



COMUNE DI TROIA

PROVINCIA DI FOGGIA



COMUNE DI ORSARA DI PUGLIA

PROVINCIA DI FOGGIA

Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica di 6 aerogeneratori con potenza di 36 MW e opere di connessione alla RTN, sito nei comuni di Troia (FG) e Orsara di Puglia (FG), in località "Cancarro"

PROGETTO DEFINITIVO

Asseverazione delle caratteristiche anemologiche

COD. ID.				
Livello prog.	Tipo documentazione	N. elaborato	Data	Scala
PD	Definitiva	4.2.6.6	07/2022	

Nome file	
-----------	--

REVISIONI					
REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	LUGLIO 2022	PRIMA EMISSIONE	PERNIOLA	MAGNOTTA	MAGNOTTA

COMMITTENTE:



Italgen S.p.A

Via Kennedy,37
24020 Villa di Serio (BG), Italia
P.IVA 02605580162

PROGETTAZIONE:



MAXIMA INGEGNERIA S.R.L.

via Marco Partipilo n.48 - 70124 BARI
pec: gpsd@pec.it
P.IVA: 06948690729

RELAZIONE SULLO STUDIO DI PRODUCIBILITÀ DEL PARCO EOLICO

INDICE

1	PREMESSA	2
2	ATTIVITÀ SVOLTE	3
3	METODOLOGIA DI ANALISI	3
4	DATI DI INPUT	5
4.1	MODELLO DIGITALE OROGRAFICO	5
4.2	DENSITÀ DELL'AREA	5
4.3	RISORSA EOLICA	6
4.3.1	RISORSA EOLICA DI RIFERIMENTO	6
4.3.2	VALUTAZIONE DEI DATI MISURATI	6
4.3.3	SHEAR	6
4.3.4	CARATTERISTICHE DI VENTOSITÀ PREVISTE AL SITO	7
4.3.5	DATI TECNICI AEROGENERATORE	9
5	STIMA DI PRODUZIONE ENERGETICA	10
6	CONCLUSIONI	10

1 PREMESSA

La presente Relazione Tecnica è parte integrante della proposta progettuale avanzata dalla società Italgem S.p.A., con sede legale in via Kennedy, 37 a Villa Di Serio (BG), promotrice del seguente progetto definitivo per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica con potenza complessiva di 36 MW e delle relative opere di connessione alla stazione RTN con sezione di raccolta 36 kV e trasformazione 150/36 kV ubicata nei comuni di Troia e Orsara di Puglia, in provincia di Foggia (FG), in località "Cancarro".

Il futuro impianto sarà costituito da un numero complessivo di 6 aerogeneratori del tipo Siemens Gamesa SG 6.0-170 o similari, per una potenza nominale complessiva dell'impianto eolico di 36 MW, e dalle opere di connessione ad un futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) a 380/150 kV denominata "Troia".

La valutazione tecnica è eseguita con l'ausilio di un software di simulazione specifico per la progettazione degli impianti eolici WIND PRO®, costituito da un insieme di moduli di elaborazione orientati alla simulazione di una moltitudine di aspetti che caratterizzano le diverse fasi progettuali.

Il progetto per la realizzazione del parco eolico in oggetto prevede l'installazione di 6 aerogeneratori del tipo Siemens Gamesa SG 6.0-170, della potenza nominale pari a 6,0 MW, per una potenza nominale complessiva pari a 36 MW, sito in località "Cancarro" nel territorio comunale di Troia e Orsara di Puglia, in provincia di Foggia (FG).

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

Tale valutazione viene eseguita tenendo in conto anche dell'esistenza di altre turbine già installate ed in esercizio in area limitrofa e degli aerogeneratori di potenziale futura installazione il cui iter autorizzativo è noto alla scrivente ad attualmente in fase di screening ai fini di una corretta valutazione delle potenziali mutue interferenze e/o delle perdite indotte per i potenziali effetti scia.

Il modello di turbina che si intende adottare è del tipo SG 6.0 – 170 o similari. Tale aerogeneratore possiede una potenza nominale di 6.0 MW ed è allo stato attuale una macchina tra le più avanzate tecnologicamente; sarà inoltre fornito delle necessarie certificazioni rilasciate da organismi internazionali.

Le dimensioni di riferimento della turbina proposta sono le seguenti: D (diametro rotore) fino a 170 m, Hmozzo (altezza torre) fino a 115 m, Hmax (altezza della torre più raggio pala) fino a 200 m.

L'aerogeneratore preso come modello per lo studio è del tipo SG6.0–170, con altezza mozzo fino a 115 m.

Nella tabella seguente si riportano le coordinate degli aerogeneratori di progetto nel sistema di riferimento delle coordinate UTM WGS84 – 33N.

WTG	E	N
WTG1	521850.75	4575926.55
WTG2	521339.11	4575901.08
WTG3	520878.51	4575452.99
WTG4	520453.85	4575181.39
WTG5	520927.31	4573869.89
WTG6	521316.76	4574727.76

2 ATTIVITÀ SVOLTE

Per le finalità di questo studio sono state eseguite le seguenti attività:

- Valutazione, correzione e correlazione della velocità del vento in sito sulla base di statistiche di vento elaborate sull'area derivanti da una modellazione basata su una griglia di punti di misura a 40 m s.l.t.
- Analisi e stima previsionale dell'energia annuale attesa dalla produzione della Turbina;
- Analisi e stima previsionale dell'energia annuale prodotta dall'aerogeneratore al netto di tutte le perdite rilevanti;
- Analisi dell'incertezza e calcolo dei livelli percentili della produzione energetica attesa dalla turbina.

Il sito di installazione è localizzato nel sud dell'Italia, in regione Puglia nelle aree agricole dei Comuni di Troia e Orsara di Puglia (FG).

Nell'intorno del punto di installazione l'area si presenta a carattere collinare con il suolo che, anche per tutta l'area limitrofa, evidenzia una variabilità topografica ed altimetrica non trascurabile tali da classificare il suolo come discretamente complesso. È stata elaborata la stima di produzione energetica considerando lo stato attuale e quindi tenendo in conto la presenza delle turbine già installate site in area limitrofa al fine di valutare eventuali interferenze. Per via dell'importante presenza di altri aerogeneratori individuati nell'area limitrofa all'impianto di progetto e quindi l'impossibilità di censire tutti gli aerogeneratori presenti, si è deciso di assegnare per tutti il modello di turbina più diffuso nell'area di interesse.

Nel suo insieme l'area in esame risulta certamente essere ben esposta ai venti dominanti che provengono sostanzialmente dal settore Sud Ovest.

3 METODOLOGIA DI ANALISI

Per la stima di produzione attesa è stato approntato un modello di simulazione. Il programma utilizzato è WIND PRO con implementazione di WAsP che è uno dei principali e più completi strumenti di analisi del vento attualmente disponibile sul mercato. Il software è stato usato per la creazione dell'atlante europeo del vento che mira a stabilire la base meteorologica per la valutazione dei potenziali eolici.

Il funzionamento del software è piuttosto semplice:

- I dati di input necessari alla determinazione delle mappe eoliche sono:
 - L'orografia della zona interessata;
 - I dati sul vento (velocità e direzione) di almeno un punto dell'area considerata;

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica di 6 aerogeneratori con potenza di 36 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel comune di Troia (FG) e Orsara di Puglia (FG) in località "Cancarro"	Luglio 2022
---	--	-------------

- Caratteristiche di "rugosità" del terreno;
- Eventuali ostacoli.
- L'output è costituito dal cosiddetto Wind Atlas o atlante del vento ovvero una climatologia del vento della zona considerata con cui è possibile elaborare una mappa eolica della zona in esame e, una volta scelto il sito dove installare l'impianto eolico, è inoltre capace di calcolare la producibilità annua di una singola macchina e di una intera Wind Farm portando in conto le eventuali interferenze tra le pale dovute all'effetto scia e l'eventuale presenza di ostacoli che possono alterare la distribuzione del vento.

L'algoritmo è rappresentabile attraverso un diagramma di flusso:

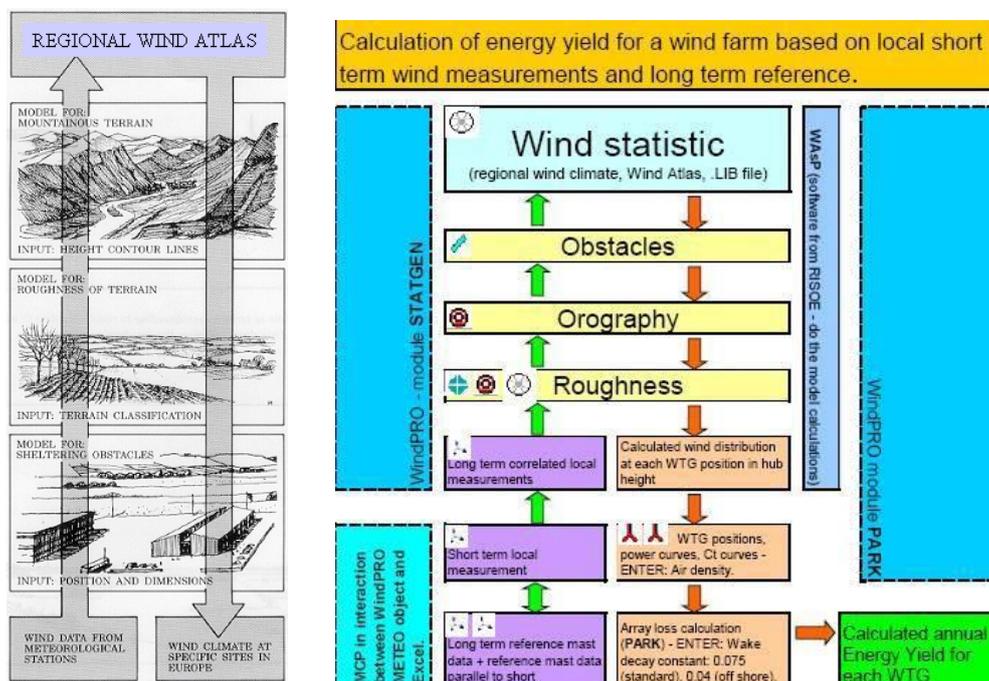


Figura 1 - Diagramma di flusso del programma WASP/Wpro

Il software WINDPRO utilizza come piattaforma di calcolo WASP, arricchendolo di altre funzionalità di verifica e di correlazione tra i dati quali il modulo MCP (measure-correlate-predict), che consente di mettere in relazione tra loro i dati di diverse stazioni di misura e sfruttare serie storiche di lungo periodo per avere una climatologia con basse incertezze. In generale il modulo mette in relazione set di dati di sensori differenti che possono appartenere anche allo stesso mast (palo-stazione di misura), con lo scopo di ricostruire dati mancanti ad una data altezza.

Con i dati elementari di velocità del vento a disposizione è stata costruita la curva di durata sperimentale, che esprime il tempo durante il quale un determinato valore della velocità del vento è superato. Tale curva è in generale ben rappresentata mediante una distribuzione di probabilità di Weibull, la cui cumulata è data dalla formula:

$$F(U) = 1 - \exp\left\{-\left(\frac{U}{A}\right)^k\right\}$$

dove U è il valore della velocità media relativo allo step-time stabilito per il rilevamento e F(U) è la probabilità del tempo complessivo in cui tale velocità non viene superata.

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica di 6 aerogeneratori con potenza di 36 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel comune di Troia (FG) e Orsara di Puglia (FG) in località "Cancarro"	Luglio 2022
---	--	-------------

Di tale distribuzione, indicata talvolta come curva di durata teorica, vengono stimati i due parametri intrinseci, cioè la velocità caratteristica A e il fattore di forma k, mediante regressione sui dati sperimentali applicata dopo la linearizzazione della distribuzione stessa.

La legenda riportata accanto al grafico della distribuzione che approssima l'istogramma indica i parametri caratteristici stimati della distribuzione Weibull (A = parametro di scala, k = parametro di forma). U è la velocità media rilevata che coincide con la media della distribuzione. Il valore di P indica la potenza per unità di superficie contenuta nella vena fluida della massa d'aria; tale grandezza dipende dal cubo della velocità del vento e dà la vera misura del contenuto energetico della risorsa ventosa.

Per quanto riguarda l'aspetto più propriamente energetico è di particolare importanza la potenza specifica PV, intesa come potenza che fluisce attraverso l'unità di superficie esposta perpendicolarmente al vento di velocità V; essa è data da:

$$P_V = \frac{1}{2} \rho V^3$$

Dove ρ è la densità dell'aria, che nelle elaborazioni si assume pari al valore stimato in sito in base all'altitudine e temperatura media annua.

4 DATI DI INPUT

4.1 MODELLO DIGITALE OROGRAFICO

Il modello digitale del terreno DTM (Digital Terrain Model) è stato estrapolato dal grid disponibile in download dal satellite, georeferenziato, sovrapposto, confrontato e adeguato con le curve di livello presenti sulla cartografia ufficiale IGM 1:25.000 con uno step di 10 m. Il modello digitale ottenuto copre un'area di 20x20 Km e trova un buon riscontro con l'andamento orografico verificato in sito.

4.2 DENSITÀ DELL'AREA

La densità dell'aria in sito è stata calcolata basandosi sui dati climatologici (disponibili nel database di WindPro) relativi alla stazione più vicina all'area di progetto e riportata di seguito. La densità dell'aria media valutata all'altezza del mozzo delle turbine è stata calcolata in virtù della sua posizione geografica e varia tra 1.151 e 1.174 kg/m³.

Tale valore di densità viene quindi utilizzato per il calcolo del rendimento energetico della turbina prendendo in considerazione ed elaborandone il nuovo valore a seconda dell'orografia, dell'altitudine e dell'altezza del mozzo.

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica di 6 aerogeneratori con potenza di 36 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel comune di Troia (FG) e Orsara di Puglia (FG) in località "Cancarro"	Luglio 2022
---	--	-------------

4.3 RISORSA EOLICA

4.3.1 RISORSA EOLICA DI RIFERIMENTO

Lo studio è stato condotto utilizzando delle statistiche di vento elaborate sull'area derivanti da una modellazione basata su una griglia di punti misurati da una stazione di misura con sensori alle quote di 30, 40 e 50 m s.l.t. con disponibilità dei dati superiore a 1 anno, correlati successivamente con stazioni storiche pubbliche e dati satellitari che hanno un grado di affidabilità specifico dipendente dalle fonti originali disponibili, dall'orografia, dalla rugosità e dal riscontro del modello. La presente stima sebbene eseguita perseguendo un principio di corretta stima del valore più probabile non ha carattere di asseverazione.

4.3.2 VALUTAZIONE DEI DATI MISURATI

L'intensità di vento caratteristica prevista nei punti di installazione della turbina ad altezza mozzo, è stata stimata basandosi principalmente su una statistica di vento calcolata sulla base dei dati anemometrici di sito relativi ad una serie disponibile di dati di circa 1 anno, sono poi state utilizzate procedure di correlazione dati e stabilizzazione di lungo termine della statistica di vento con altra stazione metereologica.

4.3.3 SHEAR

Il wind shear, o legge di potenza indica la variazione verticale della velocità del vento al variare dell'altezza dal suolo ed è calcolato sulla base di due altezze di monitoraggio utilizzando il profilo della legge di potenza espressa come:

$$\alpha = \frac{\ln(V_{z_1}) / \ln(Z_1)}{\ln(V_{z_2}) / \ln(Z_2)}$$

Con

V_{z_1} = velocità del vento misurata all'altezza 1 [m/s]

V_{z_2} = velocità del vento misurata all'altezza 2 [m/s]

Z_1 = altezza di misura 1 sul livello del suolo [m]

Z_2 = altezza di misura 2 sul livello del suolo [m]

Il Wind shear è fortemente dipendente dalle altezze di riferimento, dal range di velocità, dalle direzioni e dalla stagionalità. A seguire l'immagine che mostra l'andamento del profilo utilizzato per i calcoli e la rispondenza con il profilo reale descritto dalla stazione di misura in sito.

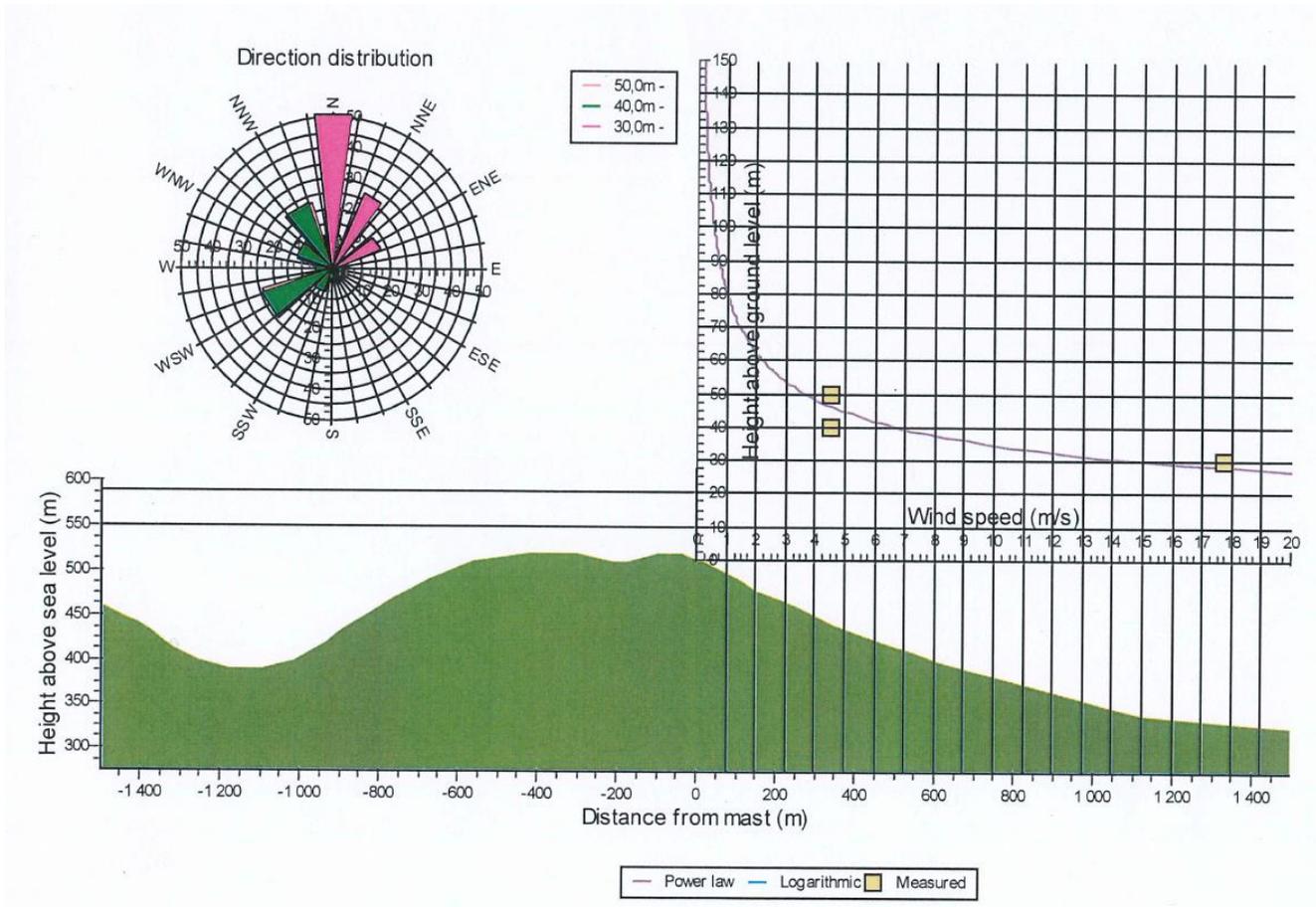


Figura 2 - Profilo verticale calcolato con i dati del vento disponibili alle altezze di 30, 40 e 50 metri

4.3.4 CARATTERISTICHE DI VENTOSITÀ PREVISTE AL SITO

Sulla base dei dati di input, ed in relazione alla orografia e rugosità del sito si riportano le caratteristiche anemologiche previste nel punto di installazione, al mozzo della turbina che può considerarsi quella mediamente rappresentativa.

Parametri Weibull

Settore	Sito attuale				Riferimento: classe di Rugosità 1			
	Parametro A [m/s]	Velocità del vento [m/s]	Parametro k	Frequenza [%]	Parametro A [m/s]	Parametro k	Frequenza [%]	
0 N	7,51	6,68	1,811	12,5	5,66	1,770	9,8	
1 NNE	4,05	3,69	1,404	2,9	3,06	1,450	2,5	
2 ENE	3,41	3,06	1,592	2,4	2,68	1,530	2,2	
3 E	3,77	3,35	1,857	3,2	3,39	1,880	3,7	
4 ESE	3,10	2,78	1,604	2,3	2,91	1,620	2,6	
5 SSE	3,24	2,95	1,393	2,1	2,67	1,370	2,1	
6 S	4,45	4,04	1,436	3,2	3,41	1,520	2,9	
7 SSO	9,42	8,43	1,654	10,1	6,62	1,510	7,0	
8 OSO	10,71	9,49	2,068	19,9	8,90	2,130	21,7	
9 O	7,39	6,65	1,541	7,9	6,69	1,550	8,9	
10 ONO	6,04	5,42	1,572	13,4	5,44	1,570	15,2	
11 NNO	7,73	6,85	1,959	20,1	6,56	2,030	21,4	
Tutti	7,50	6,75	1,549	100,0	6,22	1,571	100,0	

Figura 3 – Dati anemometro

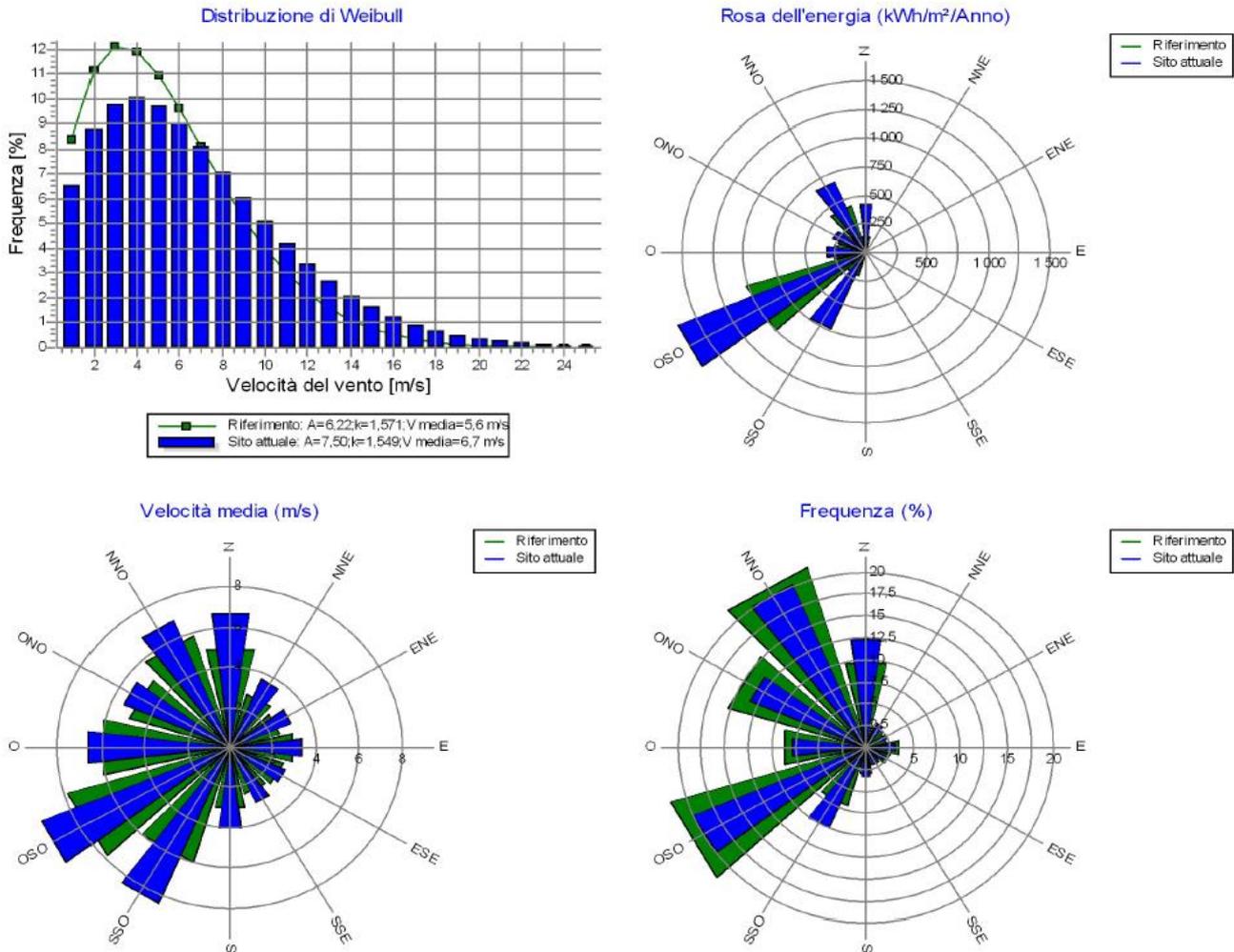


Figura 4 - Rosa dei venti anemometri

4.3.5 DATI TECNICI AEROGENERATORE

A seguire, si riportano le caratteristiche tecniche dell'aerogeneratore di progetto con evidenza della curva di potenza utilizzata nel modello di simulazione:

SIEMENS GAMESA SG 6.0/6.2 - 170

Curva di potenza della turbina Siemens Gamesa SG 6.0 - 170 con altezza del mozzo 115 m utilizzata nella stima della produzione energetica:



5 STIMA DI PRODUZIONE ENERGETICA

In allegato viene proposta la tabella di sintesi della stima di produzione energetica ed i dati tecnici della turbina utilizzata nell'analisi.

Nel calcolo eseguito si è tenuto in conto anche del deficit di produzione legato alle perdite tecniche stimate nella percentuale del 10% e dettagliate nei paragrafi successivi.

Le tabelle proposte mostrano quindi informazioni circa: produzione lorda, netta, produzione al netto delle perdite di scia e produzione al netto delle perdite di scia e delle perdite tecniche.

6 CONCLUSIONI

Con l'installazione del modello di aerogeneratore ipotizzato per una potenza complessiva di 36 MW, è stata calcolata una resa energetica certamente soddisfacente che prevede una produzione netta pari a 97078,8 MWh annui corrispondenti a 2697 ore equivalenti/anno, pur decurtando una percentuale di perdite tecniche pari al 10 %.

Progetto:

Troia e Orsara di Puglia

PARK - Risultato principale

Calcolo: Siemens Gamesa SG170 (6 WTG)

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

Configurazione del calcolo

Modalità di calcolo densità dell'aria: Individuale per ciascuna WTG
 Risultato per WTG, all'altezza del mozzo: 1,151 kg/m³ a 1,174 kg/m³
 Densità dell'aria rispetto a quella standard 95,8 %
 Altezza del mozzo s.l.m. 408,0 m a 605,0 m
 Temperatura media annuale al mozzo 12,1 °C a 13,4 °C
 Pressione alle WTG 942,9 hPa a 965,3 hPa

Parametri del modello di scia

Costante di decadimento di scia 0,075 Open farmland

Impostazioni calcolo scie

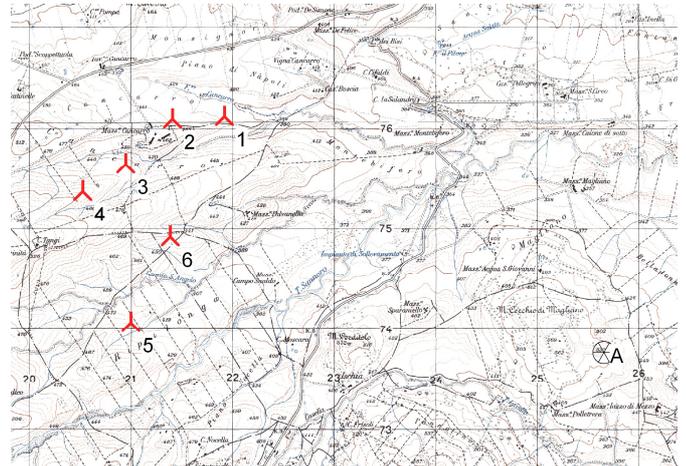
Angolo [°] Velocità del vento [m/s]
 inizio fine passo inizio fine passo
 0,5 360,0 1,0 0,5 30,5 1,0

Statistica del Vento

IT Default Meteo data description - 50,00 m.wws

WASP version

WASP 6-9 for Windows RVEA0011 1, 0, 0, 13



Nuova WTG

Scala 1:75 000
 Dati di Sito

Risultati chiave a 50,0 m sopra il terreno

Terreno UTM WGS84 Zona: 33

Est	Nord	Nome Oggetto	Dati di Sito	Tipo	Energia del vento [kWh/m²]	Velocità media [m/s]	Rugosità equivalente
A 525 595	4 573 571	site data per Wasp calculation	WASP (WASP 6-9 for Windows RVEA0011 1, 0, 0, 13)		3 864	6,7	0,1

Produzione annuale stimata del parco eolico

Combinazione di WTG	Risultato PARK [MWh/y]	Risultato-10,0% [MWh]	Lordo (senza perdite) [MWh/y]	Efficienza parco [%]	Fattore di capacità [%]	Media per WTG [MWh/y]	Ore equivalenti [Ore/anno]	Velocità media al mozzo [m/s]	Specific results ^{a)}
									Media
Parco eolico	107 865,3	97 078,8	117 167,9	92,1	30,8	16 179,8	2 697	6,6	

^{a)} Based on Risultato-10,0%

Energia annuale calcolata per ciascuna delle 6 nuove WTG, per un totale di 36,0 MW nominali installati

Tipo di WTG	Terreno	Valida	Prod.	Tipo generatore	Potenza nominale [kW]	Diametro rotore [m]	Altezza mozzo [m]	Curva di potenza		Produzione annuale		Parco	
								Creata da	Nome	Risultato [MWh]	Risultato-10,0% [MWh]	Efficienza [%]	Velocità media [m/s]
1 A	Si	Siemens	SG 6.0-170-6 000	6 000	170,0	115,0	USER	Developer Package SG 6.0-170	17 739,8	15 966	91,5	6,58	
2 A	Si	Siemens	SG 6.0-170-6 000	6 000	170,0	115,0	USER	Developer Package SG 6.0-170	18 695,9	16 826	92,6	6,77	
3 A	Si	Siemens	SG 6.0-170-6 000	6 000	170,0	115,0	USER	Developer Package SG 6.0-170	17 422,5	15 680	89,5	6,60	
4 A	Si	Siemens	SG 6.0-170-6 000	6 000	170,0	115,0	USER	Developer Package SG 6.0-170	19 358,9	17 423	94,7	6,83	
5 A	Si	Siemens	SG 6.0-170-6 000	6 000	170,0	115,0	USER	Developer Package SG 6.0-170	17 177,7	15 460	94,7	6,32	
6 A	Si	Siemens	SG 6.0-170-6 000	6 000	170,0	115,0	USER	Developer Package SG 6.0-170	17 470,4	15 723	89,4	6,64	

Posizione delle WTG

UTM WGS84 Zona: 33

	Est	Nord	Z	Dati/Descrizione
	UTM WGS84 Zona: 33			[m]
1 Nuova	521 851	4 575 927	420,0	Siemens SG 6.0-170 6000 170,0 !O! hub: 115,0 m (1)
2 Nuova	521 339	4 575 901	448,3	Siemens SG 6.0-170 6000 170,0 !O! hub: 115,0 m (2)
3 Nuova	520 879	4 575 453	457,4	Siemens SG 6.0-170 6000 170,0 !O! hub: 115,0 m (3)
4 Nuova	520 454	4 575 181	490,0	Siemens SG 6.0-170 6000 170,0 !O! hub: 115,0 m (4)
5 Nuova	520 927	4 573 870	432,6	Siemens SG 6.0-170 6000 170,0 !O! hub: 115,0 m (14)
6 Nuova	521 317	4 574 728	447,4	Siemens SG 6.0-170 6000 170,0 !O! hub: 115,0 m (15)

^{a)} Nelle perdite in scia è inclusa l'influenza di 33 WTG circostanti, che hanno lo status di "WTG di riferimento". V. relazione a parte per identificarle.

Progetto:

Troia e Orsara di Puglia

PARK - WTG di riferimento

Calcolo: Siemens Gamesa SG170 (6 WTG)

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

Configurazione del calcolo

Modalità di calcolo densità dell'aria: Individuale per ciascuna WTG
 Risultato per WTG, all'altezza del mozzo: 1,151 kg/m³ a 1,174 kg/m³
 Densità dell'aria rispetto a quella standard 95,8 %
 Altezza del mozzo s.l.m. 408,0 m a 605,0 m
 Temperatura media annuale al mozzo 12,1 °C a 13,4 °C
 Pressione alle WTG 942,9 hPa a 965,3 hPa

Parametri del modello di scia

Costante di decadimento di scia 0,075 Open farmland

Impostazioni calcolo scie

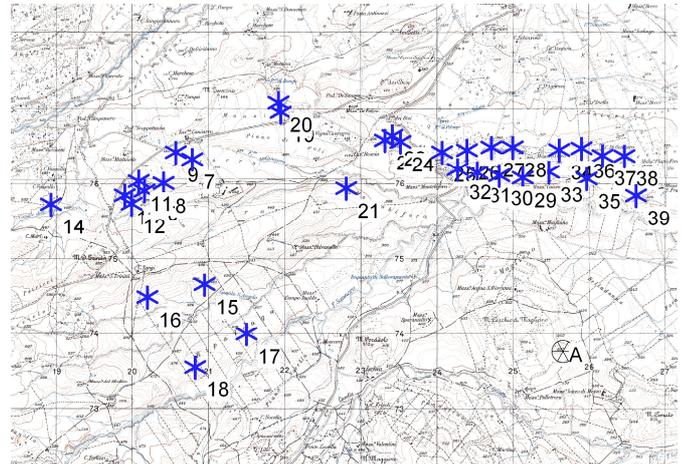
Angolo [°] Velocità del vento [m/s]
 inizio fine passo inizio fine passo
 0,5 360,0 1,0 0,5 30,5 1,0

Statistica del Vento

IT Default Meteo data description - 50,00 m.wws

WASP version

WASP 6-9 for Windows RVEA0011 1, 0, 0, 13



Scala 1:100 000

▲ Nuova WTG

* WTG preesistente

⊗ Dati di Sito

Risultati chiave a 50,0 m sopra il terreno

Terreno UTM WGS84 Zona: 33

Est	Nord	Z	Nome Oggetto	Dati di Sito	Tipo	Velocità media [m/s]	Rugosità equivalente [m]
A 525 595	4 573 571	515,0	site data per Wasp calculation	WASP (WASP 6-9 for Windows RVEA0011 1, 0, 0, 13)		6,7	0,1

Energia annuale calcolata per ciascuna delle 33 WTG di riferimento, per un totale di 66,0 MW nominali installati

Terreno	Tipo di WTG		Tipo generatore	Potenza nominale [kW]	Diametro rotore [m]	Altezza mozzo [m]	Curva di potenza		Senza nuove WTG [MWh]	Fattore di bontà [%]
	Valida	Prod.					Creata da	Nome		
7 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	3 834,3	0
8 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	4 053,0	0
9 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	4 096,7	0
10 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	3 509,9	0
11 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	4 386,3	0
12 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	3 694,3	0
13 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	4 609,2	0
14 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	3 753,9	0
15 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	3 895,7	0
16 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	3 769,3	0
17 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	3 585,3	0
18 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	4 134,4	0
19 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	3 850,4	0
20 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	4 433,5	0
21 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	4 181,2	0
22 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	4 449,2	0
23 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	3 439,7	0
24 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	3 699,0	0
25 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	4 032,9	0
26 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	4 222,7	0
27 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	4 052,3	0
28 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	4 065,0	0
29 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	3 834,0	0
30 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	3 869,1	0
31 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	3 941,1	0
32 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	4 121,2	0
33 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	4 034,4	0
34 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	4 126,2	0
35 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	3 962,0	0

continua alla pagina successiva...

Progetto:

Troia e Orsara di Puglia

PARK - WTG di riferimento**Calcolo: Siemens Gamesa SG170 (6 WTG)**

...continua dalla pagina precedente

Terreno	Tipo di WTG		Tipo generatore	Potenza nominale [kW]	Diametro rotore [m]	Altezza mozzo [m]	Curva di potenza		Senza nuove WTG [MWh]	Fattore di bontà [%]
	Valida	Prod.					Creata da	Nome		
36 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	4 085,3	0
37 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	4 055,4	0
38 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	4 038,7	0
39 A	Si	VESTAS	V80-2.0MW-2 000	2 000	80,0	78,0	EMD	Mode 0	4 008,3	0

Posizione delle WTG**UTM WGS84 Zona: 33**

	UTM WGS84 Zona: 33		Z	Dati/Descrizione
	Est	Nord		
7	520 718	4 576 134	461,0	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (1)
8	520 341	4 575 814	490,1	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (2)
9	520 500	4 576 228	462,1	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (3)
10	520 090	4 575 714	500,0	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (4)
11	520 011	4 575 839	500,0	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (5)
12	519 918	4 575 537	494,2	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (6)
13	519 831	4 575 653	500,0	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (7)
14	518 858	4 575 536	482,9	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (8)
15	520 879	4 574 463	452,5	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (9)
16	520 126	4 574 293	472,4	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (10)
17	521 428	4 573 806	420,0	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (11)
18	520 755	4 573 366	468,4	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (12)
19	521 881	4 576 757	436,4	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (13)
20	521 852	4 576 888	435,2	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (14)
21	522 740	4 575 748	403,8	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (15)
22	523 250	4 576 383	400,0	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (16)
23	523 349	4 576 445	383,8	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (17)
24	523 454	4 576 361	390,2	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (18)
25	524 002	4 576 225	363,2	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (19)
26	524 331	4 576 252	371,1	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (20)
27	524 653	4 576 290	363,5	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (21)
28	524 932	4 576 289	360,0	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (22)
29	525 062	4 575 886	354,0	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (23)
30	524 754	4 575 916	360,9	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (24)
31	524 465	4 575 955	370,1	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (25)
32	524 208	4 576 000	377,6	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (26)
33	525 408	4 575 966	350,0	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (27)
34	525 545	4 576 258	350,0	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (28)
35	525 902	4 575 875	341,7	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (29)
36	525 834	4 576 280	343,4	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (30)
37	526 112	4 576 182	340,4	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (31)
38	526 403	4 576 176	330,8	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (32)
39	526 553	4 575 651	330,0	VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! hub: 78,0 m (33)

Progetto:

Troia e Orsara di Puglia

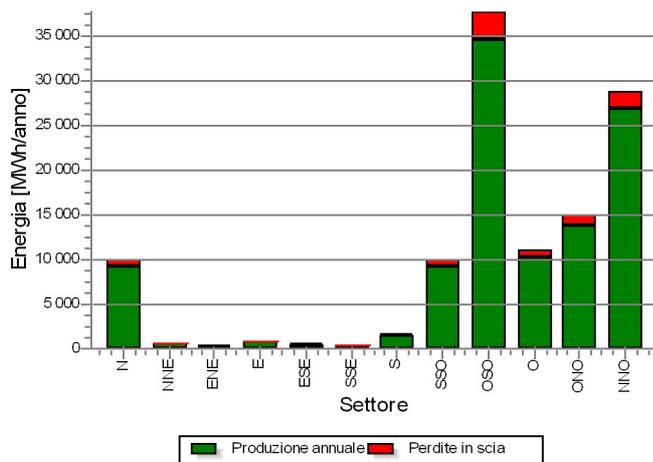
PARK - Analisi della produzione

Calcolo: Siemens Gamesa SG170 (6 WTG) **WTG:** Tutte le WTG nuove, densità dell'aria variabile con la posizione della WTG: 1,151 kg/m³ - 1,174 kg/m³

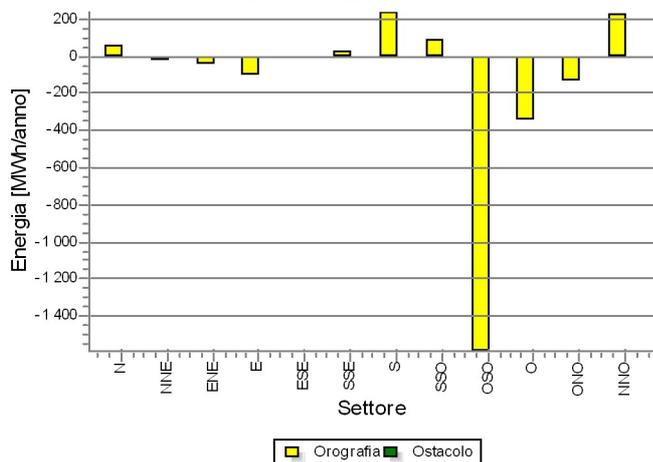
Analisi direzionale

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]	10 024,7	680,6	368,8	978,4	537,8	463,0	1 408,3	9 818,0	39 340,0	11 423,2	15 061,3	28 659,9	118 764,0
+Incremento dovuto all'orografia	[MWh]	53,7	-19,5	-39,1	-105,7	0,1	30,0	239,5	89,4	-1 590,3	-344,2	-134,3	224,4	-1 596,1
-Perdite dovute alle scie	[MWh]	800,5	91,9	65,9	134,4	31,2	41,9	125,8	743,3	3 232,0	763,2	1 224,0	2 048,6	9 302,6
Energia risultante	[MWh]	9 277,9	569,2	263,9	738,3	506,7	451,1	1 522,0	9 164,1	34 517,7	10 315,8	13 703,0	26 835,7	107 865,3
Energia specifica	[kWh/m ²]													792
Energia specifica	[kWh/kW]													2 996
Incremento dovuto all'orografia	[%]	0,5	-2,9	-10,6	-10,8	0,0	6,5	17,0	0,9	-4,0	-3,0	-0,9	0,8	-1,34
Perdite dovute alle scie	[%]	7,9	13,9	20,0	15,4	5,8	8,5	7,6	7,5	8,6	6,9	8,2	7,1	7,94
Utilizzazione	[%]	28,5	34,2	31,4	34,9	37,9	36,0	30,6	19,9	20,0	21,0	25,9	27,2	23,2
Tempo di operatività	[Ore/anno]	764	193	166	279	209	173	255	594	1 619	696	1 193	1 703	7 845
Ore equivalenti	[Ore/anno]	258	16	7	21	14	13	42	255	959	287	381	745	2 996

Energia per settore



Impatto dell'orografia e degli ostacoli per settore



Progetto:

Troia e Orsara di Puglia

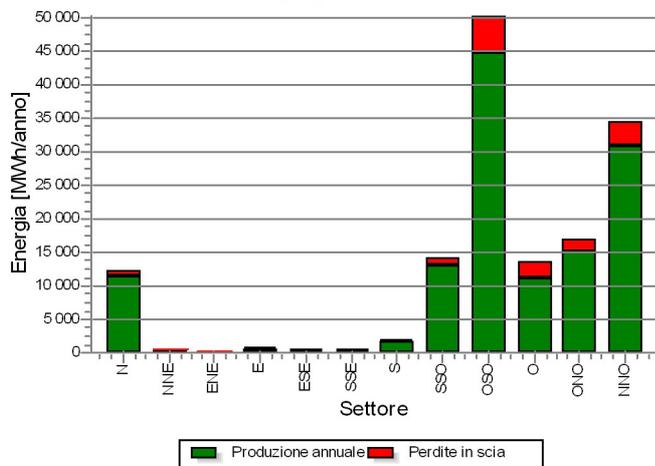
PARK - Analisi della produzione

Calcolo: Siemens Gamesa SG170 (6 WTG) **WTG:** Tutte le WTG preesistenti, densità dell'aria variabile con la posizione della WTG: 1,151 kg/m³ - 1,174 kg/m³

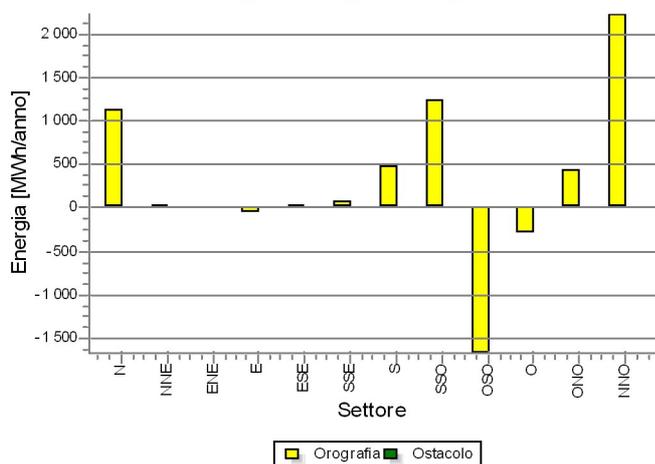
Analisi direzionale

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]	11 105,0	574,1	284,8	763,6	417,7	384,2	1 392,5	12 878,1	51 947,7	13 893,0	16 454,2	32 102,2	142 197,0
+Incremento dovuto all'orografia	[MWh]	1 133,0	27,8	-10,1	-63,0	28,7	69,9	484,4	1 235,6	-1 674,4	-291,1	444,2	2 231,1	3 616,1
-Perdite dovute alle scie	[MWh]	872,2	98,3	63,6	255,6	130,3	100,6	213,8	1 156,7	5 514,5	2 599,7	1 884,7	3 597,8	16 487,8
Energia risultante	[MWh]	11 365,7	503,6	211,1	445,0	316,1	353,5	1 663,1	12 957,0	44 758,7	11 002,2	15 013,7	30 735,5	129 325,3
Energia specifica	[kWh/m ²]													780
Energia specifica	[kWh/kW]													1 959
Incremento dovuto all'orografia	[%]	10,2	4,8	-3,5	-8,2	6,9	18,2	34,8	9,6	-3,2	-2,1	2,7	7,0	2,54
Perdite dovute alle scie	[%]	7,1	16,3	23,2	36,5	29,2	22,2	11,4	8,2	11,0	19,1	11,2	10,5	11,31
Utilizzazione	[%]	33,5	31,4	25,9	22,8	25,0	28,6	31,6	25,1	25,8	23,4	30,2	31,9	27,9
Tempo di operatività	[Ore/anno]	683	168	144	237	179	151	226	541	1 383	588	1 018	1 478	6 797
Ore equivalenti	[Ore/anno]	172	8	3	7	5	5	25	196	678	167	227	466	1 959

Energia per settore



Impatto dell'orografia e degli ostacoli per settore



Progetto:

Troia e Orsara di Puglia

PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Siemens Gamesa SG170 (6 WTG) WTG: 1 - Siemens SG 6.0-170 6000 170.0 !O! Developer Package SG 6.0-170, Altezza mozzo: 115,0 m

Nome: Developer Package SG 6.0-170

Fonte: D2056872/02

Data fonte Creata da Creato Redatto Soglia di blocco Controllo della potenza Tipo di curva Ct
 01/04/2019 USER 24/07/2019 24/07/2019 25,0 Pitch Standard pitch

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP	[MWh]	10 208	15 646	21 143	26 202	30 256	33 937
Siemens SG 6.0-170 6000 170.0 !O! Developer Package SG 6.0-170	[MWh]	11 493	17 033	22 197	26 663	30 336	33 202
Valore di controllo	[%]	-11	-8	-5	-2	0	2

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, richiedere all'Agenzia Danese per l'Energia il rapporto di progetto J.nr. 51171/00-0016, o vedere il manuale WindPRO, par. 3.5.2.

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

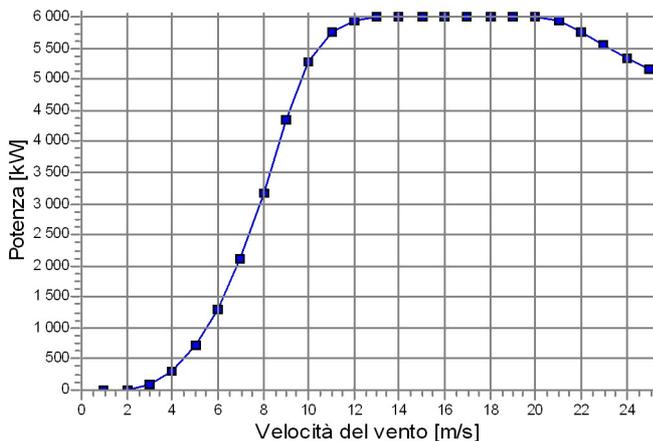
Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	94,0	0,25	1,0	0,10
3,5	184,0	0,31	2,0	0,10
4,0	334,0	0,38	3,0	0,10
4,5	528,0	0,42	4,0	0,80
5,0	764,0	0,44	5,0	0,82
5,5	1 047,0	0,45	6,0	0,84
6,0	1 385,0	0,46	7,0	0,79
6,5	1 779,0	0,47	8,0	0,72
7,0	2 238,0	0,47	9,0	0,66
7,5	2 763,0	0,47	10,0	0,59
8,0	3 349,0	0,47	11,0	0,53
8,5	3 969,0	0,46	12,0	0,46
9,0	4 570,0	0,45	13,0	0,40
9,5	5 083,0	0,43	14,0	0,33
10,0	5 464,0	0,39	15,0	0,28
10,5	5 712,0	0,35	16,0	0,23
11,0	5 855,0	0,32	17,0	0,20
11,5	5 931,0	0,28	18,0	0,16
12,0	5 969,0	0,25	19,0	0,13
12,5	5 986,0	0,22	20,0	0,12
13,0	5 994,0	0,20	21,0	0,12
13,5	5 997,0	0,18	22,0	0,11
14,0	5 999,0	0,16	23,0	0,11
14,5	5 999,0	0,14	24,0	0,10
15,0	6 000,0	0,13		
15,5	6 000,0	0,12		
16,0	6 000,0	0,11		
16,5	6 000,0	0,10		
17,0	6 000,0	0,09		
17,5	6 000,0	0,08		
18,0	6 000,0	0,07		
18,5	6 000,0	0,07		
19,0	6 000,0	0,06		
19,5	6 000,0	0,06		
20,0	6 000,0	0,05		
20,5	5 900,0	0,05		
21,0	5 799,0	0,05		
21,5	5 696,0	0,04		
22,0	5 594,0	0,04		
22,5	5 491,0	0,03		
23,0	5 389,0	0,03		
23,5	5 284,0	0,03		
24,0	5 179,0	0,03		
24,5	5 073,0	0,02		

Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

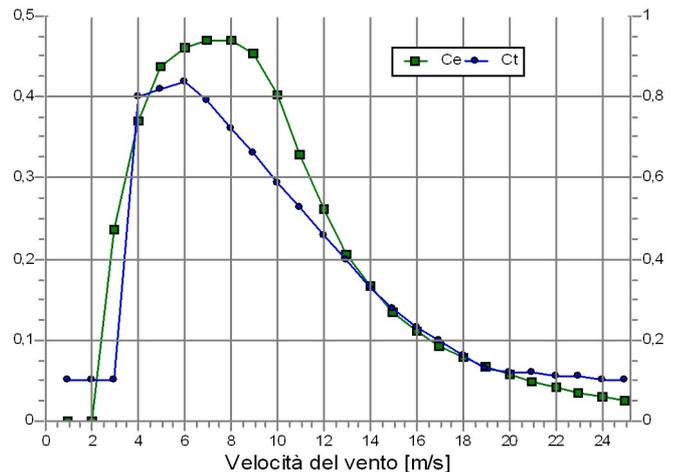
Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,159 kg/m³ New WindPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	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	83,8	0,24	2,50-3,50	70,4	70,4	0,4
4,0	311,4	0,37	3,50-4,50	273,3	343,7	1,9
5,0	719,5	0,44	4,50-5,50	589,8	933,4	5,3
6,0	1 307,0	0,46	5,50-6,50	994,5	1 928,0	10,9
7,0	2 116,8	0,47	6,50-7,50	1 454,6	3 382,6	19,1
8,0	3 170,1	0,47	7,50-8,50	1 909,8	5 292,4	29,8
9,0	4 349,5	0,45	8,50-9,50	2 228,2	7 520,6	42,4
10,0	5 286,1	0,40	9,50-10,50	2 263,0	9 783,6	55,2
11,0	5 768,1	0,33	10,50-11,50	2 020,1	11 803,7	66,5
12,0	5 939,9	0,26	11,50-12,50	1 648,1	13 451,7	75,8
13,0	5 986,9	0,21	12,50-13,50	1 272,9	14 724,6	83,0
14,0	5 997,1	0,17	13,50-14,50	947,4	15 672,0	88,3
15,0	5 999,0	0,14	14,50-15,50	684,0	16 356,0	92,2
16,0	6 000,0	0,11	15,50-16,50	480,3	16 836,3	94,9
17,0	6 000,0	0,09	16,50-17,50	328,4	17 164,7	96,8
18,0	6 000,0	0,08	17,50-18,50	218,9	17 383,6	98,0
19,0	6 000,0	0,07	18,50-19,50	142,4	17 526,0	98,8
20,0	6 000,0	0,06	19,50-20,50	90,6	17 616,6	99,3
21,0	5 942,5	0,05	20,50-21,50	55,8	17 672,4	99,6
22,0	5 746,7	0,04	21,50-22,50	33,1	17 705,6	99,8
23,0	5 548,7	0,03	22,50-23,50	19,3	17 724,8	99,9
24,0	5 349,3	0,03	23,50-24,50	11,0	17 735,8	100,0
25,0	5 146,8	0,03	24,50-25,50	4,0	17 739,8	100,0

Curva di potenza
Dati usati nel calcolo



Curve Ce e Ct



Progetto:

Troia e Orsara di Puglia

PARK - Terreno

Calcolo: Siemens Gamesa SG170 (6 WTG) **Dati di Sito:** A - site data per Wasp calculation

Ostacoli:

0 ostacoli usati

Rugosità:

Il calcolo usa i seguenti files .map:

C:\Programmi\Projects\Italgen\ROUGHNESSLINE_Italgen_1.wpo

Min X: 517 025, Max X: 529 380, Min Y: 4 572 275, Max Y: 4 580 178, Ampiezza: 12 356 m, Altezza: 7 903 m

Limitato a 40,0 km x 40,0 km attorno al sito attuale

Orografia:

Il calcolo usa i seguenti files .map:

C:\Programmi\Projects\Italgen\CURVE DI LIVELLO.wpo

Min X: 511 155, Max X: 532 369, Min Y: 4 565 531, Max Y: 4 586 862, Ampiezza: 21 214 m, Altezza: 21 331 m

Limitato a 10,0 km x 10,0 km attorno al sito attuale

Progetto:

Troia e Orsara di Puglian

PARK - Analisi dei Dati di vento

Calcolo: Siemens Gamesa SG170 (6 WTG) Dati di vento: A - site data per Wasp calculation; Altezza mozzo: 50,0

Coordinate del sito

UTM WGS 84 Zona: 33 Est: 525 595 Nord: 4 573 571

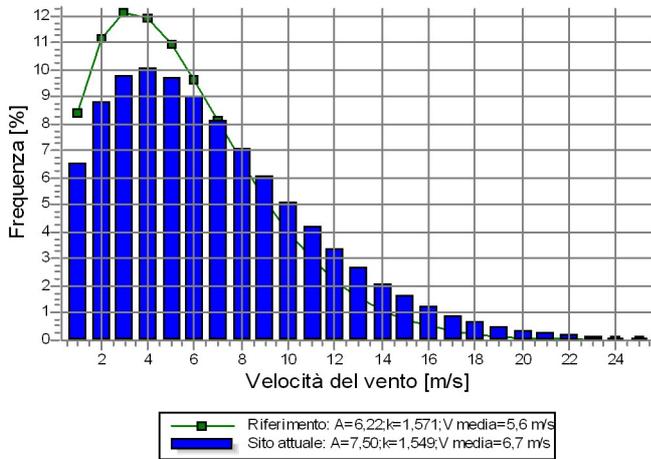
Statistica del Vento

IT Default Meteo data description - 50,00 m.wws

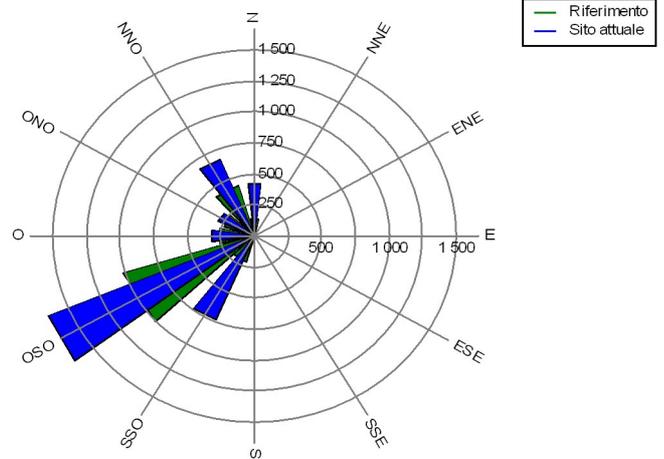
Parametri Weibull

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	7,51	6,68	1,811	12,5	5,66	1,770	9,8	
1 NNE	4,05	3,69	1,404	2,9	3,06	1,450	2,5	
2 ENE	3,41	3,06	1,592	2,4	2,68	1,530	2,2	
3 E	3,77	3,35	1,857	3,2	3,39	1,880	3,7	
4 ESE	3,10	2,78	1,604	2,3	2,91	1,620	2,6	
5 SSE	3,24	2,95	1,393	2,1	2,67	1,370	2,1	
6 S	4,45	4,04	1,436	3,2	3,41	1,520	2,9	
7 SSO	9,42	8,43	1,654	10,1	6,62	1,510	7,0	
8 OSO	10,71	9,49	2,068	19,9	8,90	2,130	21,7	
9 O	7,39	6,65	1,541	7,9	6,69	1,550	8,9	
10 ONO	6,04	5,42	1,572	13,4	5,44	1,570	15,2	
11 NNO	7,73	6,85	1,959	20,1	6,56	2,030	21,4	
Tutti	7,50	6,75	1,549	100,0	6,22	1,571	100,0	

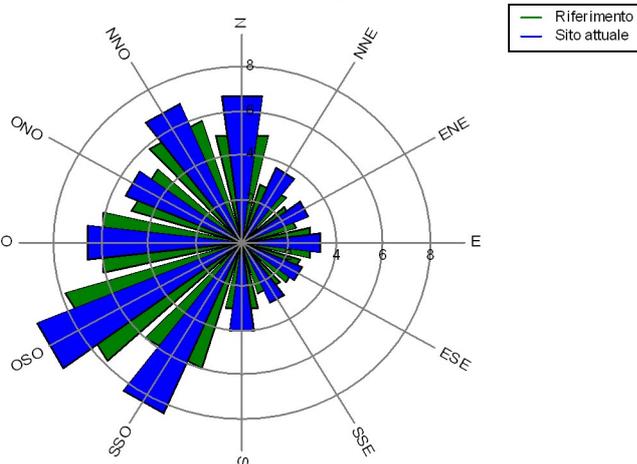
Distribuzione di Weibull



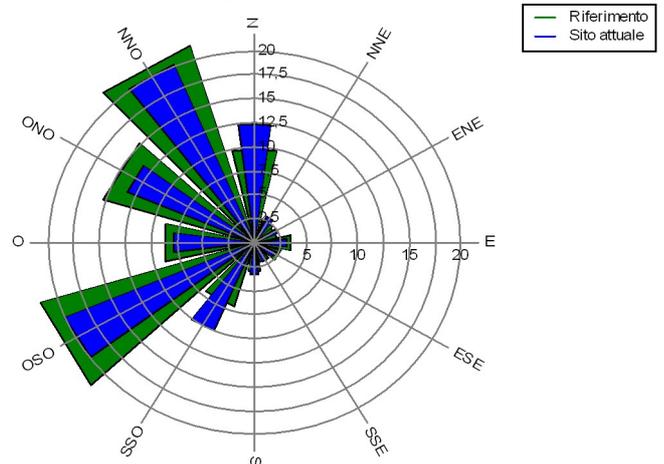
Rosa dell'energia (kWh/m²/Anno)



Velocità media (m/s)



Frequenza (%)



Progetto:

Troia e Orsara di Puglia

PARK - Curva di potenza del parco

Calcolo: Siemens Gamesa SG170 (6 WTG)

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	0
1,5	0	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	0
3,5	1 557	1 172	1 265	1 235	1 125	1 058	1 221	1 260	1 290	1 230	1 086	1 068	1 157	1 224	
4,5	6 427	4 957	5 399	5 084	4 766	4 335	5 066	5 198	5 385	5 034	4 656	4 366	5 085	5 153	
5,5	12 846	10 375	11 116	10 624	9 947	9 425	10 588	10 784	11 074	10 554	9 722	9 482	10 663	10 731	
6,5	21 898	17 942	19 125	18 303	17 260	16 472	18 351	18 628	19 078	18 181	16 882	16 556	18 390	18 517	
7,5	34 126	28 284	30 073	28 833	27 279	26 054	28 963	29 346	30 049	28 641	26 772	26 191	28 866	29 110	
8,5	49 405	41 598	44 103	42 426	40 275	38 411	42 479	43 028	44 081	42 180	39 641	38 590	42 297	42 691	
9,5	65 776	56 994	60 165	58 093	55 506	52 730	57 624	58 445	60 003	57 891	54 820	52 867	57 885	58 282	
10,5	80 169	72 140	75 560	73 383	70 857	66 998	71 921	73 078	75 079	73 362	70 241	67 036	73 207	73 468	
11,5	91 325	85 097	88 103	86 268	84 392	79 763	84 143	85 385	87 372	86 390	83 890	79 775	86 158	86 271	
12,5	98 647	94 875	96 846	95 730	94 710	90 573	93 805	94 716	96 136	95 909	94 321	90 606	95 752	95 760	
13,5	101 426	100 078	100 817	100 419	100 119	98 075	99 470	99 767	100 419	100 577	99 950	98 126	100 550	100 468	
14,5	101 994	101 738	101 876	101 774	101 753	101 327	101 555	101 572	101 773	101 845	101 710	101 398	101 854	101 817	
15,5	102 000	101 986	101 994	101 982	101 987	101 955	101 967	101 953	101 983	101 995	101 984	101 968	101 996	101 992	
16,5	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	101 998	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	
17,5	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	
18,5	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	
19,5	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	
20,5	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	102 000	
21,5	100 982	101 264	101 232	101 267	101 340	101 259	101 167	101 198	101 211	101 280	101 354	101 252	101 232	101 237	
22,5	99 792	100 079	100 046	100 083	100 168	100 073	99 984	100 015	100 027	100 095	100 172	100 067	100 043	100 050	
23,5	98 596	98 890	98 855	98 895	98 981	98 883	98 795	98 826	98 837	98 907	98 985	98 877	98 851	98 859	
24,5	97 385	97 686	97 652	97 693	97 776	97 679	97 594	97 625	97 635	97 704	97 781	97 673	97 647	97 656	
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 la stessa velocità nell'intera area del parco eolico (prima dell'effetto del parco stesso), allora la produzione complessiva può essere data dalla curva di potenza del parco. Si può anche dire: la curva di potenza del parco include le perdite da allineamento, ma NON include le variazioni date dal terreno alla velocità del vento entro l'area del parco.

Misurare la curva di potenza di un parco non è semplice come misurare quella di una WTG, poiché la curva di potenza del parco dipende dalla direzione del vento, e la stessa velocità del vento normalmente non è uniforme sull'intera area del parco allo stesso tempo (solo in terreni molto piani e non complessi). L'idea di questa versione della curva di potenza del parco è di non usarla per una validazione basata sulle misure. Ciò richiederebbe almeno 2 pali di misura entro il parco, a meno che non vengano verificati soltanto alcuni settori direzionali, in terreno non complesso, e anche in questa situazione la validazione sarebbe molto incerta.

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. La velocità imperturbata si ottiene dai pali di misura, e viene utilizzata nella simulazione della produzione attesa tramite la curva di potenza del parco. Questa procedura funziona correttamente solo su terreno non complesso. Per terreno complesso è disponibile un altro calcolo della curva di potenza del parco (modello VPP).

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:

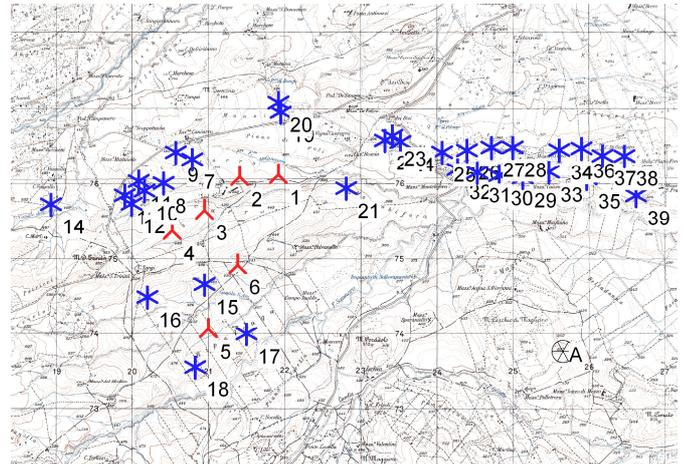
Troia e Orsara di Puglia

PARK - Distanze tra le WTG

Calcolo: Siemens Gamesa SG170 (6 WTG)

Distanze tra le WTG

Z	WTG più vicina	Z	Distanza orizzontale [m]	Distanza in Diametri Rotore (max)	Distanza in Diametri Rotore (min)
1	420,0	2	448,3	513	3,0
2	448,3	1	420,0	513	3,0
3	457,4	4	490,0	505	3,0
4	490,0	3	457,4	505	3,0
5	432,6	17	420,0	505	6,3
6	447,4	15	452,5	511	6,4
7	461,0	9	462,1	237	3,0
8	490,1	10	500,0	269	3,4
9	462,1	7	461,0	237	3,0
10	500,0	11	500,0	148	1,8
11	500,0	10	500,0	148	1,8
12	494,2	13	500,0	144	1,8
13	500,0	12	494,2	144	1,8
14	482,9	13	500,0	981	12,3
15	452,5	6	447,4	511	6,4
16	472,4	15	452,5	772	9,6
17	420,0	5	432,6	505	6,3
18	468,4	5	432,6	533	6,7
19	436,4	20	435,2	134	1,7
20	435,2	19	436,4	134	1,7
21	403,8	22	400,0	814	10,2
22	400,0	23	383,8	117	1,5
23	383,8	22	400,0	117	1,5
24	390,2	23	383,8	134	1,7
25	363,2	32	377,6	305	3,8
26	371,1	32	377,6	281	3,5
27	363,5	28	360,0	279	3,5
28	360,0	27	363,5	279	3,5
29	354,0	30	360,9	309	3,9
30	360,9	31	370,1	292	3,7
31	370,1	32	377,6	260	3,3
32	377,6	31	370,1	260	3,3
33	350,0	34	350,0	323	4,0
34	350,0	36	343,4	290	3,6
35	341,7	37	340,4	371	4,6
36	343,4	34	350,0	290	3,6
37	340,4	38	330,8	291	3,6
38	330,8	37	340,4	291	3,6
39	330,0	38	330,8	546	6,8



Scala 1:100 000

▲ Nuova WTG

* WTG preesistente

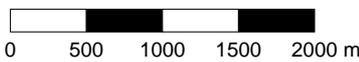
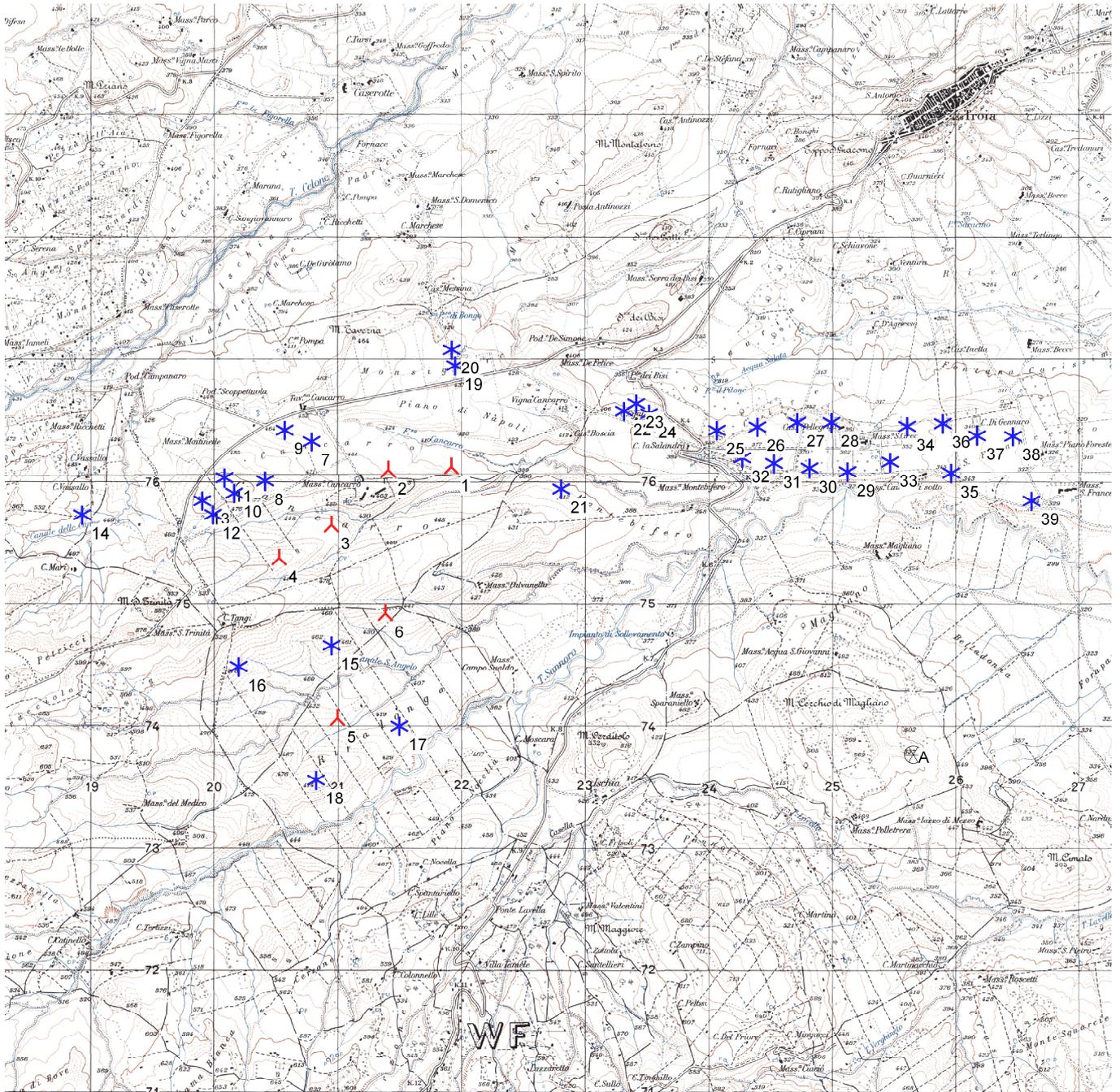
⊗ Dati di Sito

Progetto:

Troia e Orsara di Puglia

PARK - Map

Calcolo: Siemens Gamesa SG170 (6 WTG)



Mappa: , Scala di stampa 1:50 000, Centro mappa UTM WGS 84 Zona: 33 Est: 522 705 Nord: 4 575 127

▲ Nuova WTG
 ✱ WTG preesistente
 A Dati di Sito