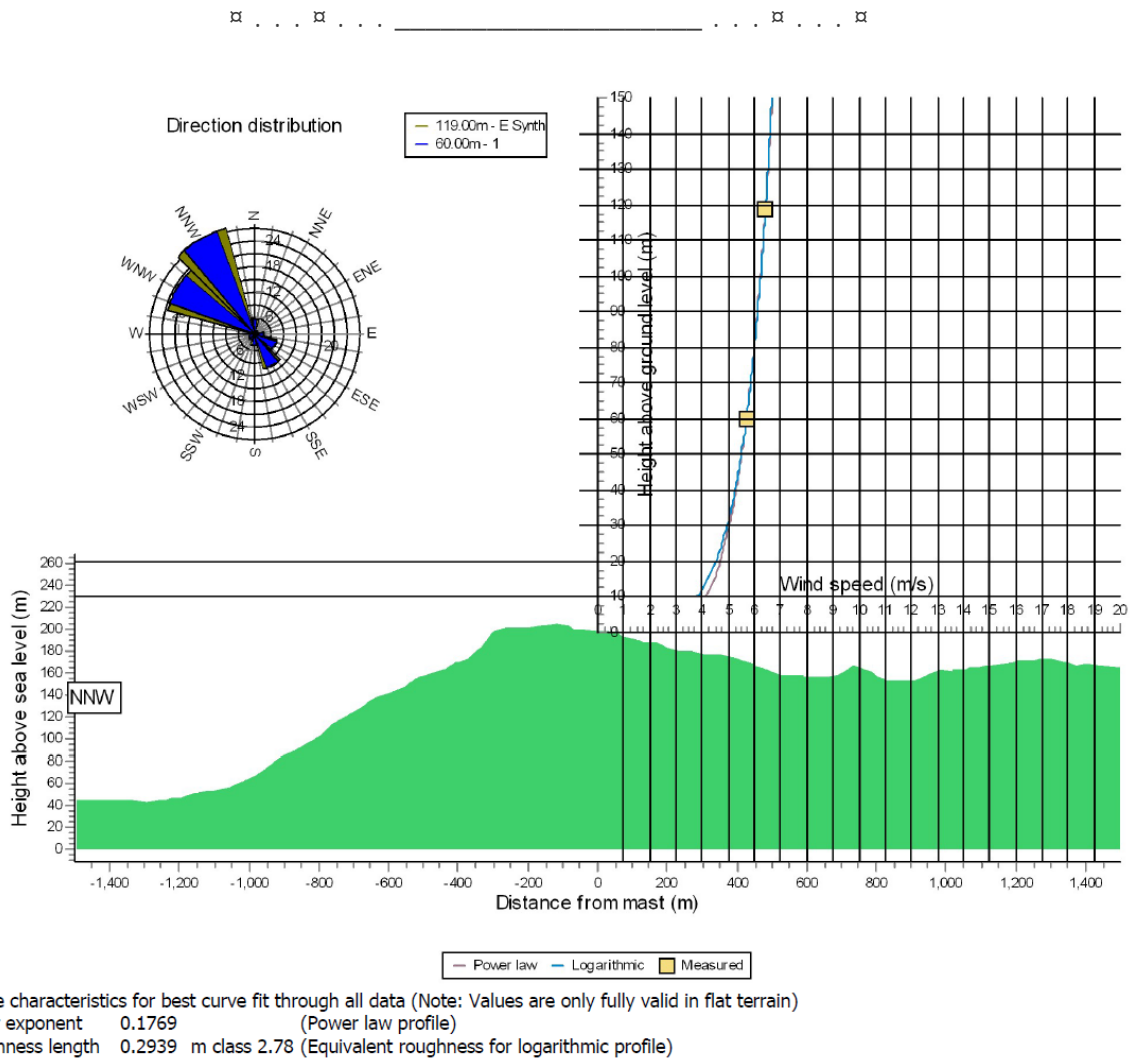


Figura 5: Distribuzione direzionale e profilo del vento

Come rappresentato dalla Figura 5, la direzione prevalente del vento risultante dall'analisi in mesoscala è N-NW (Nord / Nord-Ovest), 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 5,00 m/sec e per alcuni mesi è superiore a 7,50 m/sec.

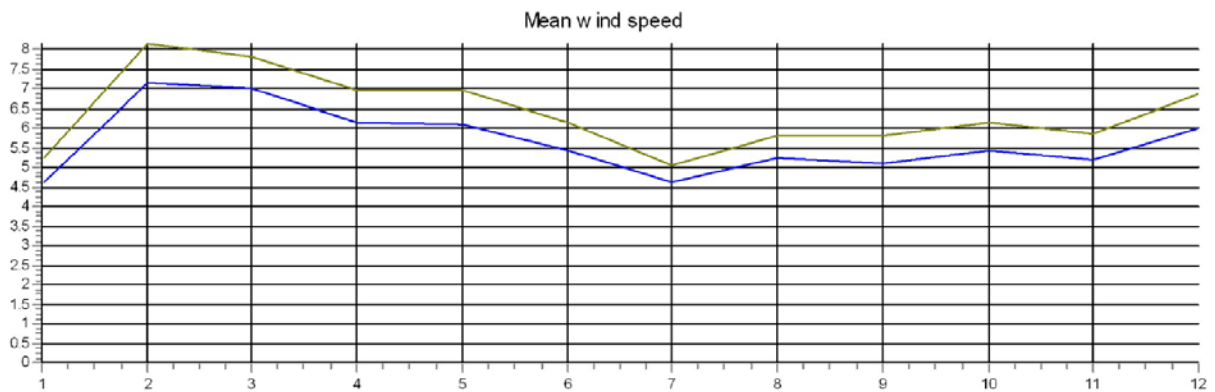


Figura 6: Grafico mensile cumulativo della velocità media del vento

## /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 119,00m;
- Diametro Rotore: fino a 162,00m
- Potenza: 5800kW 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  $1,180 \text{ kg/m}^3$ , corrispondente all'altitudine media del sito (comprensiva dell'altezza al mozzo).

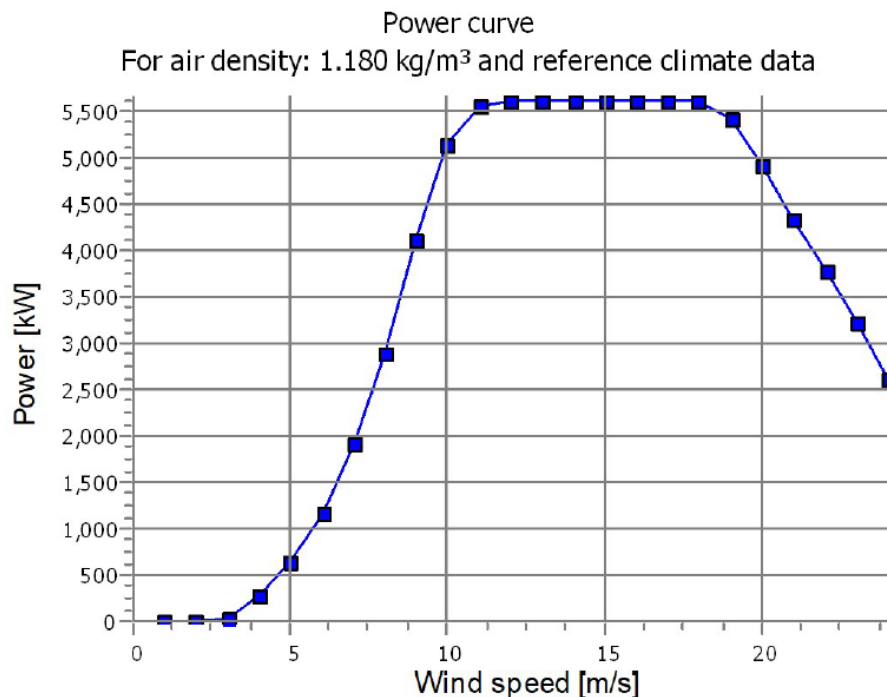


Figura 7: Grafico della Curva di Potenza dell'aerogeneratore alla densità dell'aria pari a  $1,117 \text{ kg/m}^3$

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.

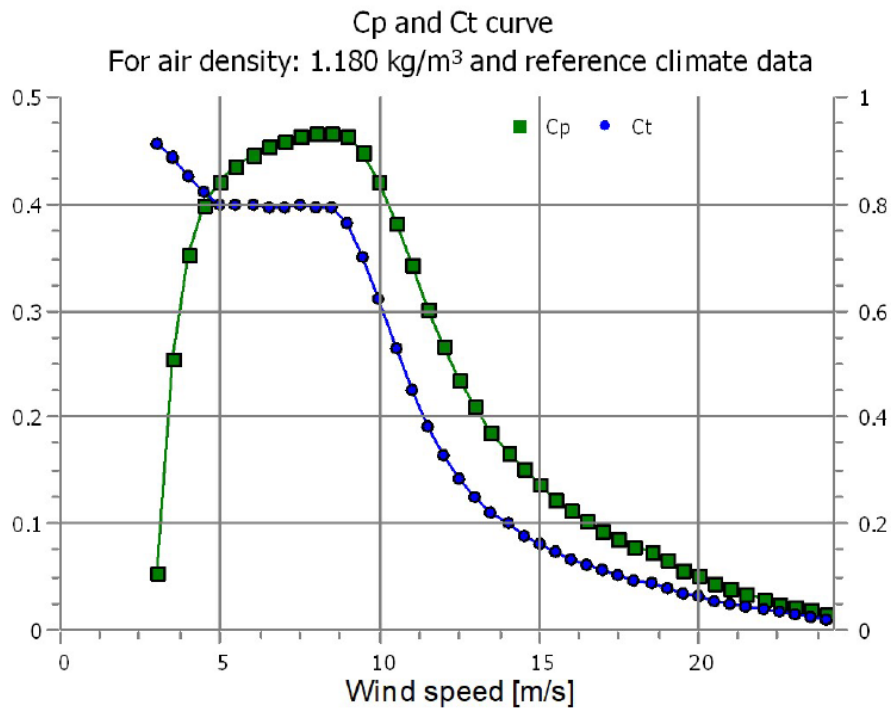


Figura 8: Grafico relativo alla Curva di Potenza ed alla Curva di Spinta dell'aerogeneratore alla densità dell'aria pari a 1,180 kg/m<sup>3</sup>

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	634,312	4,486,725	19.253	3.438	99.10	6.89
WTG02	635,092	4,486,064	19.707	3.519	96.80	7.13
WTG03	636,050	4,485,682	18.044	3.222	96.10	6.74
WTG04	636,267	4,484,885	12.168	2.173	90.70	5.60
WTG05	635,958	4,484,081	15.914	2.842	93.30	6.35
WTG06	636,495	4,483,583	13.467	2.405	91.00	5.88
WTG07	636,991	4,481,890	16.211	2.895	95.90	6.31
WTG08	639,176	4,483,050	18.483	3.301	97.80	6.77
WTG09	640,596	4,483,494	14.062	2.511	98.00	5.76
WTG10	640,583	4,480,798	15.046	2.687	95.40	6.07
WTG11	639,229	4,480,290	12.814	2.288	95.40	5.58
WTG12	640,331	4,479,816	15.507	2.769	93.90	6.22

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 5800kW.

## 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
<b>TOTALE PERDITE</b>	<b>- 10,70</b>

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]
190.676	2.724	- 10,70	170.274	2.432

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	634,312	4,486,725	17.193	3.070
WTG02	635,092	4,486,064	17.598	3.143
WTG03	636,050	4,485,682	16.113	2.877
WTG04	636,267	4,484,885	10.866	1.940
WTG05	635,958	4,484,081	14.211	2.538
WTG06	636,495	4,483,583	12.026	2.148
WTG07	636,991	4,481,890	14.476	2.585
WTG08	639,176	4,483,050	16.505	2.947
WTG09	640,596	4,483,494	12.557	2.242
WTG10	640,583	4,480,798	13.436	2.399
WTG11	639,229	4,480,290	11.443	2.043
WTG12	640,331	4,479,816	13.848	2.473

Tabella 5: Producibilità netta per singoli aerogeneratori

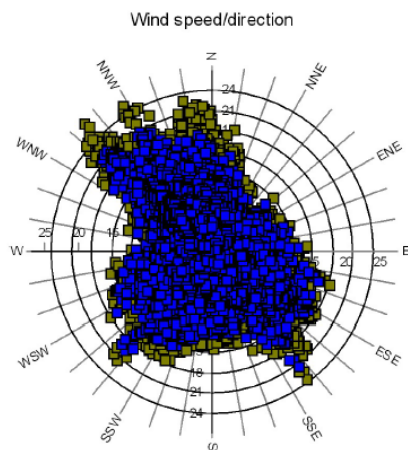


## /E/ VERIFICA CONFORMITÀ PIEAR BASILICATA

Il PIEAR Basilicata per gli impianti di specie richiede che vengano soddisfatti dei vincoli tecnici minimi per l'avvio del procedimento autorizzativo, che sono:

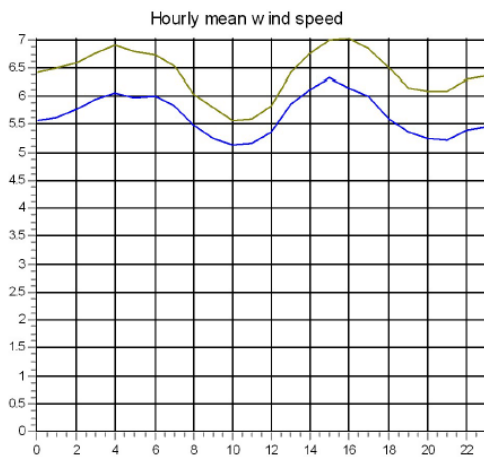
- a) Velocità media annua a 25m dal suolo non inferiore a 4m/s.

Il risultato dell'analisi anemologica del sito rappresentato nella seguente figura evidenzia che a 25m dal suolo la velocità media del vento è circa 5m/sec, il che rende verificata la condizione richiesta.

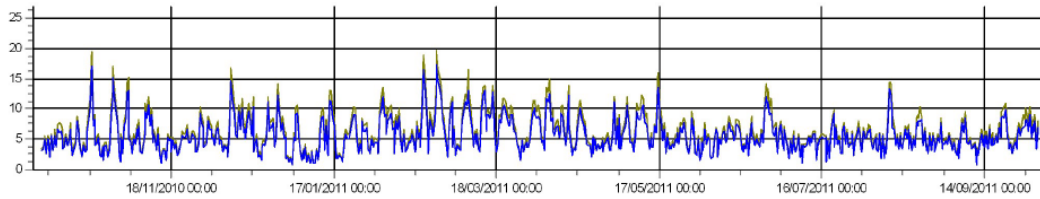


### Statistics

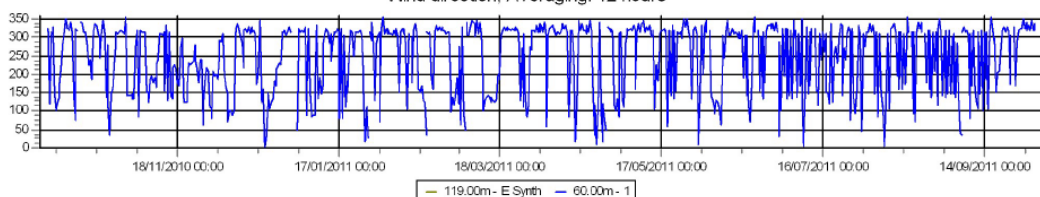
Signal	Unit	Count	Of period [%]	Mean	Weibull mean	Weibull A	Weibull k
119.00m - E Synth Mean wind speed, all	m/s	53028	100.0	6.40	6.42	7.22	1.78
119.00m - E Synth Wind direction, all	Degrees	53028	100.0	315.92			
119.00m - E Synth Turbulence intensity, all		53028	100.0	0.13			
119.00m - E Synth Turbulence intensity, enabled		33350	66.7	0.09			
119.00m - E Synth Shear, all		53028	100.0	0.17			
119.00m - E Synth Shear, enabled		47621	89.8	0.17			
60.00m - 1 Mean wind speed, all	m/s	53028	100.0	5.66	5.69	6.40	1.82
60.00m - 1 Wind direction, all	Degrees	53028	100.0	315.92			
60.00m - 1 Turbulence intensity, all		53028	100.0	0.15			
60.00m - 1 Turbulence intensity, enabled		35406	66.8	0.10			



Wind speed, Averaging: 12 hours



Wind direction, Averaging: 12 hours



— 119.00m - E Synth — 60.00m - 1

□ . . . □ . . . □ . . . □ . . . □

b) Ore equivalenti del generatore non inferiori a 2000.

Nel capitolo precedente è stato trattato il calcolo della producibilità netta dell'impianto, da cui sono scaturiti i seguenti risultati:

	UTM WGS 84 Lon. Est [m]	UTM WGS84 Lat. Nord [m]	Net AEP [MWh/anno]	Ore [Anno]
WTG01	634,312	4,486,725	17.193	3.070
WTG02	635,092	4,486,064	17.598	3.143
WTG03	636,050	4,485,682	16.113	2.877
WTG04	636,267	4,484,885	10.866	1.940
WTG05	635,958	4,484,081	14.211	2.538
WTG06	636,495	4,483,583	12.026	2.148
WTG07	636,991	4,481,890	14.476	2.585
WTG08	639,176	4,483,050	16.505	2.947
WTG09	640,596	4,483,494	12.557	2.242
WTG10	640,583	4,480,798	13.436	2.399
WTG11	639,229	4,480,290	11.443	2.043
WTG12	640,331	4,479,816	13.848	2.473

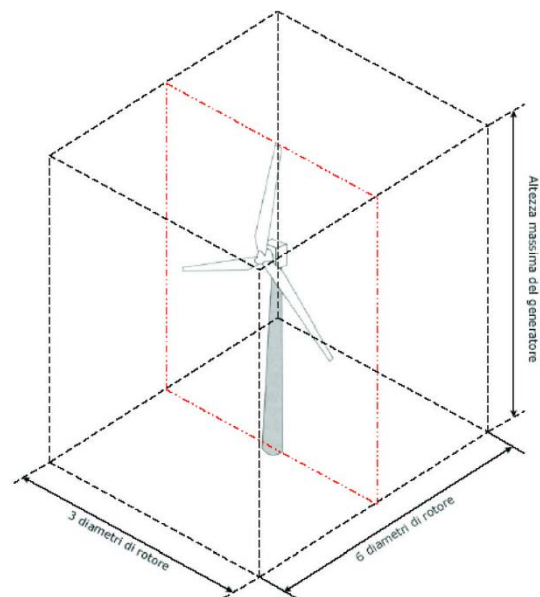
Pertanto possiamo confermare che ogni singolo aerogeneratore rispetta il vincolo del funzionamento per almeno 2000 ore equivalenti annuali.

c) Densità volumetrica di energia annua unitaria non inferiore a 0,2 kWh/(anno · mc), come riportato nella formula seguente:

$$Ev = E / (18D^2 \cdot H)$$

Posto che:

- "D" è diametro del rotore avente dimensione fino a 162m;
- "H" è l'altezza al mozzo avente dimensione fino a 119m;
- "E" è l'energia netta annuale prodotta dal singolo aerogeneratore;



□ . . . □ . . . □ . . . □

I valori della densità volumetrica di energia annua per singolo generatore sono:

	UTM WGS 84 Lon. Est [m]	UTM WGS84 Lat. Nord [m]	Net AEP [MWh/anno]	Ev [kWh/(m <sup>3</sup> *anno)]
WTG01	634.312,204	4.486.725	17.193	0.31
WTG02	635.092,373	4.486.064	17.598	0.31
WTG03	636.050,267	4.485.682	16.113	0.29
WTG04	636.267,023	4.484.885	10.866	0.19
WTG05	635.958,398	4.484.081	14.211	0.25
WTG06	636.494,767	4.483.583	12.026	0.21
WTG07	636.991,458	4.481.890	14.476	0.26
WTG08	639.175,527	4.483.050	16.505	0.29
WTG09	640.595,576	4.483.494	12.557	0.22
WTG10	640.582,862	4.480.798	13.436	0.24
WTG11	639.228,581	4.480.290	11.443	0.20
WTG12	640.331,414	4.479.816	13.848	0.25

Tabella 6: Risultati verifica della densità volumetrica di energia annua unitaria

Da cui risulta evidente che per ogni aerogeneratore di progetto la densità volumetrica di energia è superiore a 0,2 kWh/(m<sup>3</sup>\*anno).

- d) Numero massimo di aerogeneratori pari a 30 che viene ridotto a 10 nel caso di aree di valore naturalistico elevato.

Il parco eolico oggetto del presente studio è localizzato al di fuori di aree di valore naturalistico elevato, pertanto risulta ampiamente verificata tale indicazione poiché costituito da un massimo di 12 aerogeneratori.

## */F/ 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.