

AUTORIZZAZIONE UNICA Ex D. LGS. N. 387/2003



PROGETTO DEFINITIVO PARCO EOLICO COLOBRARO TURSI

Titolo elaborato:

VALUTAZIONE RISORSA EOLICA E ANALISI DI PRODUCIBILITA'

WPD	WPD	WPD	EMMISSIONE	01/02/24	0	0
REDATTO	CONTR.	APPROV.	DESCRIZIONE REVISIONE DOCUMENTO	DATA	REV	
PROPONENTE  WPD MURGE S.R.L. VIALE LUCA GAURICO 9-11 00143 ROMA						
Codice CTEG012		Formato A4	Scala /	Foglio 1 di 17		

Sommario

Premessa	2
1. Introduzione	2
2. Descrizione del Sito	3
3. Analisi dei dati utilizzati	5
4. I dati a lungo termine nell'area di Tursi.....	6
5. Risultato dei modelli per il calcolo dei parametri del vento sul lungo termine	8
6. I modelli matematici per la rappresentazione spaziale del vento	12
7. Stima della produzione energetica del parco eolico	13
8. Conclusioni	16

Premessa

La società wpd Murge S.r.l. ha predisposto uno studio sulle caratteristiche anemologiche e stima di producibilità di un impianto eolico situato nei territori dei comuni di Colobrarò e Tursi (MT) ai fini del procedimento autorizzativo.

La finalità di questo studio è quella di caratterizzare le condizioni anemologiche e determinare la stima del rendimento energetico dell'impianto, su base annuale.

Tale valutazione viene eseguita tramite l'uso di dati satellitari tipo EMD-WRF Europe+ (ERA5) che opportunamente inseriti nel modello di calcolo WINDPRO, sono in grado di analizzare in dettaglio l'area in cui ricade il parco.

1. Introduzione

Lo studio ha lo scopo di verificare la bontà della scelta del layout in base alle caratteristiche di ventosità del sito. L'analisi parte dallo studio delle informazioni fornite dall'atlante eolico, che mostra una stima di massima della risorsa eolica nell'area individuata. Questa, successivamente, viene analizzata con modelli complessi che permettono di analizzare la ventosità sulla micro-scala, quale è la posizione delle macchine.

L'obiettivo finale è di verificare la producibilità del sito con le turbine indicate dalla società. I dati del vento processati, diventano file di ingresso nei modelli matematici specifici per l'analisi della produttività di un parco eolico, sono verificate varie configurazioni di layout e tipologie di macchine, fino al raggiungimento del massimo rendimento dal punto di vista di sfruttamento della risorsa eolica.

La struttura della documentazione si divide in quattro sezioni principali.

- La prima (cap 2) descrive la zona oggetto dello studio attraverso le proprie specificità: l'orografia, la rugosità e la disposizione degli aerogeneratori sul territorio.
- La seconda (cap 3 e 4) descrive la tipologia dei dati anemometrici analizzati.
- Nella terza sezione (cap 5 e 6) si vede come i dati del vento si trasformano in curve di Weibull, dalle quali si ricavano i parametri necessari ai modelli di calcolo. La previsione si

effettua con software specifico WINDPRO del quale viene illustrata brevemente le metodologie di calcolo e le caratteristiche peculiari.

- L'ultima parte (cap 7 e 8) è dedicata alle conclusioni in cui la stima di ventosità si trasforma in una stima di produzione energetica, arrivando al risultato finale in cui vi è una eliminazione delle perdite e calcolo dell'incertezza.

2. Descrizione del Sito

Il sito oggetto dello studio è situato nei territori comunali di Colobraro e Tursi (MT), come riportato in Figura 1. La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile di tipo eolico, costituito da n.10 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 6 MW per una potenza complessiva di 60 MW, da realizzarsi nei territori comunali di Colobraro e Tursi nella provincia di Matera in cui ricadono gli aerogeneratori e il cavidotto di collegamento interno e nel comune di Sant'Arcangelo dove verrà realizzata la sottostazione di RTN Terna 150 kV di futura realizzazione.

Il Parco eolico risulta suddiviso in tre parti, quella ricadente ad ovest del centro abitato di Colobraro, costituita da 2 WTG e che si sviluppa lungo un crinale tra i 400 m e i 700 m s.l.m., in corrispondenza delle C.de Serre, Sirianni, Murge, Santamaria e Cozzo della Croce; quella ricadente a Nord Ovest del centro abitato di Tursi, costituita da 4 WTG e che si sviluppa su un altopiano a circa 500 m s.l.m., in corrispondenza della C.da Il Monticello; e quella ricadente in prossimità del confine tra il Comune di Colobraro e il Comune di Tursi, costituita da 4 WTG, che si sviluppa su un altopiano a circa 500 m s.l.m, in corrispondenza della C.da Cozzo della Lite (Colobraro) e C.da Cozzo di Penne (Tursi). L'area scelta, si basa su una prima indicazione fornita dai modelli matematici, tra i più utilizzati ed accessibile a tutti è l'atlante eolico, disponibile sul sito <https://globalwindatlas.info/> gestito dalla World Bank Group per potenziare il settore delle energie rinnovabili.

È stato scelto come rappresentazione delle velocità media quella a livello 125 m, ovvero il livello più rappresentativo del vento all'altezza del mozzo del rotore della turbina eolica scelta. La turbina selezionata in termini della miglior efficienza di macchina è una Vestas V150-6.0 avente altezza all'hub pari a 125 m, per cui **125 m** sul livello del suolo è l'altezza di riferimento dei nostri studi. La massima altezza di studio è impostata a quota 150 m, si può osservare una certa omogeneità dell'area che

riporta una ventosità tra i 6 m/s – 7 m/s, per questo il sito è stato considerato idoneo per portare avanti un'analisi approfondita della risorsa eolica.

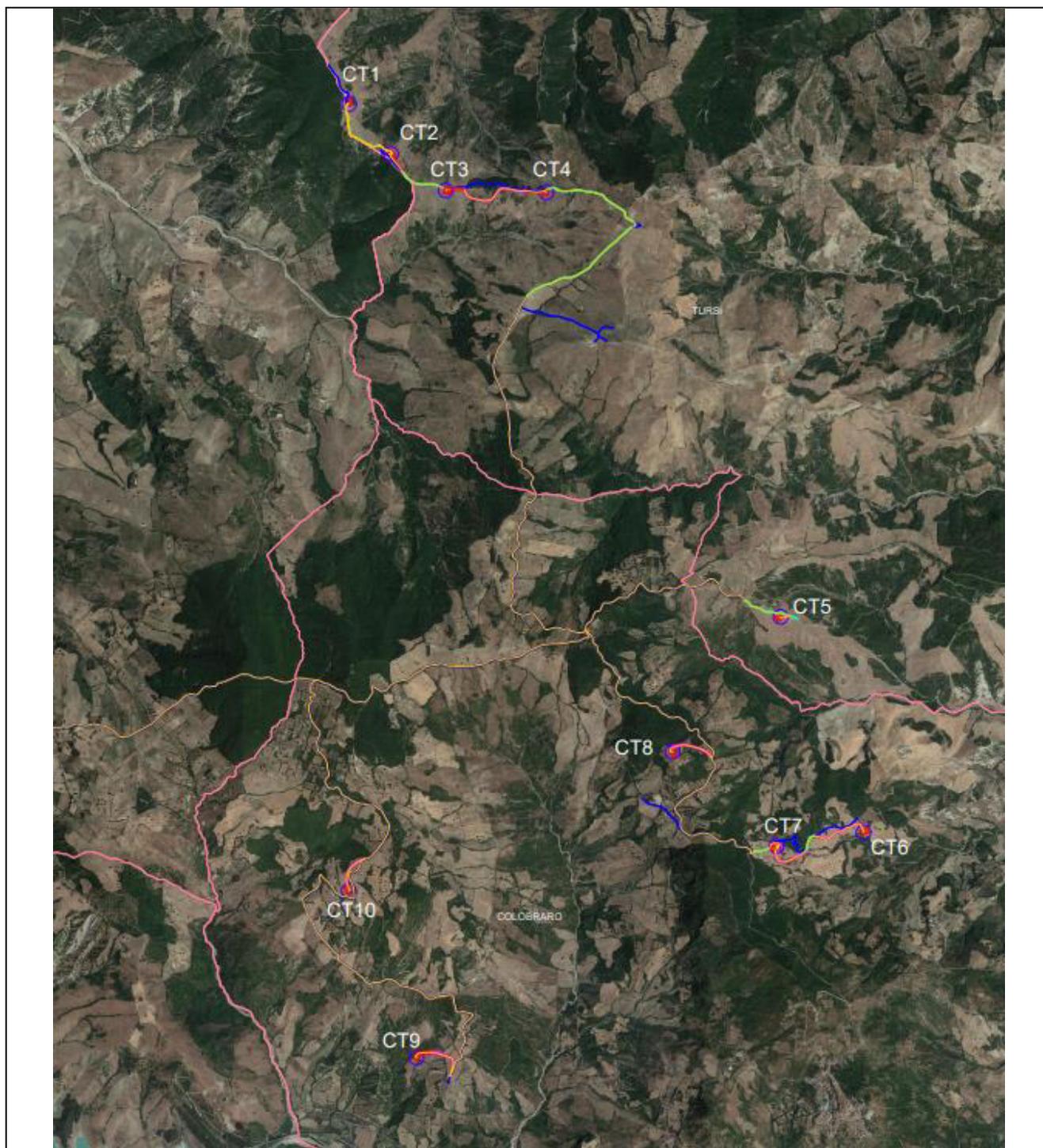


Figura 1: Inquadramento su ortofoto del parco eolico

L'area di posizionamento degli aerogeneratori è caratterizzata da una area orograficamente semplice senza particolari rilievi. Topograficamente ha una altezza compresa circa tra 340 e 650 metri. Si è considerata una densità media dell'aria all'altezza del mozzo pari a: $\rho=1.134 \text{ kg/m}^3$

Il suolo occupato dal Progetto in esame interessa principalmente seminativi; l'uso principale del suolo in questa area è legato quindi all'agricoltura. Questo significa che la copertura vegetazionale è quasi del tutto assente e perciò l'area in studio si caratterizza per una rugosità medio-bassa.

Gli aerogeneratori sono localizzati in modo da sfruttare al massimo il vento che ha una direzione prevalente da Ovest-Sud-Ovest. Il posizionamento è stato deciso in base a diversi fattori: prima di tutto il miglior sfruttamento della risorsa eolica posizionando le macchine dove non vi siano coperture come rilievi vicini o vegetazione, la lontananza dai recettori sensibili, la mancanza di colture speciali e l'assenza di vincoli.

L'area di progetto è ampia per consentire il distanziamento necessario con lo scopo di ottimizzare la producibilità del parco eolico stesso.

Un'indagine meteorologica puntuale è quindi sufficiente a descrivere l'area e per fare questo sono stati usati dei diversi strumenti di simulazione e previsione dell'andamento del vento, per avere una chiara e dettagliata informazione della produttività del parco e della sua configurazione ideale.

3. Analisi dei dati utilizzati

Il set di dati necessari al calcolo della producibilità del parco eolico, sono stati determinati dai dati satellitari tipo EMD-WRF Europe+ (ERA5).

I dati sono forniti dal European Centre for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF) sono generati da un modello a mesoscala in grado di avere una risoluzione spaziale di 3km e una temporale di 1 h, il risultato sono i dati tipo EMD-WRF Europe+ (ERA5) forniti dalla società EMD.

I dati sono stati forniti nel punto indicato (ERA5_ N40.233177_E016.387817) e che è localizzato al **centro del parco, individuato in corrispondenza della WTG CT08.**

Source of data	PERIOD of site data	Height	Time step	Position (UTM WGS84, zone 33)	
				X (East)	Y (North)
Era5, downscaled (position in the middle point of the project area)	01.01.2000-01.01.2021	150 m	1 hour	618062 m	4454562 m

Dopo aver trovato la fonte più attendibile da cui prendere i dati del vento, vengono elaborate serie temporali di 20 anni, al fine di trovare parametri rappresentativi e consistenti del vento.

Successivamente il software di calcolo WINDpro è in grado di ridurre la scala spaziale su cui viene elaborato il dato satellitare, grazie ad uno sistema di infittimento dei dati su una scala dettagliata al metro, tipo SRTM (SRTM topographic data set). Il procedimento è chiamato “downscaling”

4. I dati a lungo termine nell’area di Tursi

Per poter verificare che i dati simulati di lungo termine fossero rappresentativi dell’area di Tursi, è stata fatta girare una rianalisi di una serie temporale di 20 anni provenienti da un modello commerciale tipo Atlas, chiamato UL Windnavigator, fornito dalla società UL (Figura 2).

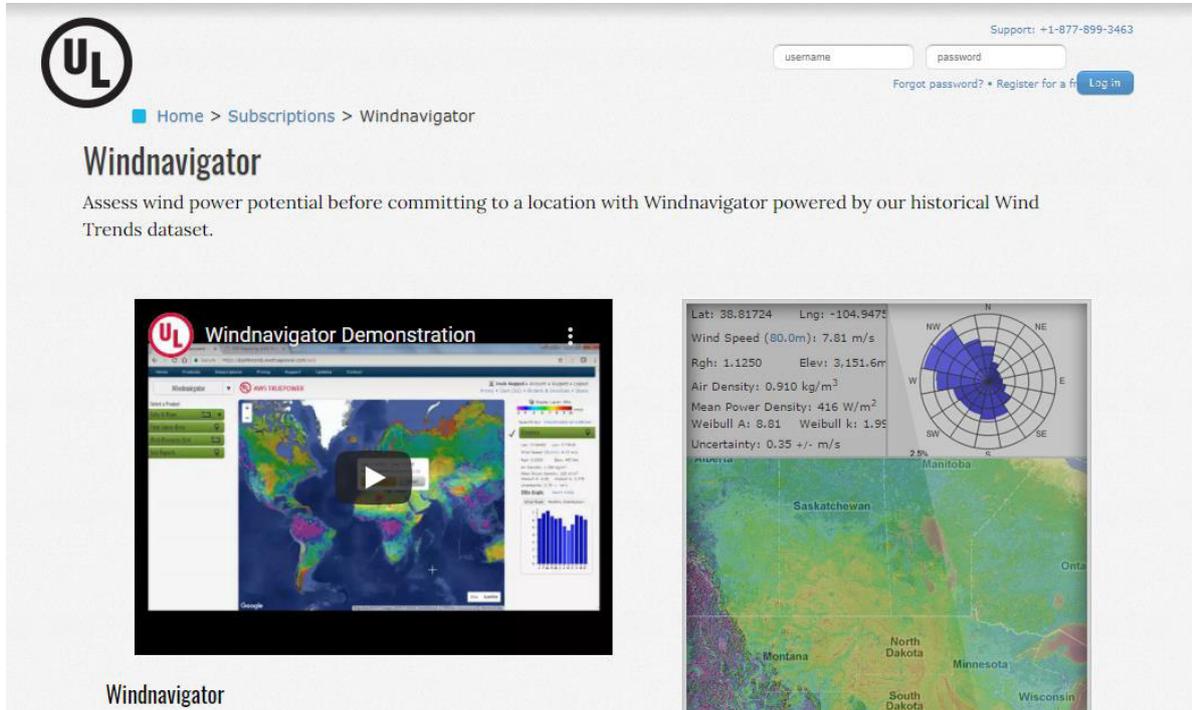


Figura 2: UL Windnavigator. Atlas per i dati a lungo termine.

I valori di velocità sono stati calcolati su due diverse altezze, a 100 m e a 150 m. Grazie a questi valori a diverse quote è stato calcolato a un parametro da inserire nella legge logaritmica del vento, che lega la velocità con la quota, come mostrato in Figura 3.

$$\frac{v}{v_0} = \left(\frac{z}{z_0}\right)^\alpha$$

Dove:

- v_0 è la velocità del vento misurata alla quota z_0 ;
- v è la velocità che vuole essere identificata alla quota z (ad esempio all'altezza del mozzo);
- α è un coefficiente che correla la differenza di quota alla differenza di velocità del vento.

Figura 3: Legge logaritmica del vento.

Una volta determinato a , anche noto come wind shear o gradiente verticale di velocità, è possibile stimare la velocità a diverse quote. Il calcolo della velocità all'altezza del mozzo della macchina eolica è stato quindi determinato a partire da una misura di velocità ad una quota conosciuta, grazie al valore del wind shear sull'area considerata.

5. Risultato dei modelli per il calcolo dei parametri del vento sul lungo termine

In questo paragrafo sono riportati i risultati dei dati meteo a lungo termine. Il risultato finale è riportato nelle seguenti Figura 4, Figura 5, Figura 6.

La **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** mostra quale è la direzione principale del vento e quale la sua intensità.

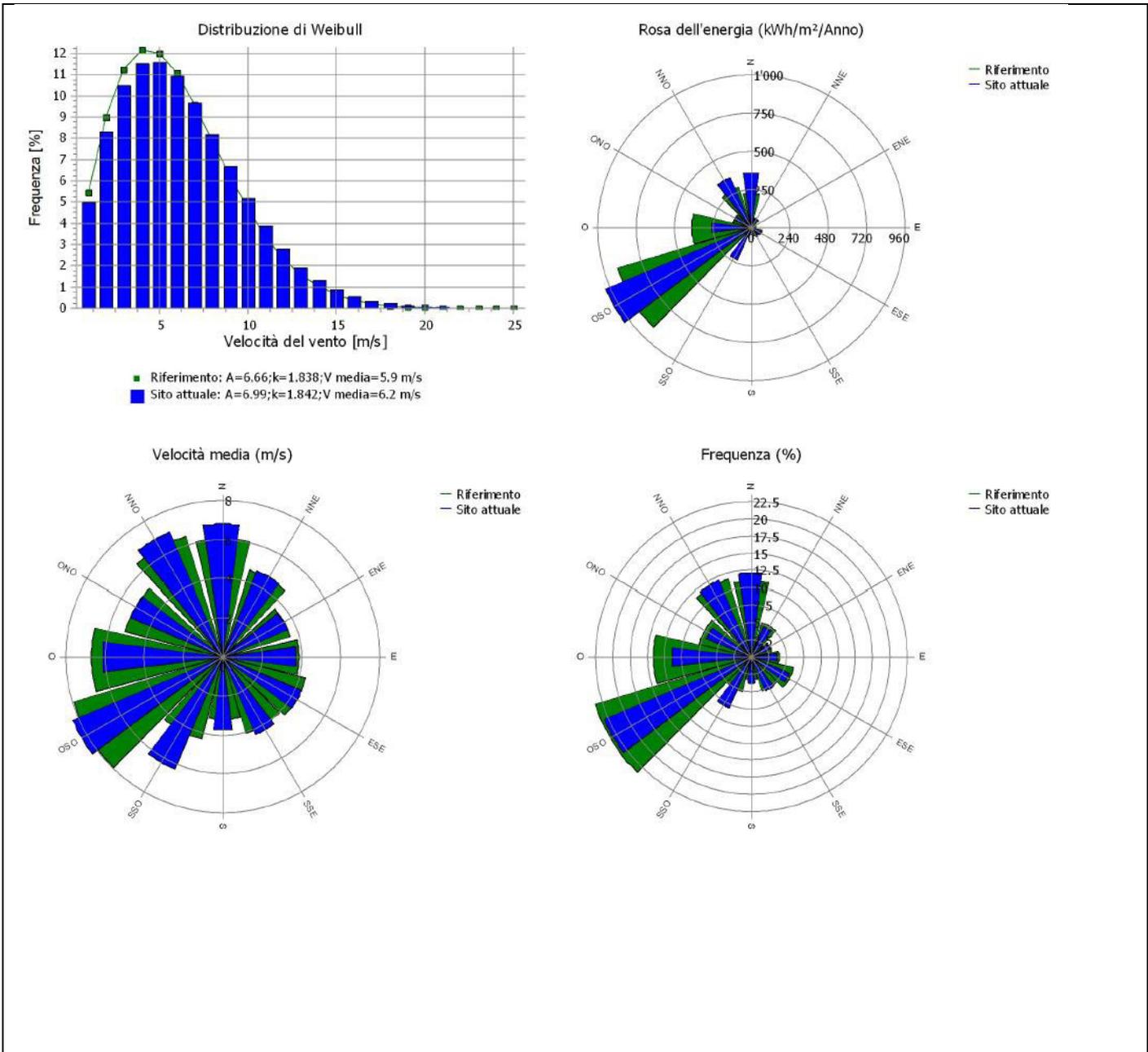


Figura 4: Andamento del vento a 125 m espresso come energia, frequenza e velocità del vento in corrispondenza della CT08

Height	Data recovery	V max	V min
100 m	100%	30.3 m/s	0.0 m/s
150 m	100%	32.9 m/s	0.0 m/s

In Figura 5 è riportata la distribuzione di Weibull per i diversi settori della rosa dei venti. La distribuzione di Weibull è la componente statistica della nostra analisi e grazie ad essa abbiamo una stima realistica della produttiva del parco.

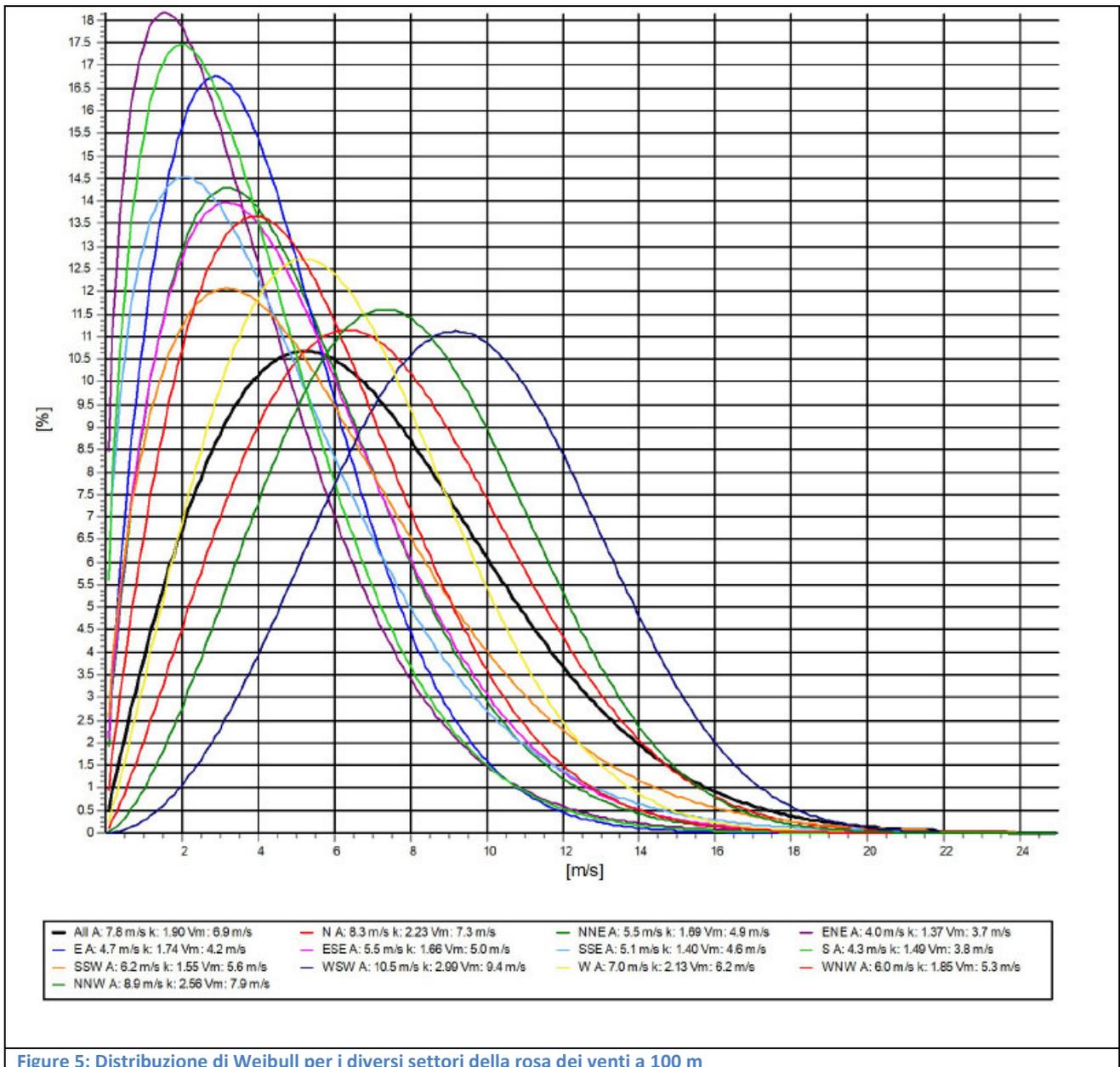


Figure 5: Distribuzione di Weibull per i diversi settori della rosa dei venti a 100 m

In ultimo è riportato l'andamento giornaliero del dato meteorologico come direzione e intensità del vento corretto sul lungo termine (Figura 6).

6. I modelli matematici per la rappresentazione spaziale del vento

Per calcolare la mappa del vento lungo tutta l'ampiezza del sito è necessario usare prima di tutto modelli che permettano di estrapolare dai dati di vento stimato, i valori nell'area del sito a differenti altezze. Lo studio richiede quindi una modellizzazione spaziale del campo di vento. Questa modellizzazione permette l'estrapolazione, sia spaziale dell'area considerata, sia verticale fino all'altezza della navicella del rotore, delle misure di vento disponibili, per il posizionamento più corretto degli aerogeneratori.

Oltre allo studio dei dati di vento e della orografia, risulta molto importante analizzare altri aspetti come la rugosità, che influenza la valorizzazione energetica del sito modificando il gradiente verticale di velocità (wind shear). La stima della rugosità ("roughness"), viene effettuata da un utente esperto sulla base dei sopralluoghi in cui si definisce il tipo di copertura superficiale del luogo.

Così, con l'obiettivo di valutare l'effetto che tutti questi fattori hanno sul comportamento del vento, si è prodotta una modellizzazione del vento utilizzando i software Wind Pro e WASP.

Il software Wind Pro, interfacciandosi con il modulo di calcolo del WASP, riesce a prevedere un campo di ventosità nell'area del parco, partendo dai seguenti dati di input:

- misura effettuata con ERA 5 in downscaling per un periodo di 20 anni, dal 1 Gennaio 2000 al 1 Gennaio 2021
- mappa di curve di livello (5 metri di risoluzione)
- mappa di rugosità del sito, proveniente da immagini satellitari

I dati meteo di ERA 5, sono stati poi correlati con il Global Wind Atlas, per la consistenza dei dati di lungo periodo calcolati tramite la re-analisi di dati meteo. La serie di dati correlata a lungo termine è stata poi utilizzata per il calcolo di produzione. Per calcolare la variazione della risorsa eolica lungo tutta la ampiezza del sito è necessario usare modelli che permettano di estrapolare dai dati di vento misurato, i valori lungo tutto il sito e a differenti altezze.

7. Stima della produzione energetica del parco eolico

Dalla applicazione del campo di ventosità calcolato per ogni settore e dalla modellizzazione dell'orografia e della rugosità si può stabilire l'intensità del vento in ogni punto della zona. Per calcolare poi la produzione lorda (cioè ai morsetti del generatore, non considerando i fermi macchina e altre perdite) si deve applicare la curva di potenza della macchina per la specifica densità dell'aria e si deve calcolare la turbolenza che la presenza delle altre turbine potrebbe creare nella zona.

Per quanto riguarda la valutazione della turbolenza, detta anche effetto scia, il software Windpro determina secondo alcuni modelli matematici (GH, Eddy, Park) la percentuale di perdita di energia a causa della scia. Il calcolo suddetto non tiene conto delle riduzioni di produzione dovute a fermi macchina, perdite nei cavi di collegamento alla sottostazione, efficienza della sottostazione.

Per quantificare la produzione annuale netta stimata si sono adottati perciò i seguenti coefficienti di incertezza dovuti per i seguenti motivi:

Fattore di incertezza:

	Uncertainty in wind	Uncertainty in production
Wind accuracy	5.0%	
Long term scaling	4.5%	
Vertical extrapolation	1.8%	
Horizontal extrapolation	3.2%	
Total uncertainty wind related	7.7%	14.9%
Wake losses		0.54%
Electrical losses		0.57%
Turbine performance		3.0%
other		0.1%
Total uncertainty energy related		3.1%
Future wind frequency distribution		2.0%
Wind speed variability	4.5%	8.7%
availability		3.0%
Overall uncertainty 10 years		15.5%

L'incertezza totale, attualmente di 15.5% potrebbe ridursi introducendo dati provenienti da un eventuale anemometro, una volta installato.

Fattori di perdita:

Availability and maintenance losses	3.3%
Grid and interconnection station losses	2.3%
Rotor blade degeneration	0.5%
Icing	0.1%
Total losses (without wake)	6.1%

Questi valori sono quelli che si indicano come “coefficienti di perdita” della produzione attesa e che contribuiscono a ridurre il valore di produzione stimato dai modelli matematici.

Di seguito è quindi riportata una tabella con i valori di produzione dei singoli aerogeneratori per il sito eolico considerato.

Tipo di WTG		Valida	Produttore	Tipo generatore	Potenza nominale	Diametro rotore	Altezza mozzo	Curva di potenza		Produzione annuale		
Statistica	Nome							Risultato	Perdite di scia	Velocità del vento imperturbato		
					[kW]	[m]	[m]			[MWh/anno]	[%]	[m/s]
CT 01	A	Si	VESTAS	V150-6.0-6'000	6'000	150.0	125.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 10-2020	15'388.7	0.8	6.26
CT 02	A	Si	VESTAS	V150-6.0-6'000	6'000	150.0	125.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 10-2020	15'674.2	2.6	6.41
CT 03	A	Si	VESTAS	V150-6.0-6'000	6'000	150.0	125.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 10-2020	14'908.3	1.4	6.19
CT 04	A	Si	VESTAS	V150-6.0-6'000	6'000	150.0	125.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 10-2020	14'026.5	2.8	6.04
CT 05	A	Si	VESTAS	V150-6.0-6'000	6'000	150.0	125.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 10-2020	13'950.1	1.7	5.98
CT 06	A	Si	VESTAS	V150-6.0-6'000	6'000	150.0	125.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 10-2020	10'885.3	6.0	5.43
CT 07	A	Si	VESTAS	V150-6.0-6'000	6'000	150.0	125.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 10-2020	14'535.6	2.9	6.16
CT 08	A	Si	VESTAS	V150-6.0-6'000	6'000	150.0	125.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 10-2020	17'303.4	1.7	6.84
CT 09	A	Si	VESTAS	V150-6.0-6'000	6'000	150.0	125.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 10-2020	11'262.3	1.0	5.34
CT 10	A	Si	VESTAS	V150-6.0-6'000	6'000	150.0	125.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 10-2020	16'651.9	0.5	6.55

Figura 7: stima della produzione per il parco eolico di Tursi

Di seguito una mappa (Figura 8) che stima la risorsa eolica in termini di produzione annua, calcolata tenendo conto della orografia e rugosità del terreno; da questa mappa si può vedere quindi la differente produzione annua sull’area, e quindi stimare in funzione della posizione delle turbine la loro relativa produzione.

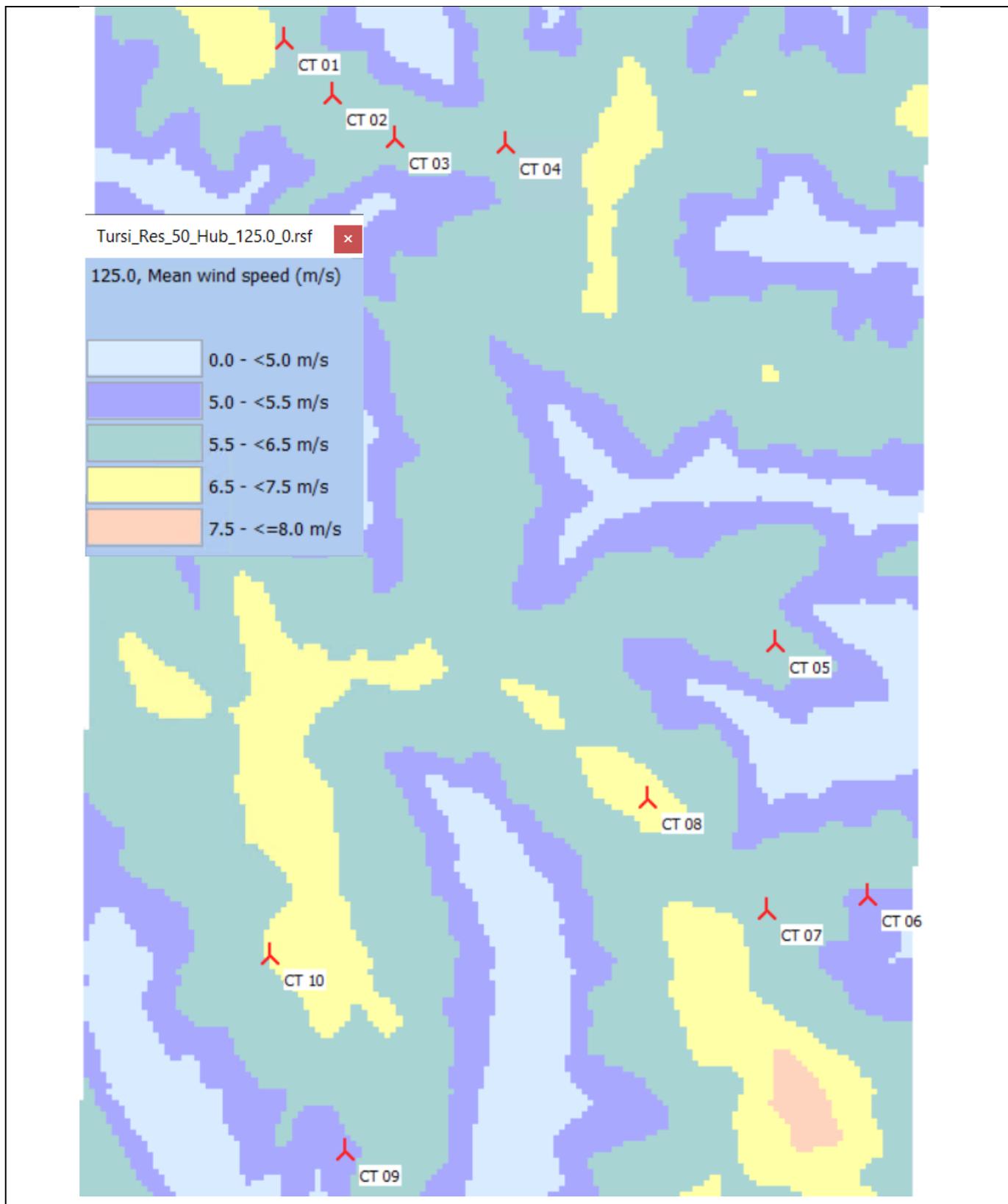


Figura 8: Mappe del vento elaborate con Windpro. Andamento a 125 m su una risoluzione di 50m

8. Conclusioni

Il layout del futuro parco eolico analizzato in questo studio, presenta un livello di risorsa del vento, perfettamente vocata allo sfruttamento eolico. Il parco si trova localizzato nei comuni di Copertino, Leverano e Carmiano nella provincia di Lecce.

Il parco eolico proposto è costituito da 10 aerogeneratori Vestas V150-6.0 con una potenza nominale di 60 MW, ed una altezza al mozzo di 125 m; la progettazione del parco sul territorio è avvenuta tenendo conto dei vincoli, degli aspetti morfologici del territorio e rispettando le distanze che permettano di sfruttare al massimo il vento disponibile.

Sono stati utilizzati i dati a lungo termine provenienti da modello ERA5 insieme al modello Atlas UL Windnavigator, per creare un dato meteorologico affidabile e consistente sul lungo termine.

Infine, mediante il programma Wind Pro e WASP si è calcolata la produzione di energia per aerogeneratore, questo ha tenuto conto dell'effetto scia degli aerogeneratori, della rugosità del terreno e dei rilievi topografici per l'ottimizzazione del layout.

Concludendo, i valori stimati della produzione di energia si sono ridotti per tener conto altre fonti potenziali di perdita di energia quali: disponibilità degli aerogeneratori, perdite elettriche, manutenzione, ed incertezze su misura, modelli, etc. Possiamo dire che il risultato, ottenuto grazie ai diversi modelli, per il sito di Colobraro e Tursi, sia un buon risultato con una produzione di 144586 MWh/anno, che equivale a circa 2.410 ore annuali equivalenti per l'impianto di aerogeneratori considerato, così come riportato in figura 9.

L'area in oggetto è quindi perfettamente votata all'eolico che si configura come un impianto redditizio ed efficiente.

Allegati allo studio, i report con i risultati delle simulazioni

PARK - Risultato principale

Calcolo: 10x V150 6.0_WRF-0.8 reduced_2023.07.05.
Modello di scia N.O. Jensen (RISO/EMD)

Calcolo delle scie eseguito in UTM (north)-WGS84 Zona: 33
Al centro del sito, la differenza tra Nord del sistema di riferimento e Nord Vero è: 0.9°

Metodo di correzione della curva di potenza
Nuovo metodo windPRO (metodo IEC modificato per accordarsi al controllo turbina) <RACCOMANDATO>
Metodo di calcolo della densità dell'aria
Funzione dell'altezza, temperatura da stazione climatica
Stazione: LATRONICO V3 2014
Temperatura di riferimento: 11.2 °C a 896.0 m
Pressione di riferimento: 1013.3 hPa a 0.0 m
Densità dell'aria al Centro Sito, all'altezza di riferimento: 609.2 m + 125.0 m = 1.134 kg/m³ -> 92.5 % dello standard
Umidità relativa: 0.0 %

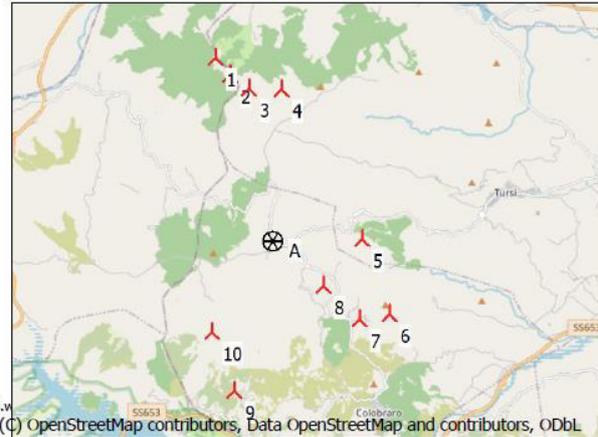
Parametri del modello di scia
Tipo terreno Costante di decadimento scia
Definito dall'utente 0.050

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

Statistica del Vento EMD-WRF Europe+ (ERAS)_N40.23_E016.39 - 150m-Corr0.8.v

Versione WAsP WAsP 12 Version 12.00.0128



Risultati di riferimento a 125.0 m sopra il terreno

Terreno	UTM (north)-WGS84 Zona: 33					Energia del vento	Velocità media	Rugosità equivalente
	Easting	Northing	Nome Oggetto	Dati di Sito	Tipo	[kWh/m²]	[m/s]	
A	618'062	4'454'562	EMD-WRF Europe+_Korr:0.8	WAsP (WAsP 12 Version 12.00.0128)		2'462	6.2	0.0

Produzione annuale stimata del parco eolico

Combinazione di WTG	Risultato PARK [MWh/anno]	Lordo (senza perdite) [MWh/anno]	Perdite di scia [%]	Risultati*)			
				Fattore di capacità [%]	Media per WTG [MWh/anno]	Ore equivalenti [Ore/anno]	Velocità media al mozzo [m/s]
Parco eolico	144'586.2	147'631.1	2.1	27.5	14'458.6	2'410	6.1

*) Basati su perdite in scia e decurtazioni.

Figura 9: Risultato del modello di calcolo per la stima di producibilità del parco eolico Tursi

PARK - Risultato principale

Calcolo: 10x V150 6.0_WRF-0.8 reduced_2023.07.05.
Modello di scia N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calcolo delle scie eseguito in UTM (north)-WGS84 Zona: 33
Al centro del sito, la differenza tra Nord del sistema di riferimento e Nord Vero è: 0.9°

Metodo di correzione della curva di potenza
Nuovo metodo windPRO (metodo IEC modificato per accordarsi al controllo turbina) <RACCOMANDATO>
Metodo di calcolo della densità dell'aria
Funzione dell'altezza, temperatura da stazione climatica
Stazione: LATRONICO V3 2014
Temperatura di riferimento: 11.2 °C a 896.0 m
Pressione di riferimento: 1013.3 hPa a 0.0 m
Densità dell'aria al Centro Sito, all'altezza di riferimento: 609.2 m + 125.0 m = 1.134 kg/m³ -> 92.5 % dello standard
Umidità relativa: 0.0 %

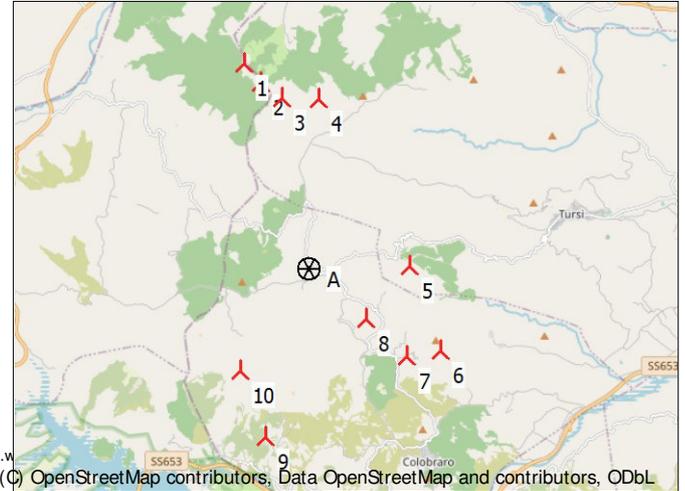
Parametri del modello di scia
Tipo terreno Costante di decadimento scia
Definito dall'utente 0.050

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

Statistica del Vento EMD-WRF Europe+ (ERA5)_N40.23_E016.39 - 150m-Corr0.8.w

Versione WAsP WAsP 12 Version 12.00.0128



Scala 1:200'000
Nuova WTG Dati di Sito

Risultati di riferimento a 125.0 m sopra il terreno

Terreno	UTM (north)-WGS84 Zona: 33	Easting	Northing	Nome Oggetto	Dati di Sito	Tipo	Energia del vento [kWh/m²]	Velocità media [m/s]	Rugosità equivalente
A	618'062	4'454'562	EMD-WRF Europe+ _Korr.0.8	WAsP (WAsP 12 Version 12.00.0128)			2'462	6.2	0.0

Produzione annuale stimata del parco eolico

Combinazione di WTG	Risultati							
	Risultato PARK [MWh/anno]	Lordo (senza perdite) [MWh/anno]	Perdite di scia [%]	Fattore di capacità [%]	Media per WTG [MWh/anno]	Ore equivalenti [Ore/anno]	Velocità media al mozzo [m/s]	
Parco eolico	144'586.2	147'631.1	2.1	27.5	14'458.6	2'410	6.1	

*) Basati su perdite in scia e decurtazioni.

Energia annuale calcolata per ciascuna delle 10 nuove WTG, per un totale di 60.0 MW nominali installati

Statistica	Tipo di WTG		Tipo generatore	Potenza nominale [kW]	Diametro rotore [m]	Altezza mozzo [m]	Curva di potenza		Produzione annuale		
	Valida	Produttore					Creata	Nome	Risultato [MWh/anno]	Perdite di scia [%]	Velocità del vento imperturbato [m/s]
1 A	Si	VESTAS	V150-6.0-6'000	6'000	150.0	125.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 10-2020	15'388.7	0.8	6.26
2 A	Si	VESTAS	V150-6.0-6'000	6'000	150.0	125.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 10-2020	15'674.2	2.6	6.41
3 A	Si	VESTAS	V150-6.0-6'000	6'000	150.0	125.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 10-2020	14'908.3	1.4	6.19
4 A	Si	VESTAS	V150-6.0-6'000	6'000	150.0	125.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 10-2020	14'026.5	2.8	6.04
5 A	Si	VESTAS	V150-6.0-6'000	6'000	150.0	125.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 10-2020	13'950.1	1.7	5.98
6 A	Si	VESTAS	V150-6.0-6'000	6'000	150.0	125.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 10-2020	10'885.3	6.0	5.43
7 A	Si	VESTAS	V150-6.0-6'000	6'000	150.0	125.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 10-2020	14'535.6	2.9	6.16
8 A	Si	VESTAS	V150-6.0-6'000	6'000	150.0	125.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 10-2020	17'303.4	1.7	6.84
9 A	Si	VESTAS	V150-6.0-6'000	6'000	150.0	125.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 10-2020	11'262.3	1.0	5.34
10 A	Si	VESTAS	V150-6.0-6'000	6'000	150.0	125.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 10-2020	16'651.9	0.5	6.55

I risultati di produzione annuale includono le perdite indicate. In fase decisionale, andranno considerate ulteriori perdite e incertezze.

Posizione delle WTG

UTM (north)-WGS84 Zona: 33
Easting Northing Z Dati/Descrizione
[m]

1 Nuova	616'289	4'459'957	461.3	VESTAS V150-6.0 6000	150.0	!O!	hub: 125.0 m (TOT: 200.0 m) (47)
2 Nuova	616'724	4'459'473	476.3	VESTAS V150-6.0 6000	150.0	!O!	hub: 125.0 m (TOT: 200.0 m) (48)
3 Nuova	617'287	4'459'096	490.0	VESTAS V150-6.0 6000	150.0	!O!	hub: 125.0 m (TOT: 200.0 m) (49)
4 Nuova	618'269	4'459'066	526.1	VESTAS V150-6.0 6000	150.0	!O!	hub: 125.0 m (TOT: 200.0 m) (50)
5 Nuova	620'724	4'454'681	492.9	VESTAS V150-6.0 6000	150.0	!O!	hub: 125.0 m (TOT: 200.0 m) (51)
6 Nuova	621'575	4'452'446	399.5	VESTAS V150-6.0 6000	150.0	!O!	hub: 125.0 m (TOT: 200.0 m) (52)
7 Nuova	620'684	4'452'305	557.7	VESTAS V150-6.0 6000	150.0	!O!	hub: 125.0 m (TOT: 200.0 m) (53)

continua alla pagina successiva...

Progetto:
Tursi

Utente autorizzato:
wpd AG
Stephanitorsbollwerk 3 (Haus LUV)
DE-28211 Bremen
+49 7142 77810
Marlen Vragel / m.vragel@wpd.de
Redatto il:
05.07.2023 09:10/3.6.361

PARK - Risultato principale

Calcolo: 10x V150 6.0_WRF-0.8 reduced_2023.07.05.

...continua dalla pagina precedente

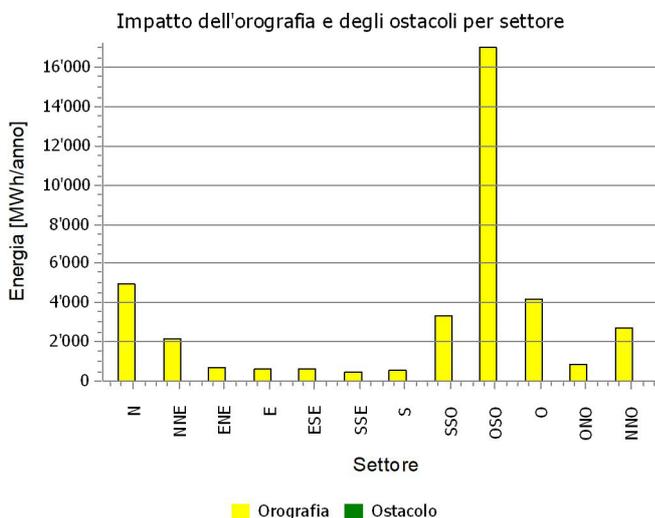
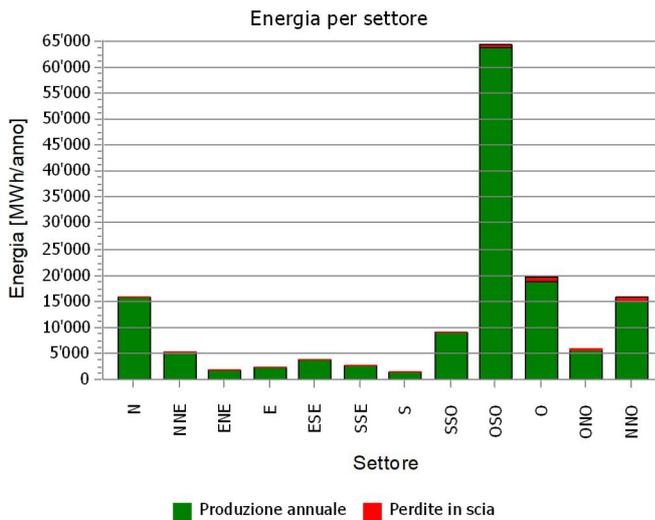
	UTM (north)-WGS84 Zona: 33			
	Easting	Northing	Z	Dati/Descrizione
			[m]	
8 Nuova	619'608	4'453'278	643.7	VESTAS V150-6.0 6000 150.0 !O! hub: 125.0 m (TOT: 200.0 m) (54)
9 Nuova	616'986	4'450'114	337.3	VESTAS V150-6.0 6000 150.0 !O! hub: 125.0 m (TOT: 200.0 m) (55)
10 Nuova	616'290	4'451'840	644.3	VESTAS V150-6.0 6000 150.0 !O! hub: 125.0 m (TOT: 200.0 m) (56)

PARK - Analisi della produzione

Calcolo: 10x V150 6.0_WRF-0.8 reduced_2023.07.05. WTG: Tutte le WTG nuove, densità dell'aria variabile con la posizione della WTG: 1.130 kg/m³ - 1.164 kg/m³

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]	10'967.3	2'964.2	1'100.3	1'711.0	3'328.8	2'224.2	855.8	5'754.7	47'324.4	15'301.2	5'016.7	13'017.9	109'566.5
+ Incremento dovuto all'orografia [MWh]	4'922.8	2'171.1	722.1	641.7	580.6	499.1	513.9	3'328.5	17'007.9	4'148.0	842.9	2'686.0	38'064.7
-Perdite dovute alle scie [MWh]	140.7	77.6	18.3	107.6	215.9	143.1	22.6	75.7	453.6	742.5	349.5	697.8	3'044.9
Energia risultante [MWh]	15'749.4	5'057.7	1'804.0	2'245.1	3'693.5	2'580.3	1'347.0	9'007.5	63'878.7	18'706.7	5'510.2	15'006.1	144'586.2
Energia specifica [kWh/m ²]													818
Energia specifica [kWh/kW]													2'410
Incremento dovuto all'orografia [%]	44.9	73.2	65.6	37.5	17.4	22.4	60.0	57.8	35.9	27.1	16.8	20.6	34.74
Perdite dovute alle scie [%]	0.9	1.5	1.0	4.6	5.5	5.3	1.7	0.8	0.7	3.8	6.0	4.4	2.06
Utilizzazione [%]	36.4	35.2	36.1	36.6	35.1	34.0	37.0	30.1	29.7	33.6	35.5	36.7	32.3
Tempo di operatività [Ore/anno]	869	432	261	329	461	361	264	550	1'934	978	538	855	7'832
Ore equivalenti [Ore/anno]	262	84	30	37	62	43	22	150	1'065	312	92	250	2'410



PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: 10x V150 6.0_WRF-0.8 reduced_2023.07.05. WTG: 1 - VESTAS V150-6.0 6000 150.0 !O!, Altezza mozzo: 125.0 m
Nome: Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 10-2020
Fonte: Manufacturer

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 ²
2020-10-13	EMD	01.03.2021	01.03.2021	25.0	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0.34

Document no. 0098-0749 V01.

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]	9'110	14'101	19'046	23'539	27'391	30'516
VESTAS V150-6.0 6000 150.0 !O! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 10-2020	[MWh]	9'228	14'297	19'248	23'580	27'050	29'590
Valore di controllo	[%]	-1	-1	-1	0	1	3

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/m²), 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/m³

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Cp	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3.0	40.0	0.14	3.0	0.86
3.5	135.0	0.29	3.5	0.84
4.0	253.0	0.36	4.0	0.81
4.5	391.0	0.40	4.5	0.79
5.0	563.0	0.42	5.0	0.78
5.5	775.0	0.43	5.5	0.78
6.0	1032.0	0.44	6.0	0.79
6.5	1337.0	0.45	6.5	0.79
7.0	1633.0	0.46	7.0	0.79
7.5	2101.0	0.46	7.5	0.79
8.0	2565.0	0.46	8.0	0.79
8.5	3086.0	0.46	8.5	0.78
9.0	3657.0	0.46	9.0	0.77
9.5	4231.0	0.46	9.5	0.73
10.0	4777.0	0.44	10.0	0.67
10.5	5258.0	0.42	10.5	0.61
11.0	5642.0	0.39	11.0	0.55
11.5	5867.0	0.36	11.5	0.48
12.0	5956.0	0.32	12.0	0.42
12.5	5988.0	0.28	12.5	0.36
13.0	5998.0	0.25	13.0	0.32
13.5	6000.0	0.23	13.5	0.28
14.0	6000.0	0.20	14.0	0.25
14.5	6000.0	0.18	14.5	0.22
15.0	6000.0	0.16	15.0	0.20
15.5	6000.0	0.15	15.5	0.18
16.0	6000.0	0.14	16.0	0.16
16.5	6000.0	0.12	16.5	0.15
17.0	5842.0	0.11	17.0	0.13
17.5	5585.0	0.10	17.5	0.12
18.0	5353.0	0.08	18.0	0.10
18.5	5121.0	0.07	18.5	0.09
19.0	4887.0	0.07	19.0	0.08
19.5	4655.0	0.06	19.5	0.07
20.0	4424.0	0.05	20.0	0.06
20.5	4196.0	0.04	20.5	0.06
21.0	3966.0	0.04	21.0	0.05
21.5	3723.0	0.03	21.5	0.04
22.0	3495.0	0.03	22.0	0.04
22.5	3259.0	0.03	22.5	0.03
23.0	3012.0	0.02	23.0	0.03
23.5	2806.0	0.02	23.5	0.03
24.0	2580.0	0.02	24.0	0.02
24.5	2288.0	0.01	24.5	0.02
25.0	2044.0	0.01	25.0	0.02

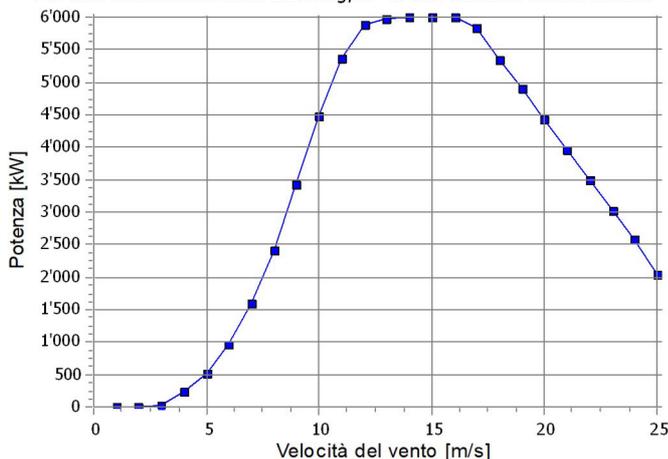
Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1.150 kg/m³ Nuovo metodo windPRO (metodo IEC modificato per accordarsi al controllo turbina) <RACCOMANDATO>

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	27.7	0.10	2.50- 3.50	54.5	54.5	0.4
4.0	230.1	0.35	3.50- 4.50	222.0	276.5	1.8
5.0	525.9	0.41	4.50- 5.50	490.8	767.4	5.0
6.0	965.5	0.44	5.50- 6.50	840.3	1'607.7	10.4
7.0	1'585.5	0.45	6.50- 7.50	1'241.0	2'848.7	18.5
8.0	2'403.6	0.46	7.50- 8.50	1'633.6	4'482.3	29.1
9.0	3'418.0	0.46	8.50- 9.50	1'939.3	6'421.6	41.7
10.0	4'486.9	0.44	9.50-10.50	2'056.4	8'478.1	55.1
11.0	5'377.3	0.40	10.50-11.50	1'928.6	10'406.7	67.6
12.0	5'878.5	0.33	11.50-12.50	1'598.2	12'004.9	78.0
13.0	5'987.7	0.27	12.50-13.50	1'193.6	13'198.5	85.8
14.0	5'999.8	0.22	13.50-14.50	835.5	14'034.0	91.2
15.0	6'000.0	0.17	14.50-15.50	558.7	14'592.7	94.8
16.0	6'000.0	0.14	15.50-16.50	357.5	14'950.2	97.2
17.0	5'842.0	0.12	16.50-17.50	213.0	15'163.1	98.5
18.0	5'353.0	0.09	17.50-18.50	115.3	15'278.4	99.3
19.0	4'887.0	0.07	18.50-19.50	58.9	15'337.2	99.7
20.0	4'424.0	0.05	19.50-20.50	28.6	15'365.8	99.9
21.0	3'966.0	0.04	20.50-21.50	13.2	15'379.0	99.9
22.0	3'495.0	0.03	21.50-22.50	5.8	15'384.9	100.0
23.0	3'012.0	0.02	22.50-23.50	2.5	15'387.4	100.0
24.0	2'580.0	0.02	23.50-24.50	1.1	15'388.4	100.0
25.0	2'044.0	0.01	24.50-25.50	0.3	15'388.7	100.0

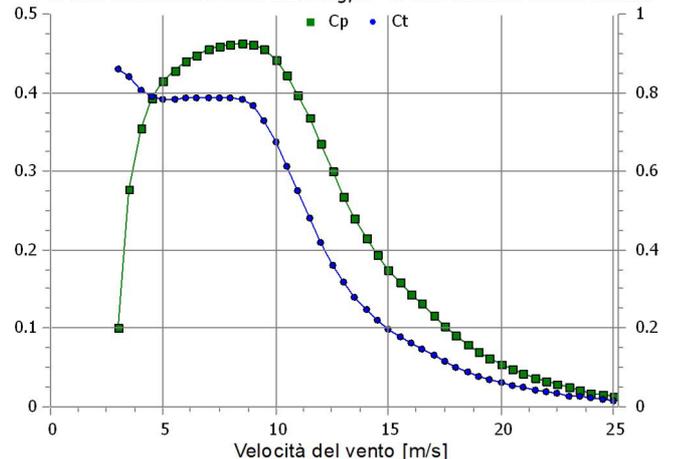
Curva di potenza

Per una densità dell'aria: 1.150 kg/m³ e dati climatici di riferimento



Curve Cp e Ct

Per una densità dell'aria: 1.150 kg/m³ e dati climatici di riferimento



Progetto:
Tursi

Utente autorizzato:
wpd AG
Stephanitorsbollwerk 3 (Haus LUV)
DE-28211 Bremen
+49 7142 77810
Marlen Vragel / m.vragel@wpd.de
Redatto il:
05.07.2023 09:10/3.6.361

PARK - Terreno

Calcolo: 10x V150 6.0_WRF-0.8 reduced_2023.07.05. Dati di Sito: A - EMD-WRF Europe+_Korr.0.8

Ostacoli:

0 ostacoli usati

Rugosità:

Il calcolo usa i seguenti files .map:

L:\PE\Wind\02_projects\Italy\2_New_projects\Tursi e Colobraro\09_WindPRO\Rauigkeitslinien_Tursi e Colobraro_nachdigitalisiert.wpo
Min X: 588'892, Max X: 648'763, Min Y: 4'424'674, Max Y: 4'486'631, Ampiezza: 59'870 m, Altezza: 61'957 m

Orografia:

Il calcolo usa i seguenti files .map:

L:\PE\Wind\02_projects\Italy\2_New_projects\Tursi e Colobraro\09_WindPRO\Contours\Contours.map.wpo
Min X: 598'264, Max X: 638'284, Min Y: 4'434'227, Max Y: 4'475'496, Ampiezza: 40'020 m, Altezza: 41'269 m

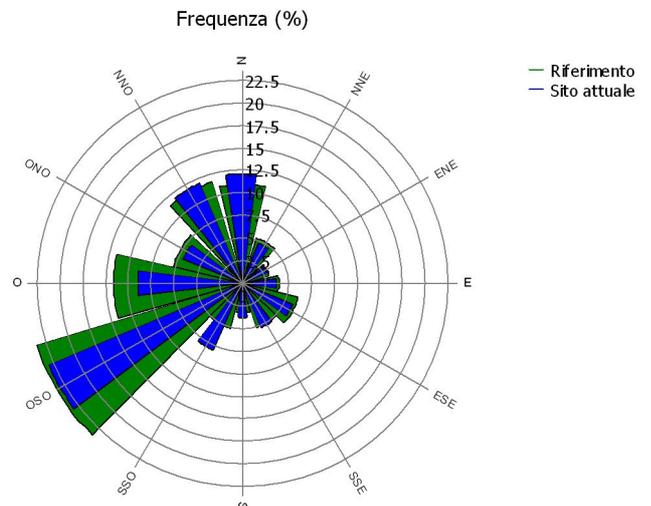
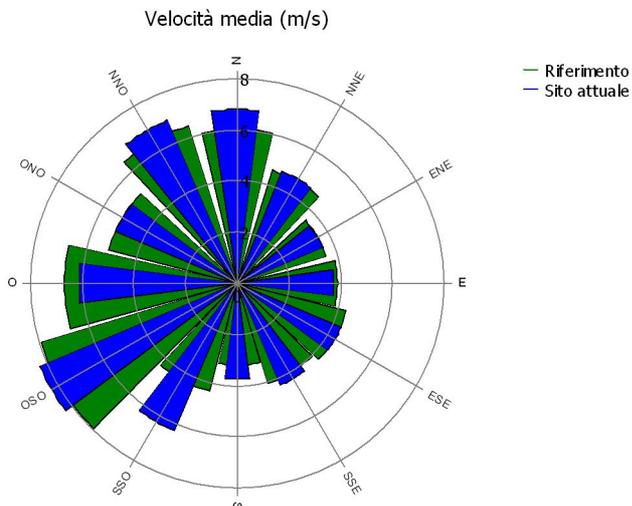
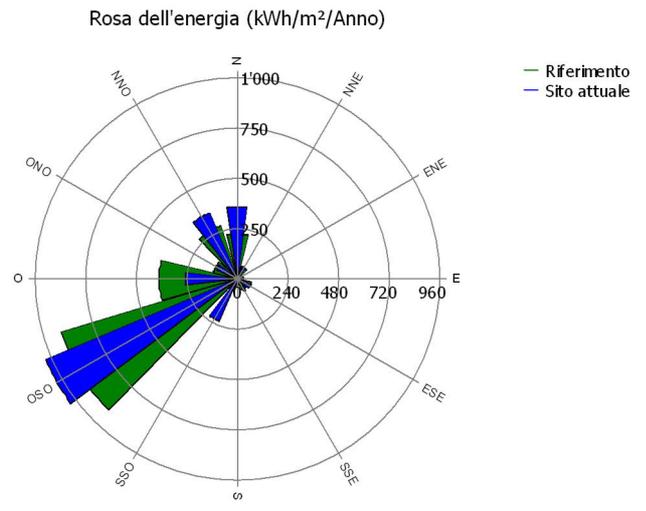
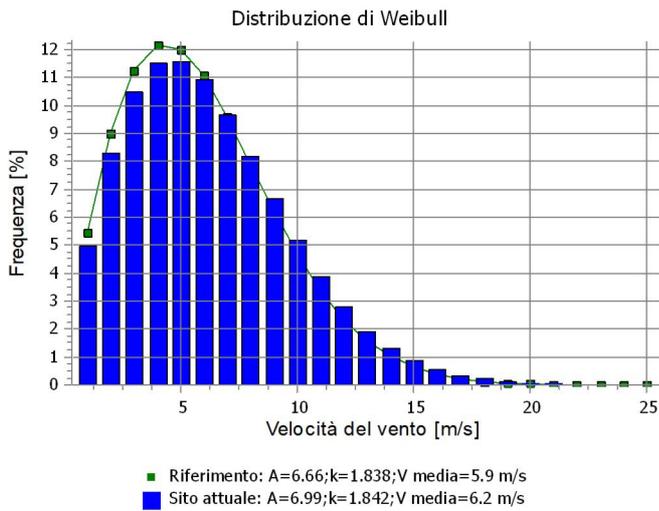
PARK - Analisi dei Dati di vento

Calcolo: 10x V150 6.0_WRF-0.8 reduced_2023.07.05. Dati di vento: A - EMD-WRF Europe+_Korr.0.8; Altezza mozzo: 125.0

Coordinate del sito
UTM (north)-WGS84 Zone: 33
Est: 618'062 Nord: 4'454'562
Statistica del Vento
EMD-WRF Europe+ (ERA5)_N40.23_E016.39 - 150m-Corr0.8.wws

Parametri Weibull

Settore	Sito attuale				Riferimento: classe di Rugosità 1			
	Parametro A	Velocità del vento [m/s]	Parametro k	Frequenza [%]	Parametro A	Parametro k	Frequenza [%]	
0 N	7.67	6.79	2.127	12.1	6.79	2.170	11.0	
1 NNE	5.23	4.69	1.592	4.8	5.17	1.702	5.2	
2 ENE	3.92	3.58	1.373	2.9	3.96	1.401	3.1	
3 E	4.14	3.73	1.510	3.7	4.30	1.517	4.0	
4 ESE	4.84	4.37	1.510	6.0	4.80	1.525	6.3	
5 SSE	4.72	4.31	1.385	5.3	4.45	1.395	5.1	
6 S	4.07	3.73	1.354	3.8	3.50	1.359	3.3	
7 SSO	7.02	6.25	1.752	8.1	4.80	1.481	5.1	
8 OSO	9.32	8.28	2.701	23.0	8.90	2.741	23.5	
9 O	6.91	6.12	2.068	11.4	7.53	2.179	14.1	
10 ONO	5.73	5.11	1.701	7.0	5.76	1.735	7.7	
11 NNO	7.80	6.91	2.252	12.0	7.26	2.308	11.7	
Tutti	6.99	6.21	1.842	100.0	6.66	1.838	100.0	



PARK - Analisi dei Dati di vento

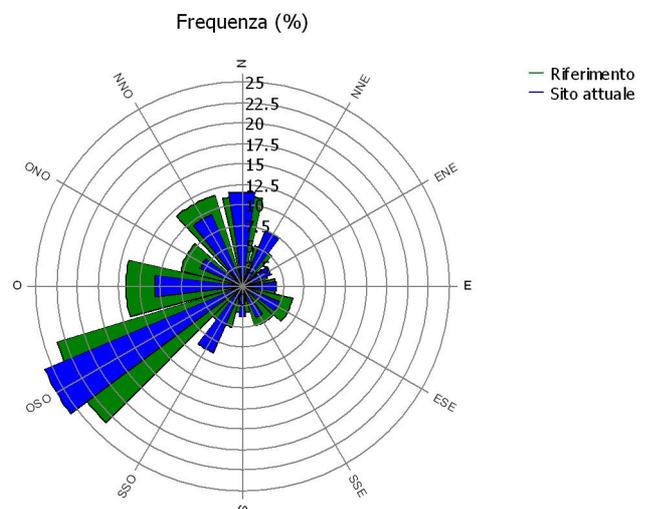
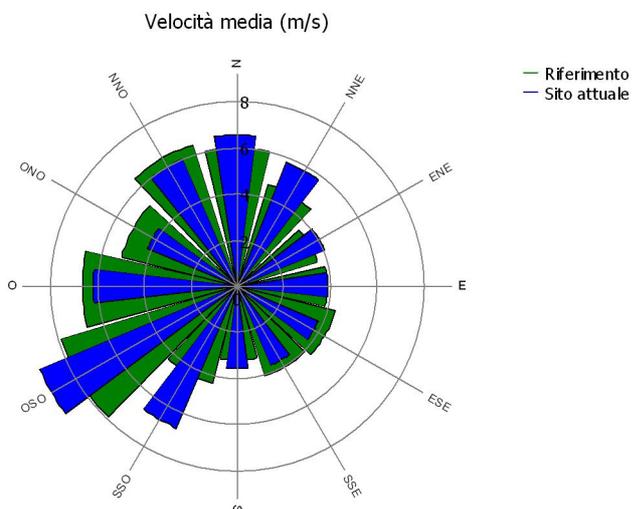
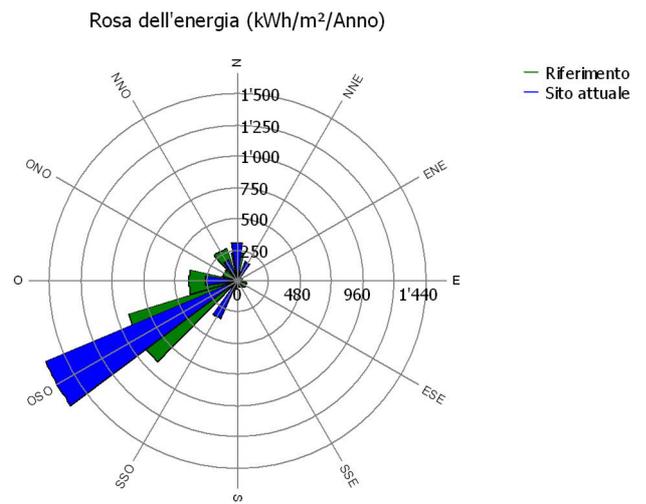
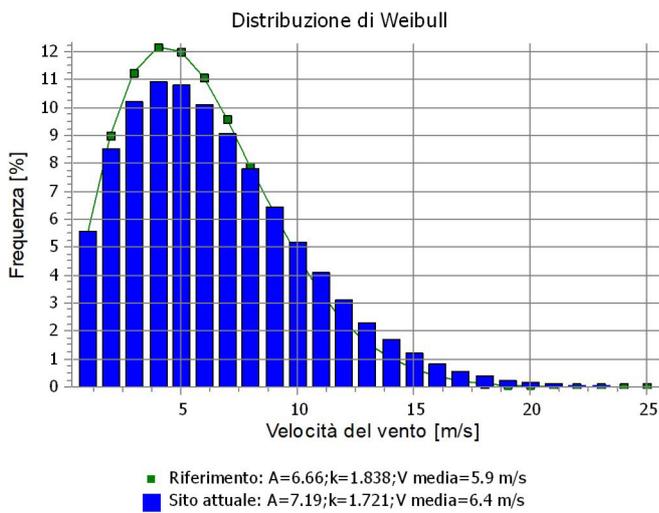
Calcolo: 10x V150 6.0_WRF-0.8 reduced_2023.07.05. Dati di vento: A - EMD-WRF Europe+_Korr.0.8; Altezza mozzo: 125.0

Coordinate del sito
UTM (north)-WGS84 Zone: 33
Est: 616'724 Nord: 4'459'473
CT 02 - VESTAS V150-6.0 6000 150.0 !OI hub: 125.0 m (TOT: 200.0 m)
(48)

Statistica del Vento
EMD-WRF Europe+ (ERA5)_N40.23_E016.39 - 150m-Corr0.8.wws

Parametri Weibull

Settore	Sito attuale				Riferimento: classe di Rugosità 1			
	Parametro A	Velocità del vento [m/s]	Parametro k	Frequenza [%]	Parametro A	Parametro k	Frequenza [%]	
0 N	7.43	6.58	2.154	11.6	6.79	2.170	11.0	
1 NNE	6.50	5.79	1.740	7.3	5.17	1.702	5.2	
2 ENE	4.47	4.08	1.393	3.8	3.96	1.401	3.1	
3 E	4.32	3.89	1.514	4.1	4.30	1.517	4.0	
4 ESE	4.21	3.79	1.514	4.9	4.80	1.525	6.3	
5 SSE	4.06	3.71	1.381	4.1	4.45	1.395	5.1	
6 S	3.88	3.55	1.361	3.7	3.50	1.359	3.3	
7 SSO	7.48	6.69	1.650	8.9	4.80	1.481	5.1	
8 OSO	10.38	9.21	2.549	26.0	8.90	2.741	23.5	
9 O	6.98	6.19	1.975	10.6	7.53	2.179	14.1	
10 ONO	4.70	4.20	1.689	5.5	5.76	1.735	7.7	
11 NNO	6.75	5.98	2.268	9.5	7.26	2.308	11.7	
Tutti	7.19	6.41	1.721	100.0	6.66	1.838	100.0	



PARK - Curva di potenza del parco

Calcolo: 10x V150 6.0_WRF-0.8 reduced_2023.07.05.

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	1'197	1'105	1'159	1'158	1'162	1'054	990	1'044	1'157	1'159	1'160	1'060	995	1'039
4.5	3'619	3'453	3'553	3'552	3'558	3'366	3'230	3'335	3'549	3'554	3'554	3'375	3'237	3'328
5.5	7'215	6'924	7'096	7'098	7'105	6'775	6'539	6'715	7'090	7'100	7'099	6'792	6'553	6'702
6.5	12'461	11'971	12'260	12'261	12'274	11'720	11'330	11'620	12'249	12'265	12'262	11'747	11'353	11'599
7.5	19'606	18'851	19'297	19'300	19'319	18'467	17'863	18'309	19'280	19'306	19'301	18'506	17'898	18'278
8.5	28'766	27'691	28'326	28'332	28'361	27'141	26'276	26'917	28'302	28'340	28'335	27'195	26'325	26'874
9.5	39'456	38'197	38'970	38'952	39'007	37'525	36'469	37'294	38'944	38'957	38'980	37'575	36'518	37'261
10.5	49'501	48'458	49'139	49'099	49'163	47'863	46'895	47'711	49'124	49'102	49'145	47'896	46'929	47'703
11.5	56'814	56'221	56'623	56'594	56'637	55'862	55'243	55'791	56'637	56'594	56'632	55'884	55'263	55'813
12.5	59'524	59'381	59'489	59'480	59'491	59'290	59'109	59'258	59'485	59'480	59'488	59'297	59'103	59'286
13.5	59'967	59'952	59'964	59'963	59'964	59'943	59'923	59'939	59'963	59'963	59'964	59'944	59'922	59'943
14.5	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000
15.5	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000
16.5	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000	60'000
17.5	55'850	55'992	55'903	55'906	55'899	56'070	56'194	56'093	55'906	55'905	55'902	56'063	56'187	56'098
18.5	51'210	51'315	51'249	51'251	51'246	51'372	51'465	51'391	51'251	51'250	51'248	51'367	51'461	51'392
19.5	46'550	46'635	46'582	46'583	46'579	46'682	46'757	46'697	46'583	46'583	46'581	46'678	46'754	46'699
20.5	41'960	42'029	41'986	41'987	41'984	42'066	42'127	42'079	41'987	41'986	41'985	42'063	42'125	42'080
21.5	37'230	37'290	37'252	37'253	37'251	37'323	37'376	37'334	37'254	37'253	37'252	37'320	37'374	37'335
22.5	32'590	32'637	32'607	32'608	32'606	32'662	32'703	32'671	32'608	32'608	32'607	32'660	32'702	32'671
23.5	28'060	28'093	28'072	28'073	28'072	28'112	28'141	28'118	28'073	28'073	28'072	28'110	28'140	28'118
24.5	22'880	22'916	22'893	22'894	22'892	22'936	22'968	22'942	22'894	22'894	22'893	22'934	22'966	22'943
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:

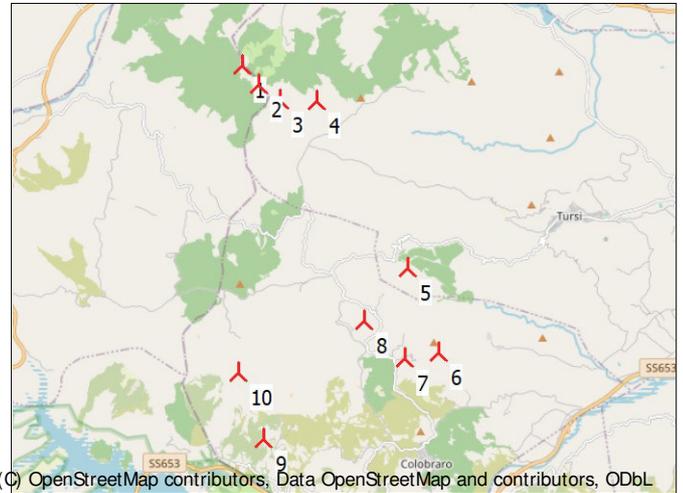
Nel menu " Risultato su file" è disponibile anche l' opzione " Velocità del vento entro il parco eolico" . Essa può essere utilizzata per estrarre (e.g. con Excel) le perdite indotte dalle scie sulla velocità del vento misurata.

PARK - Distanze tra le WTG

Calcolo: 10x V150 6.0_WRF-0.8 reduced_2023.07.05.

Distanze tra le WTG

Z	WTG più vicina	Z	Distanza orizzontale [m]	Distanza in Diametri Rotore
1	2	2	651	4.3
2	1	1	651	4.3
3	2	2	677	4.5
4	3	3	982	6.5
5	8	8	1'793	12.0
6	7	7	902	6.0
7	6	6	902	6.0
8	7	7	1'450	9.7
9	10	10	1'861	12.4
10	9	9	1'861	12.4
Min			651	4.3
Max			644.3	12.4



Scala 1:200'000

⚙ Nuova WTG

Progetto:
Tursi

Utente autorizzato:
wpd AG
Stephanitorsbollwerk 3 (Haus LUV)
DE-28211 Bremen
+49 7142 77810
Marlen Vragel / m.vragel@wpd.de
Redatto il:
05.07.2023 09:10/3.6.361

PARK - Info Statistica di Vento

Calcolo: 10x V150 6.0_WRF-0.8 reduced_2023.07.05.

Dati per il calcolo della Statistica del Vento

File	L:\PE\Wind\02_projects\Italy\2_New_projects\Tursi e Colobraro\09_WindPRO\EMD-WRF Europe+ (ERA5)_N40.23_E016.39 - 150m-Corr0.8.wws
Nome	EMD-WRF Europe+ (ERA5)_N40.23_E016.39 - 150m-Corr0.8
Paese	Italy
Fonte	User
Coordinate mast	UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Est: 618'062 Nord: 4'454'562
Creato	10.08.2021
Modificato	10.08.2021
Settori	12
Versione WAsP	WAsP 12 Version 12.00.0128
Sistema di coordinate	UTM (north)-WGS84 Zona: 33
Altezza di dislocamento	Nessuna

Ulteriori informazioni sulla Statistica

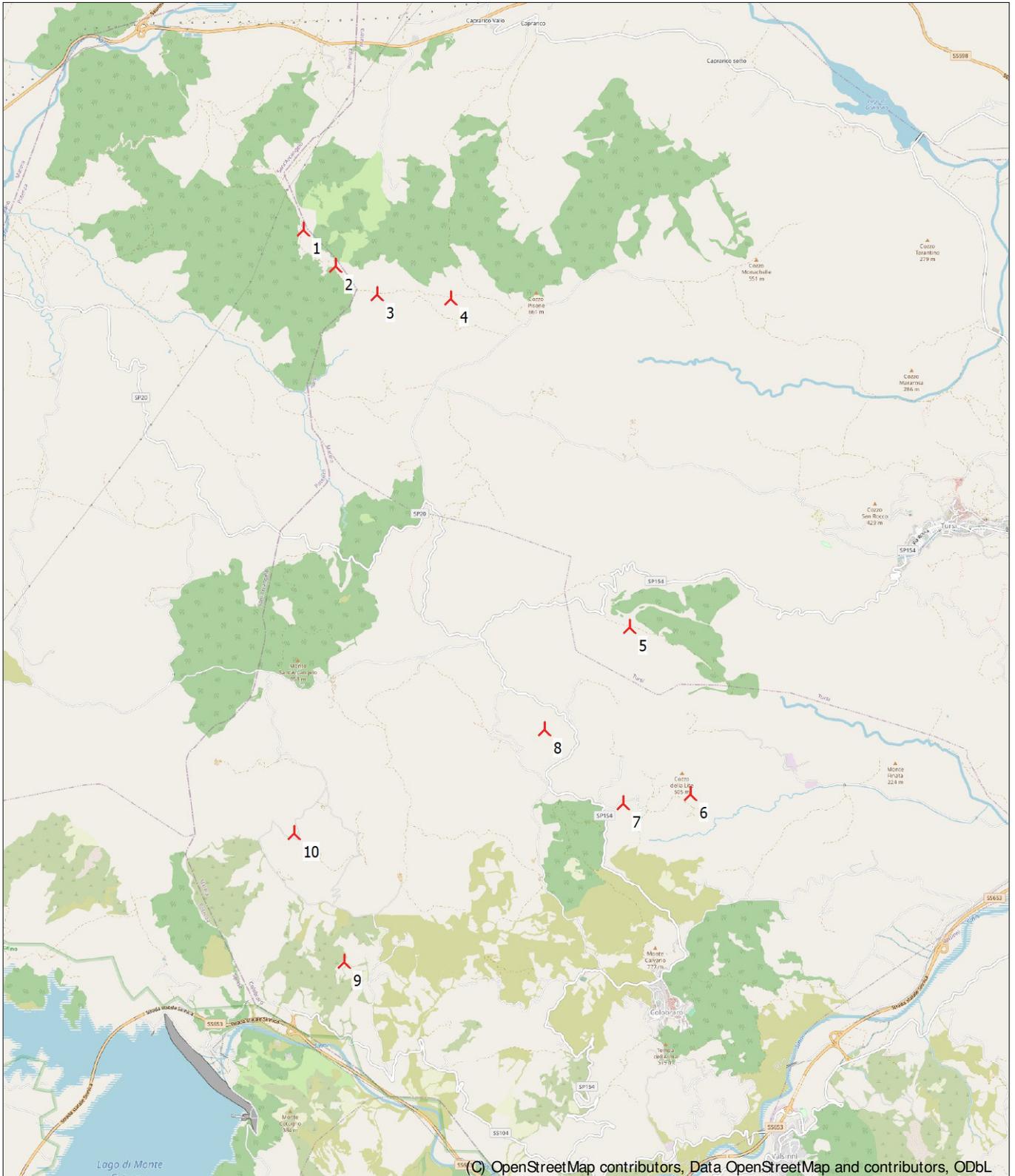
Fonte dati	EMD-WRF Europe+ (ERA5)_N40.233177_E016.387817 (1)
Dati dal	01.01.2001
al	01.01.2021
Periodo di misura	240.0 mesi
Tasso di recupero	100.0 %
Periodo di misura effettivo	240.0 mesi

Commento

Per ottenere un risultato corretto, la Statistica del Vento deve essere stata calcolata con lo STESSO modello e parametrizzazione selezionati in questo calcolo. Versioni di WAsP precedenti alla 10.0 non presentano variazioni sostanziali, ma nelle versioni successive le modifiche applicate hanno effetto sulla Statistica del Vento. Analogamente, WAsP CFD deve sempre utilizzare Statistiche di Vento calcolate con WAsP CFD.

PARK - Mappa

Calcolo: 10x V150 6.0_WRF-0.8 reduced_2023.07.05.



0 1 2 3 4 km

Mappa: EMD OpenStreetMap , Scala di stampa 1:75'000, Centro mappa UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Est: 618'932 Nord: 4'455'036

▲ Nuova WTG