



INTERNAL CODE

C22FSTR001WR060_00

PAGE

1 di/of 18

TITLE: Studio della Risorsa Eolica

AVAILABLE LANGUAGE: IT

“IMPIANTO EOLICO DI 54 MW IN LOCALITA’ PIANA DELLA TAVERNA” COMUNI DI STIGLIANO E CRACO (MT)

STUDIO DELLA RISORSA EOLICA

Il Tecnico

Ing. Leonardo Sblendido

File:C22FSTR001WR060_00_Studio della risorsa eolica

00	23/12/2022	EMISSIONE PER ITER AUTORIZZATIVO	D. Scrivo		L. Sblendido
<i>REV.</i>	<i>DATE</i>	<i>DESCRIPTION</i>	<i>PREPARED</i>	<i>VERIFIED</i>	<i>APPROVED</i>

VALIDATION

<i>NOME</i>	<i>NOME</i>	<i>NOME</i>
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

<i>PROJECT / PLANT</i> STGLIANO EO	INTERNAL CODE
	C22FSTR001WR060_00

<i>CLASSIFICATION:</i> COMPANY	<i>UTILIZATION SCOPE</i>
--------------------------------	--------------------------



INTERNAL CODE

C22FSTR001WR060_00

PAGE

2 di/of 18

Indice

1	INTRODUZIONE	3
2	DESCRIZIONE DELL'AEROGENERATORE	4
3	CARATTERIZZAZIONE ANEMOLOGICA.....	7
4	REPORT STUDIO DEL VENTO E PRODUCIBILITA'	10
5	CONCLUSIONI - STIMA DI PRODUCIBILITA'	18

1 INTRODUZIONE

Oggetto del presente studio, è la caratterizzazione anemologica di un sito e la conseguente valutazione di producibilità di un impianto eolico in progetto nei territori comunali di Stigliano e Craco, in provincia di Matera, nella regione Basilicata. Il Parco Eolico, proposta da Hergo Renewables S.r.l, è costituito da n. 9 aerogeneratori di potenza nominale pari a 6 MW ricadenti nel territorio comunale di Stigliano (MT), per una potenza complessiva pari a 54 MW.

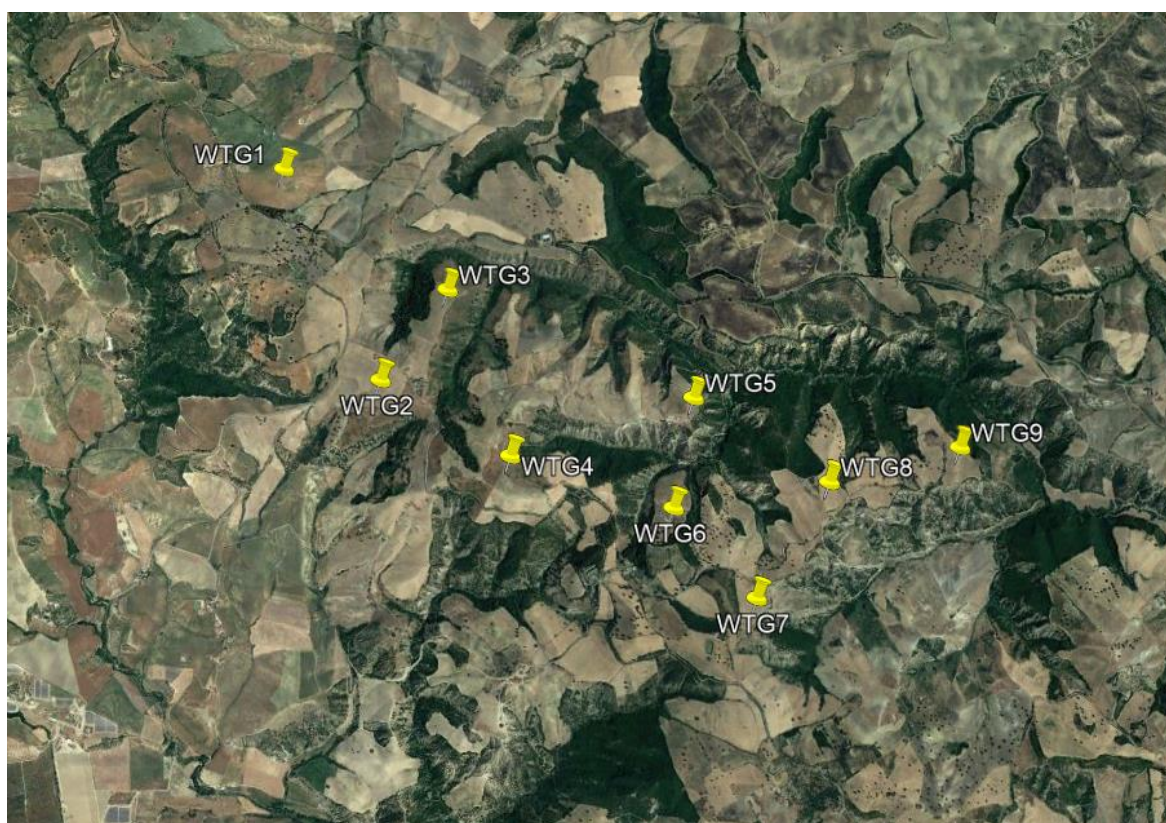


Figura 1: Inquadramento su base ortofoto delle WTG di impianto

ID AEROGENERATORE	UTM-WGS84		ALTITUDINE
	EST	NORD	[m.s.l.m.]
WTG1	611846,12	4470547,37	432
WTG2	612575,23	4469065,61	441
WTG3	613023,79	4469711,68	411
WTG4	613500,94	4468550,27	468
WTG5	614766,96	4468980,44	374
WTG6	614642,17	4468208,66	377
WTG7	615231,55	4467593,00	400
WTG8	615730,31	4468406,09	392
WTG9	616646,85	4468663,08	355

Tabella 1: Coordinate degli aerogeneratori in progetto



In sintesi, il presente progetto prevede:

- L'installazione di 9 aerogeneratori per una potenza installata pari a 54 MW;
- La realizzazione delle fondazioni per gli aerogeneratori in progetto;
- La realizzazione di piazzole di montaggio degli aerogeneratori, di nuovi tratti di viabilità e l'adeguamento della viabilità esistente, al fine di garantire l'accesso per il trasporto degli aerogeneratori;
- La realizzazione del cavidotto di alta tensione da collegare in antenna alla Stazione Elettrica di Craco.

Il progetto è in linea con gli obiettivi nazionali ed europei per la riduzione delle emissioni di CO₂ legate ai processi di produzione di energia elettrica.

L'impianto sarà destinato a funzionare in parallelo alla rete elettrica nazionale in modo da immettere energia da fonte rinnovabile in rete.

2 DESCRIZIONE DELL'AEROGENERATORE

Aerogeneratore

Gli aerogeneratori costituenti il parco eolico hanno tutti lo stesso numero di pale (tre) e la stessa altezza. Si riportano a seguire le caratteristiche tecniche riferite all'aerogeneratore considerato nella progettazione definitiva.

Rotore

L'aerogeneratore è dotato di un rotore costituito da tre pale e un mozzo. Le pale sono controllate dal sistema di controllo del passo a microprocessore. In base alle condizioni prevalenti del vento, le pale vengono continuamente posizionate per ottimizzare l'angolo di beccheggio.

Rotor	V162
Diameter	162 m
Swept Area	20612 m ²
Speed, Dynamic Operation Range	4.3 -12.1 rpm
Rotational Direction	Clockwise (front view)
Orientation	Upwind
Tilt	6°
Hub Coning	6°
No. of Blades	3
Aerodynamic Brakes	Full feathering

Tabella 2: Caratteristiche Rotore

Torre

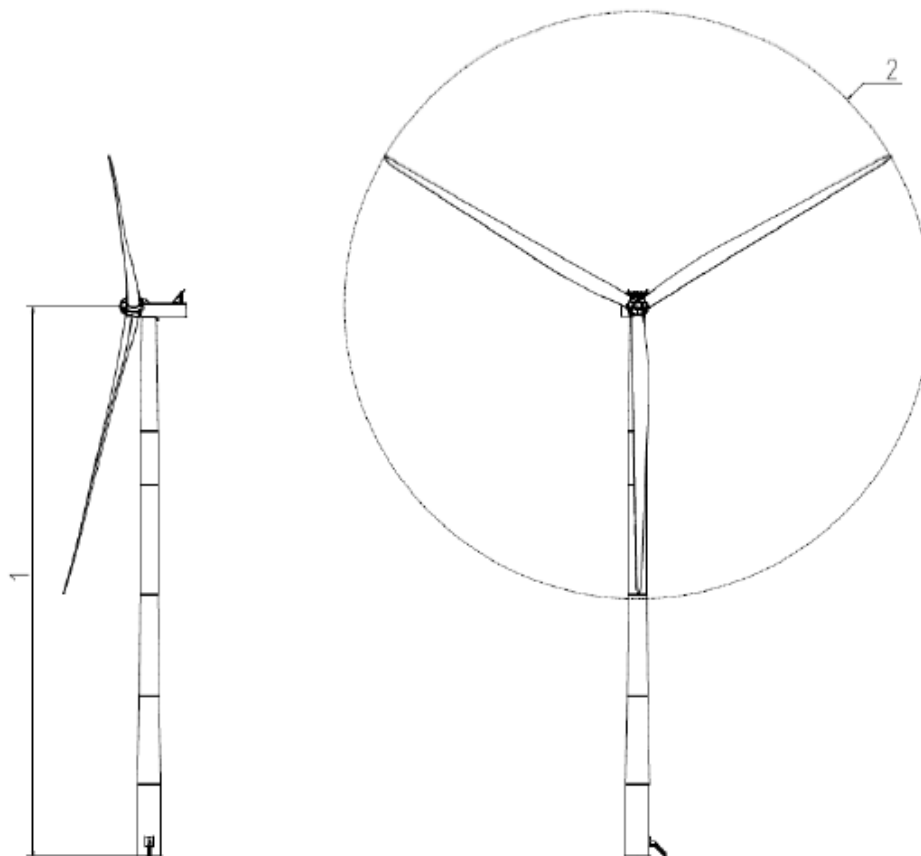
Torri tubolari in acciaio e/o torri ibride in calcestruzzo.

Pale

Le pale sono realizzate in carbonio e fibra di vetro e sono costituite da due gusci a profilo alare con struttura incorporata.

Blades	V162
Blade Length	79.35 m
Maximum Chord	4.3 m
Chord at 90% blade radius	1.68 m
Type Description	Structural airfoil shell
Material	Fibreglass reinforced epoxy, carbon fibres and Solid Metal Tip (SMT)
Blade Connection	Steel roots inserted
Airfoils	High-lift profile

Tabella 3: Caratteristiche Pale



1: Hub heights: See Performance Specification 2: Rotor diameter: 162 m

Figura 2: Dimensioni aerogeneratore tipo



Altezza della punta (Tip height)	200 m
Altezza del mozzo (Hub height)	119 m
Diametro del rotore (Rotor ϕ)	162 m

Tabella 4: Dimensioni aerogeneratore tipo

Generatore

Generatore sincrono a magneti permanenti fino a 7600 kW.

Generator	
Type	Permanent Magnet Synchronous generator
Rated Power [P_N]	Up to 7600 kW (depending on turbine variant)
Frequency range [f_N]	0-126 Hz
Voltage, Stator [U_{Ns}]	3 x 800 V (at rated speed)
Number of Poles	36
Winding Type	Form with Vacuum Pressurized Impregnation
Winding Connection	Star
Operational speed range	0-420 rpm
Overspeed Limit (2 minutes)	660 rpm
Temperature Sensors, Stator	PT100 sensors placed in the stator hot spots.
Insulation Class	H
Enclosure	IP54

Tabella 5: Caratteristiche Generatore

3 CARATTERIZZAZIONE ANEMOLOGICA

La società pubblica di ricerca RSE (Ricerca Sistema Energetico), società per azioni il cui unico socio è la società Gse (Gestore dei Servizi Energetici), controllata dal ministero Sviluppo Economico specializzata nella ricerca nel settore elettrico-energetico, ha implementato l'Atlante eolico d'Italia nell'ambito della Ricerca di Sistema (<http://atlanteeolico.rse-web.it/>), che consiste in una serie di mappe di velocità del vento: le mappe di velocità del vento sono state redatte su tre serie di 27 tavole, con scala a nove colori. Ciascun colore identifica una classe di velocità i cui estremi, in m/s, sono indicati in calce alla tavola stessa. Ad esempio il colore giallo indica aree con valori stimati di velocità del vento comprese tra 5 e 6 m/s; l'assenza di colore indica velocità medie inferiori a 3 m/s.

Secondo quanto emerge dallo studio della RSE, l'Italia risulta una nazione con buone potenzialità in termini di risorsa per lo sviluppo dell'eolico. La risorsa eolica in Italia è prevalentemente concentrata nel Centro-Sud e nelle isole maggiori.

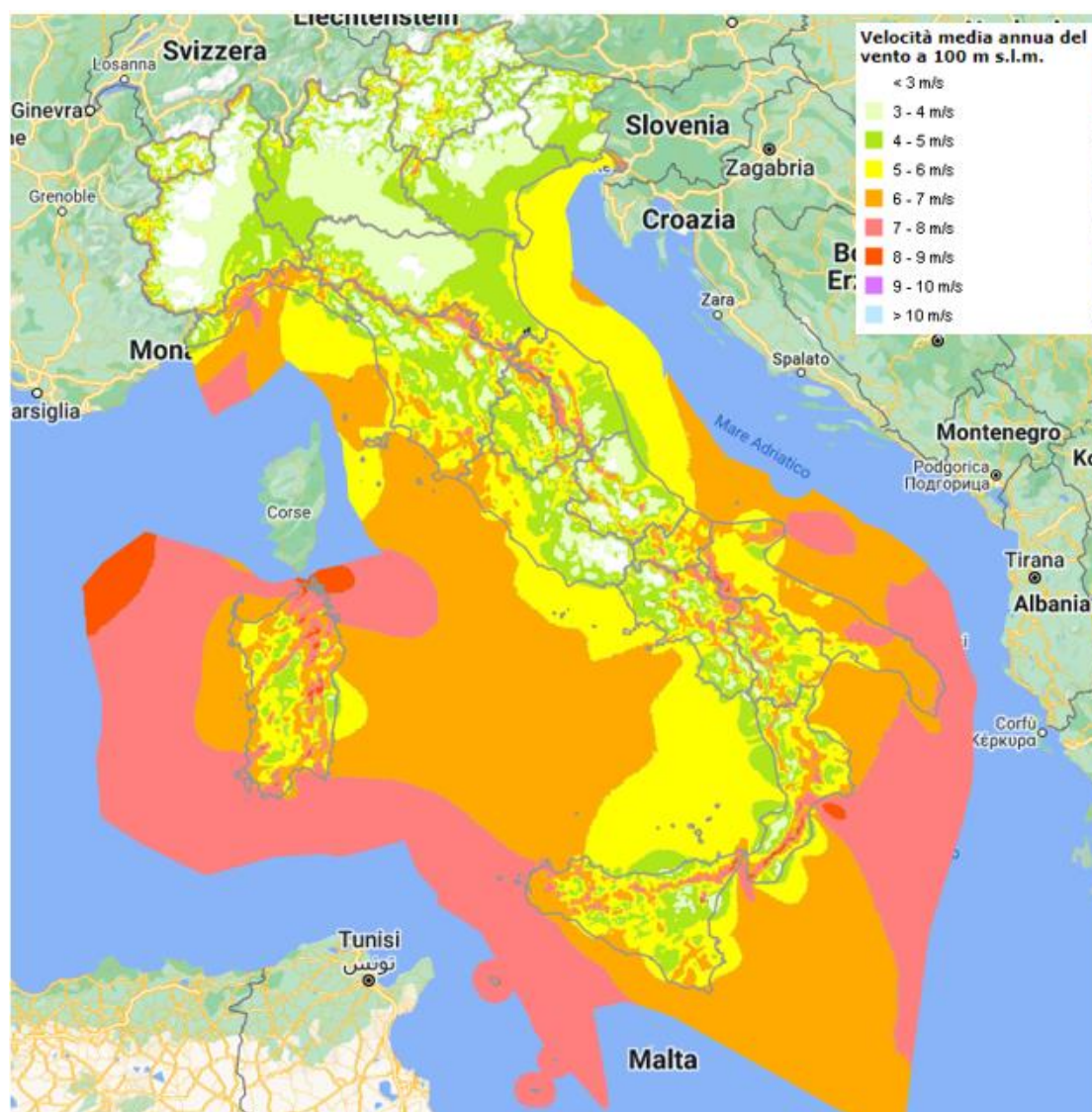


Figura 3: Atlante Eolico d'Italia –Velocità media annua del vento a 100 m s.l.m. Fonte: RSE-Web

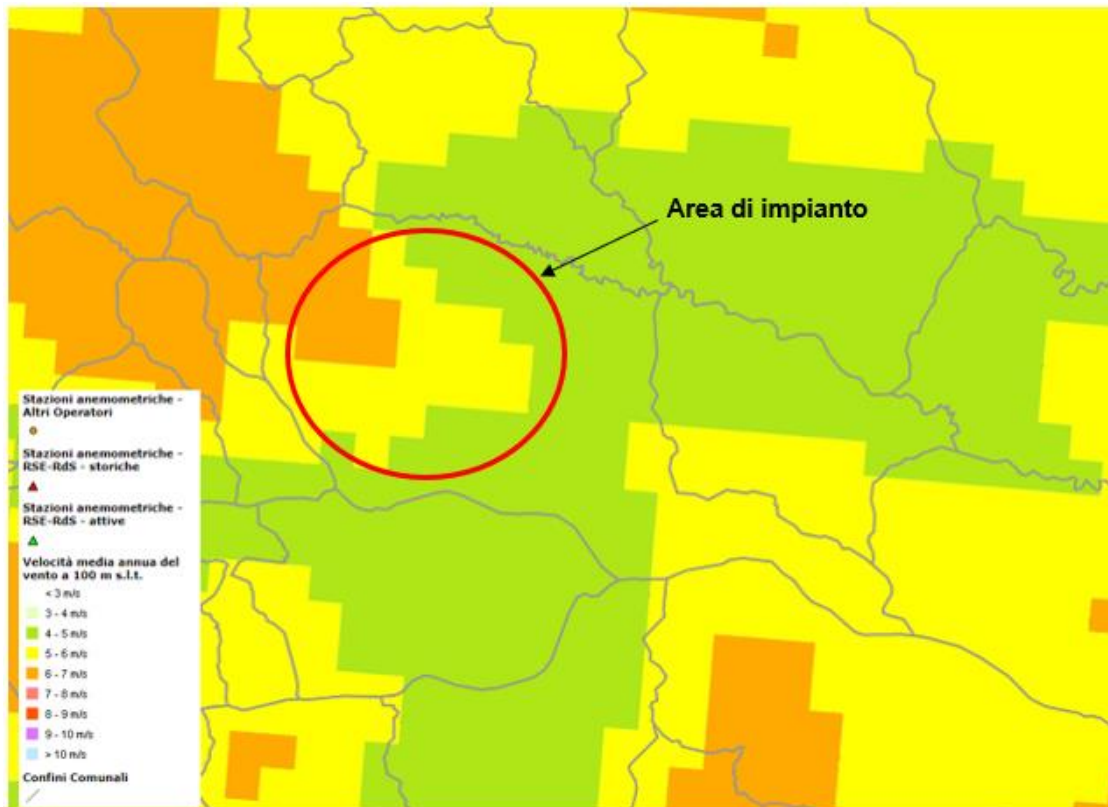


Figura 4: Localizzazione sito di intervento (in rosso) sull'Atlante Eolico d'Italia – Velocità media annua del vento a 100 m s.l.t. Fonte: RSE-Web

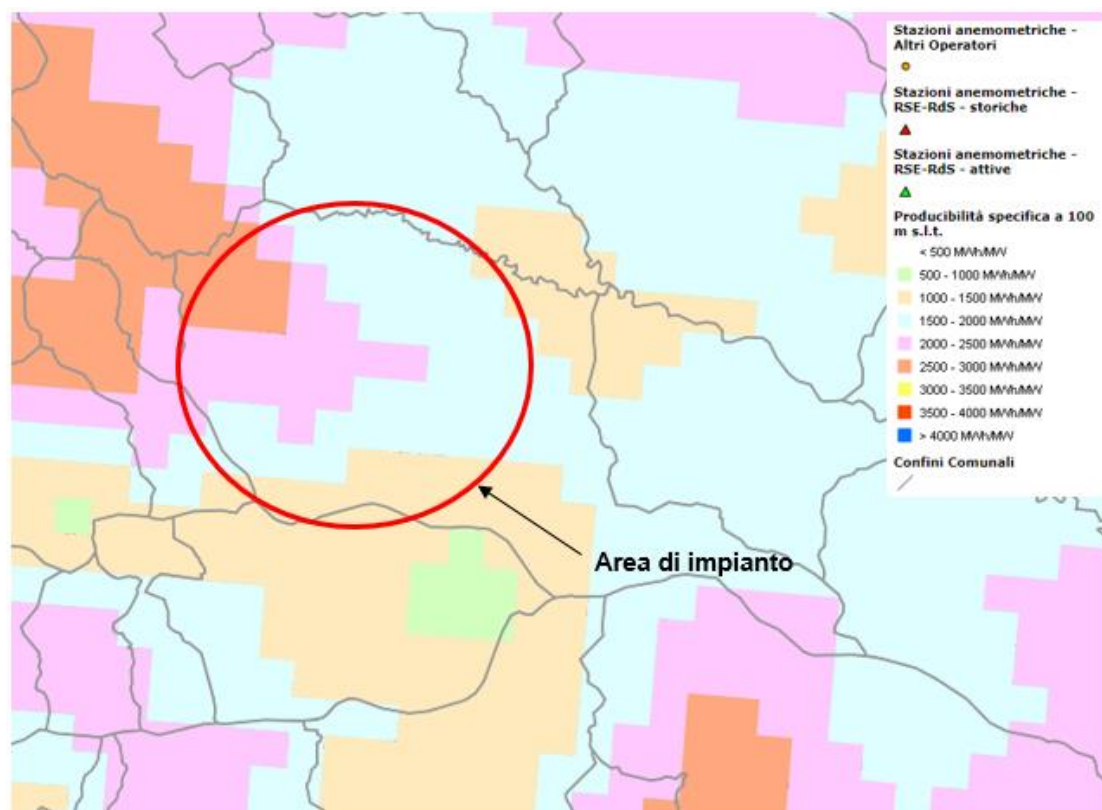


Figura 5: Localizzazione sito di intervento (in rosso) sull'Atlante Eolico d'Italia – Produttività specifica a 100 m s.l.t. Fonte: RSE-Web



INTERNAL CODE

C22FSTR001WR060_00

PAGE

9 di/of 18

L'impianto interessa un'area con discreta ventosità, caratterizzata da velocità medie annue comprese tra 5 e 7 m/s (valori rilevati a 100 m di altezza), con un potenziale eolico compresa tra 2000 e 2500 ore equivalenti per l'area. Questi dati, individuati considerando l'Atlante eolico, vengono approfonditi nel report riportato di seguito attraverso l'analisi anemologica in sito, riportando le analisi effettuate sulla base di un set di dati anemologici ricavati dal modello a meoscala *EMD – WRF Europe+*. La risoluzione di tale modello è di 3 x 3 km, con risoluzione temporale oraria. Pertanto, l'impianto sfrutterebbe appieno la risorsa eolica e garantirebbe elevati valori di producibilità.



INTERNAL CODE

C22FSTR001WR060 00

PAGE

10 di/of 18

4 REPORT STUDIO DEL VENTO E PRODUCIBILITA'

Scaling factor from 20.0 years to 1 year: 0.050

Calculation performed in UTM (north)-WGS84 Zone: 33
At the site centre the difference between grid north and true north is: 0.9°

Wake

Wake Model: N.O. Jensen (RISO/EMD) Park 2 2018
Wake decay constant
Wake decay constant: 0.090 DTU default onshore Hub height independent
Reference WTG: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI! hub: 119.0 m (TOT: 200.0 m) (10)

Scaler/wind data

Name EMD Default Meso Scaler
Terrain scaling Meso-scale Data Downscaling
Micro terrain flow model WAsP CFD result files - Ellipsys - 1.11.2.6
Used period 01/01/2002 01:00:00 - 01/01/2022
Meteo object(s) EMD-WRF Europe+ (ERA5)_N40.36668_E016.34845 (10)
Displacement height Omnidirectional from objects
WAsP version WAsP 11 Version 11.06.0034

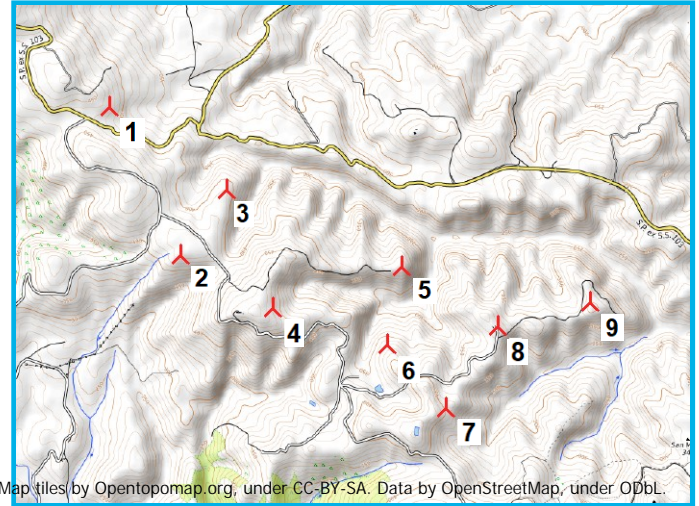
Power correction

Power curve correction (adjusted IEC method, improved to match turbine control)

	Min	Max	Avg	Corr. [%]	Neg. corr. [%]	Pos. corr. [%]
Air density						
From scater meteo objects	[°C]	-7.8	38.6	15.0		
From air density settings	[hPa]	940.0	962.4	952.5		
Resulting air density	[kg/m³]	1.065	1.249	1.152		
Relative to 15°C at sea level	[%]	86.9	101.9	94.1	-3.9	-3.9

Air density

	Min	Max	Avg	Corr. [%]	Neg. corr. [%]	Pos. corr. [%]
From scater meteo objects	[°C]	-7.8	38.6	15.0		
From air density settings	[hPa]	940.0	962.4	952.5		
Resulting air density	[kg/m³]	1.065	1.249	1.152		
Relative to 15°C at sea level	[%]	86.9	101.9	94.1	-3.9	-3.9



Map files by Opentopomap.org, under CC-BY-SA. Data by OpenStreetMap, under ODbL.

Scale 1:75,000

New WTG

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result [MWh/y]	GROSS (no loss) [MWh/y]	Wake loss [%]	Specific results ^{a)}		Wind speed		
				Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	free [m/s]	wake reduced [m/s]
Wind farm	123,543.7	128,105.4	3.6	26.1	13,727.1	2,288	5.5	5.4

^{a)} Based on wake reduced results and any curtailments.

Calculated Annual Energy for each of 9 new WTGs with total 54.0 MW rated power

WTG type	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Power curve		Annual Energy		Wind speed	
							Creator	Name	Result [MWh/y]	Wake loss [%]	free [m/s]	reduced [m/s]
1	Yes	VESTAS	V162-6.0-6,000	6,000	162.0	119.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	13,338.0	5.2	5.50	5.38
2	Yes	VESTAS	V162-6.0-6,000	6,000	162.0	119.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	14,133.5	3.6	5.64	5.54
3	Yes	VESTAS	V162-6.0-6,000	6,000	162.0	119.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	13,409.7	4.8	5.50	5.38
4	Yes	VESTAS	V162-6.0-6,000	6,000	162.0	119.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	12,507.4	3.2	5.24	5.14
5	Yes	VESTAS	V162-6.0-6,000	6,000	162.0	119.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	13,393.4	4.0	5.47	5.36
6	Yes	VESTAS	V162-6.0-6,000	6,000	162.0	119.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	15,312.1	3.8	5.93	5.81
7	Yes	VESTAS	V162-6.0-6,000	6,000	162.0	119.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	13,609.1	2.6	5.48	5.39
8	Yes	VESTAS	V162-6.0-6,000	6,000	162.0	119.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	14,428.4	3.4	5.70	5.59
9	Yes	VESTAS	V162-6.0-6,000	6,000	162.0	119.0	EMD	Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	13,412.0	1.3	5.40	5.36

Annual Energy results includes shown losses. For expected NET AEP (expected sold production), see report Loss & Uncertainty.

WTG siting

	UTM (north)-WGS84 Zone: 33				Row data/Description	Calculation period	
	Easting	Northing	Z	[m]		Start	End
1 New	618,846	4,470,547	430.3	VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI! hub: 119.0 m (TOT: 200.0 m) (10)	01/01/2002	01/01/2022	
2 New	612,575	4,469,065	440.0	VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI! hub: 119.0 m (TOT: 200.0 m) (11)	01/01/2002	01/01/2022	
3 New	613,023	4,469,711	411.1	VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI! hub: 119.0 m (TOT: 200.0 m) (12)	01/01/2002	01/01/2022	
4 New	613,500	4,468,550	467.7	VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI! hub: 119.0 m (TOT: 200.0 m) (13)	01/01/2002	01/01/2022	
5 New	614,766	4,468,980	380.0	VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI! hub: 119.0 m (TOT: 200.0 m) (14)	01/01/2002	01/01/2022	
6 New	614,642	4,468,208	376.8	VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI! hub: 119.0 m (TOT: 200.0 m) (15)	01/01/2002	01/01/2022	
7 New	615,231	4,467,593	400.2	VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI! hub: 119.0 m (TOT: 200.0 m) (16)	01/01/2002	01/01/2022	
8 New	615,730	4,468,406	390.0	VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI! hub: 119.0 m (TOT: 200.0 m) (17)	01/01/2002	01/01/2022	
9 New	616,646	4,468,663	353.3	VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI! hub: 119.0 m (TOT: 200.0 m) (18)	01/01/2002	01/01/2022	



INTERNAL CODE

C22FSTR001WR060 00

PAGE

11 di/of 18

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: V162 6.0 MW WTG: 1 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 IO!, Hub height: 119.0 m

Name: Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020
Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m ²
07/12/2020	EMD	23/02/2021	01/03/2021	24.0	Pitch	User defined	Variable	0.29

Document n. 0098-0840 V03.

HP curve comparison - Note: For standard air density

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	10,395	15,731	20,840	25,359	29,148	32,163
VESTAS V162-6.0 6000 162.0 IO! Level 0 - - Modes PO6000/PO6000-0S - 12-2020	[MWh]	10,576	16,010	21,143	25,537	29,000	31,485
Check value	[%]	-2	-2	-1	-1	1	2

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m²) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.

For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see the windPRO manual.

The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.

Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

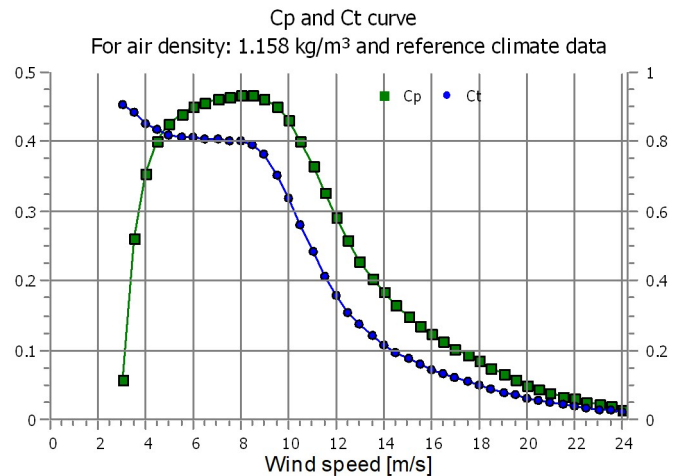
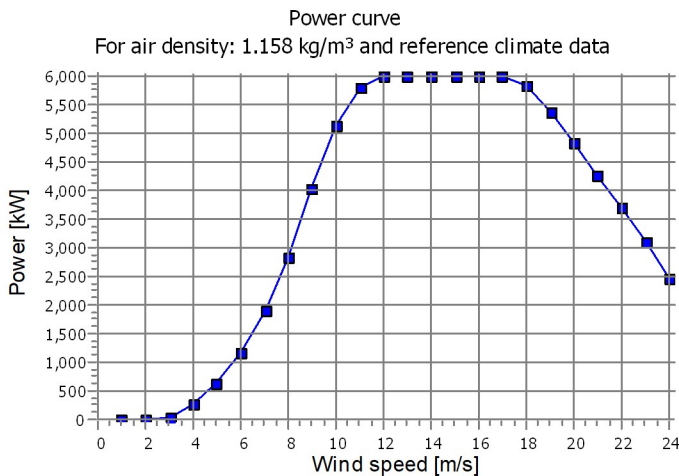
Original data, Air density: 1.225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Wind speed [m/s]	Ct curve
3.0	32.0	0.09	3.0	0.91
3.5	150.0	0.28	3.5	0.88
4.0	292.0	0.36	4.0	0.85
4.5	467.0	0.41	4.5	0.84
5.0	676.0	0.43	5.0	0.82
5.5	927.0	0.44	5.5	0.81
6.0	1,229.0	0.45	6.0	0.81
6.5	1,584.0	0.46	6.5	0.81
7.0	2,000.0	0.46	7.0	0.81
7.5	2,476.0	0.46	7.5	0.80
8.0	3,017.0	0.47	8.0	0.80
8.5	3,624.0	0.47	8.5	0.79
9.0	4,264.0	0.46	9.0	0.76
9.5	4,859.0	0.45	9.5	0.70
10.0	5,380.0	0.43	10.0	0.64
10.5	5,734.0	0.39	10.5	0.56
11.0	5,932.0	0.35	11.0	0.48
11.5	5,983.0	0.31	11.5	0.41
12.0	5,998.0	0.27	12.0	0.36
12.5	6,000.0	0.24	12.5	0.31
13.0	6,000.0	0.22	13.0	0.27
13.5	6,000.0	0.19	13.5	0.24
14.0	6,000.0	0.17	14.0	0.22
14.5	6,000.0	0.16	14.5	0.19
15.0	6,000.0	0.14	15.0	0.17
15.5	6,000.0	0.13	15.5	0.16
16.0	6,000.0	0.12	16.0	0.14
16.5	6,000.0	0.11	16.5	0.13
17.0	6,000.0	0.10	17.0	0.12
17.5	6,000.0	0.09	17.5	0.11
18.0	5,846.0	0.08	18.0	0.10
18.5	5,581.0	0.07	18.5	0.09
19.0	5,360.0	0.06	19.0	0.08
19.5	5,128.0	0.05	19.5	0.07
20.0	4,844.0	0.05	20.0	0.06
20.5	4,555.0	0.04	20.5	0.06
21.0	4,268.0	0.04	21.0	0.05
21.5	3,985.0	0.03	21.5	0.04
22.0	3,690.0	0.03	22.0	0.04
22.5	3,383.0	0.02	22.5	0.03
23.0	3,102.0	0.02	23.0	0.03
23.5	2,801.0	0.02	23.5	0.03
24.0	2,479.0	0.01	24.0	0.02

Power and efficiency vs. wind speed

Data used in calculation, Mean air density: 1.158 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp
1.0	0.0	0.00
2.0	0.0	0.00
3.0	18.4	0.06
4.0	270.2	0.35
5.0	635.9	0.43
6.0	1,159.5	0.45
7.0	1,888.3	0.46
8.0	2,849.6	0.47
9.0	4,025.2	0.46
10.0	5,132.7	0.43
11.0	5,809.8	0.37
12.0	5,986.3	0.29
13.0	6,000.0	0.23
14.0	6,000.0	0.18
15.0	6,000.0	0.15
16.0	6,000.0	0.12
17.0	6,000.0	0.10
18.0	5,846.0	0.08
19.0	5,360.0	0.07
20.0	4,844.0	0.05
21.0	4,268.0	0.04
22.0	3,690.0	0.03
23.0	3,102.0	0.02
24.0	2,479.0	0.02





INTERNAL CODE

C22FSTR001WR060 00

PAGE

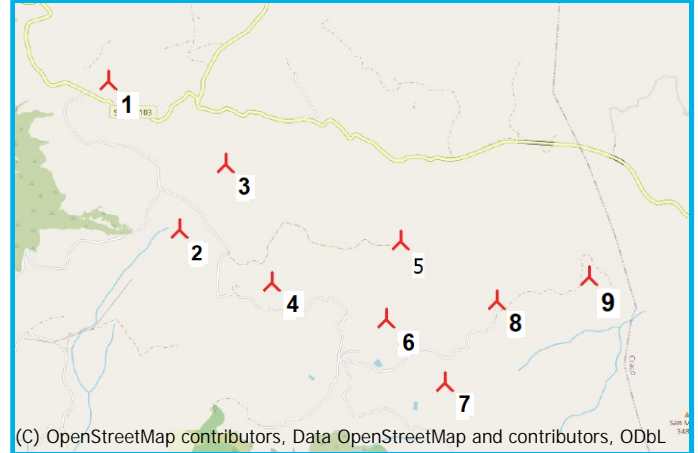
12 di/of 18

PARK - WTG distances

Calculation: V162 6.0 MW

WTG distances

	Z	Nearest WTG	Z	Horizontal distance	Distance in rotor diameters
	[m]		[m]	[m]	
1	430.3	2	440.0	952	5.9
2	440.0	1	430.3	952	5.9
3	411.1	4	467.7	852	5.3
4	467.7	5	380.0	782	4.8
5	380.0	4	467.7	782	4.8
6	367.8	8	390.0	1,060	6.5
7	400.2	8	390.0	787	4.9
8	390.0	7	400.2	787	4.9
9	353.3	7	400.2	1,430	8.8
Min	353.3		353.3	782	4.8
Max	467.7		440.0	1,430	8.8



▲ New WTG



INTERNAL CODE

C22FSTR001WR060 00

PAGE

13 di/of 18

PARK - Time varying AEP

Calculation: V162 6.0 MW

Windfarm: 54.0 MW based on 9 turbines of type VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O!.

Selection: All new WTGs

Calculated mean yield per month and hour [MWh]. The result includes wake losses and any curtailment losses.

Values are scaled to a full year, see correction factors at main result page.

Hour/Month [MWh]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Grand Total
0	550	504	558	382	372	286	321	270	337	316	339	520	4,755
1	542	501	565	391	382	288	321	290	350	320	336	544	4,829
2	547	508	573	393	374	292	312	286	365	315	333	542	4,840
3	541	520	552	384	366	301	315	272	362	311	335	519	4,777
4	558	500	549	378	372	302	311	280	371	303	330	506	4,758
5	533	481	545	360	360	303	306	282	354	300	314	513	4,650
6	524	493	543	339	333	247	259	270	345	304	324	537	4,519
7	535	479	526	281	297	222	230	219	285	285	324	520	4,203
8	506	453	467	290	336	260	280	255	271	252	315	507	4,191
9	436	421	478	328	358	279	303	293	315	278	304	463	4,255
10	440	436	511	352	365	278	301	284	321	304	327	471	4,390
11	486	472	557	383	401	280	299	272	321	318	367	511	4,668
12	521	510	589	439	465	334	343	308	332	356	395	564	5,157
13	569	559	629	499	517	411	419	387	368	406	440	580	5,782
14	603	598	666	529	530	451	499	448	406	423	475	577	6,204
15	610	595	691	518	531	476	539	508	436	449	468	592	6,411
16	640	597	677	509	539	472	589	530	456	452	471	601	6,534
17	652	611	643	487	528	456	585	555	466	459	440	606	6,488
18	623	612	631	476	519	420	556	522	469	405	400	591	6,224
19	586	582	609	438	501	396	541	460	403	377	379	567	5,838
20	570	561	603	406	447	340	459	368	359	355	365	545	5,377
21	551	551	569	386	426	314	398	322	335	333	354	542	5,082
22	552	529	529	363	399	303	368	296	321	314	347	552	4,873
23	543	517	536	371	373	298	328	277	316	315	340	523	4,737
Grand Total	13,215	12,590	13,797	9,680	10,091	8,009	9,182	8,253	8,664	8,249	8,821	12,991	123,544

Hour/Month [MW]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Grand Total
0	17.7	18.0	18.0	12.7	12.0	9.5	10.4	8.7	11.2	10.2	11.3	16.8	13.0
1	17.5	17.9	18.2	13.0	12.3	9.6	10.3	9.3	11.7	10.3	11.2	17.5	13.2
2	17.7	18.1	18.5	13.1	12.1	9.7	10.1	9.2	12.2	10.2	11.1	17.5	13.3
3	17.4	18.6	17.8	12.8	11.8	10.0	10.2	8.8	12.1	10.0	11.2	16.7	13.1
4	18.0	17.9	17.7	12.6	12.0	10.1	10.0	9.0	12.4	9.8	11.0	16.3	13.0
5	17.2	17.2	17.6	12.0	11.6	10.1	9.9	9.1	11.8	9.7	10.5	16.5	12.7
6	16.9	17.6	17.5	11.3	10.7	8.2	8.4	8.7	11.5	9.8	10.8	17.3	12.4
7	17.2	17.1	17.0	9.4	9.6	7.4	7.4	7.1	9.5	9.2	10.8	16.8	11.5
8	16.3	16.2	15.1	9.7	10.8	8.7	9.0	8.2	9.0	8.1	10.5	16.4	11.5
9	14.1	15.1	15.4	10.9	11.6	9.3	9.8	9.4	10.5	9.0	10.1	14.9	11.7
10	14.2	15.6	16.5	11.7	11.8	9.3	9.7	9.2	10.7	9.8	10.9	15.2	12.0
11	15.7	16.9	18.0	12.8	12.9	9.3	9.7	8.8	10.7	10.3	12.2	16.5	12.8
12	16.8	18.2	19.0	14.6	15.0	11.1	11.1	9.9	11.1	11.5	13.2	18.2	14.1
13	18.3	19.9	20.3	16.6	16.7	13.7	13.5	12.5	12.3	13.1	14.7	18.7	15.8
14	19.4	21.3	21.5	17.6	17.1	15.0	16.1	14.5	13.5	13.7	15.8	18.6	17.0
15	19.7	21.2	22.3	17.3	17.1	15.9	17.4	16.4	14.5	14.5	15.6	19.1	17.6
16	20.6	21.3	21.8	17.0	17.4	15.7	19.0	17.1	15.2	14.6	15.7	19.4	17.9
17	21.0	21.8	20.7	16.2	17.0	15.2	18.9	17.9	15.5	14.8	14.7	19.6	17.8
18	20.1	21.9	20.4	15.9	16.7	14.0	17.9	16.9	15.6	13.1	13.3	19.1	17.1
19	18.9	20.8	19.6	14.6	16.2	13.2	17.4	14.8	13.4	12.1	12.6	18.3	16.0
20	18.4	20.0	19.4	13.5	14.4	11.3	14.8	11.9	12.0	11.5	12.2	17.6	14.7
21	17.8	19.7	18.4	12.9	13.7	10.5	12.9	10.4	11.2	10.7	11.8	17.5	13.9
22	17.8	18.9	17.1	12.1	12.9	10.1	11.9	9.6	10.7	10.1	11.6	17.8	13.4
23	17.5	18.5	17.3	12.4	12.0	9.9	10.6	8.9	10.5	10.2	11.3	16.9	13.0
Grand Total	17.8	18.7	18.5	13.4	13.6	11.1	12.3	11.1	12.0	11.1	12.3	17.5	14.1



PARK - Time varying AEP

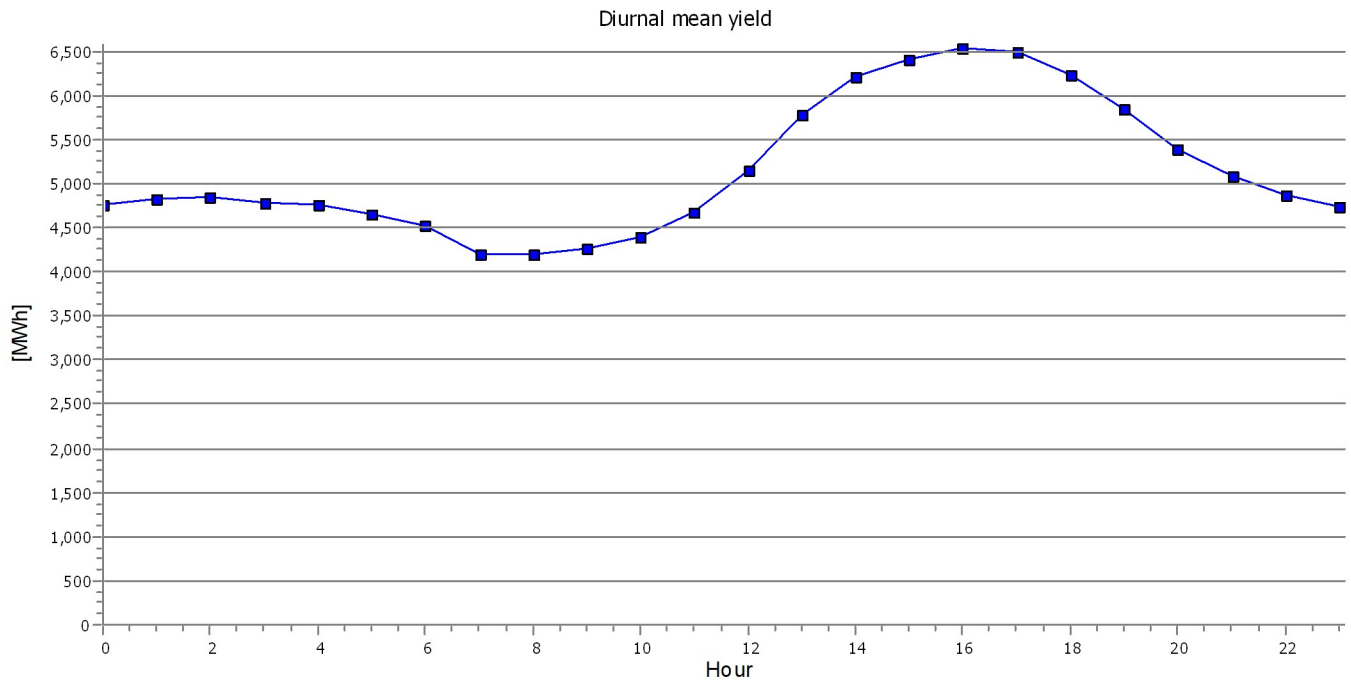
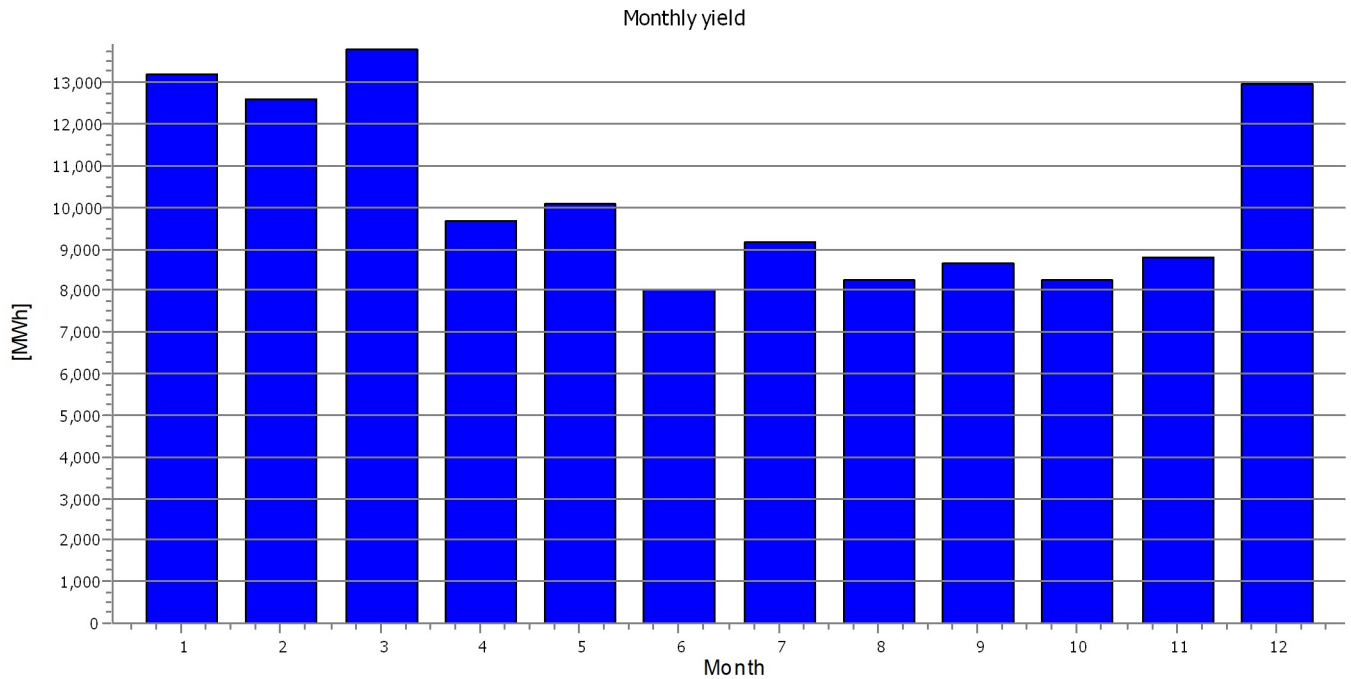
Calculation: V162 6.0 MW

Windfarm: 54.0 MW based on 9 turbines of type VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O!.

Selection: All new WTGs

Calculated mean yield per month and hour [MWh]. The result includes wake losses and any curtailment losses.

Values are scaled to a full year, see correction factors at main result page.





PARK - Time varying AEP

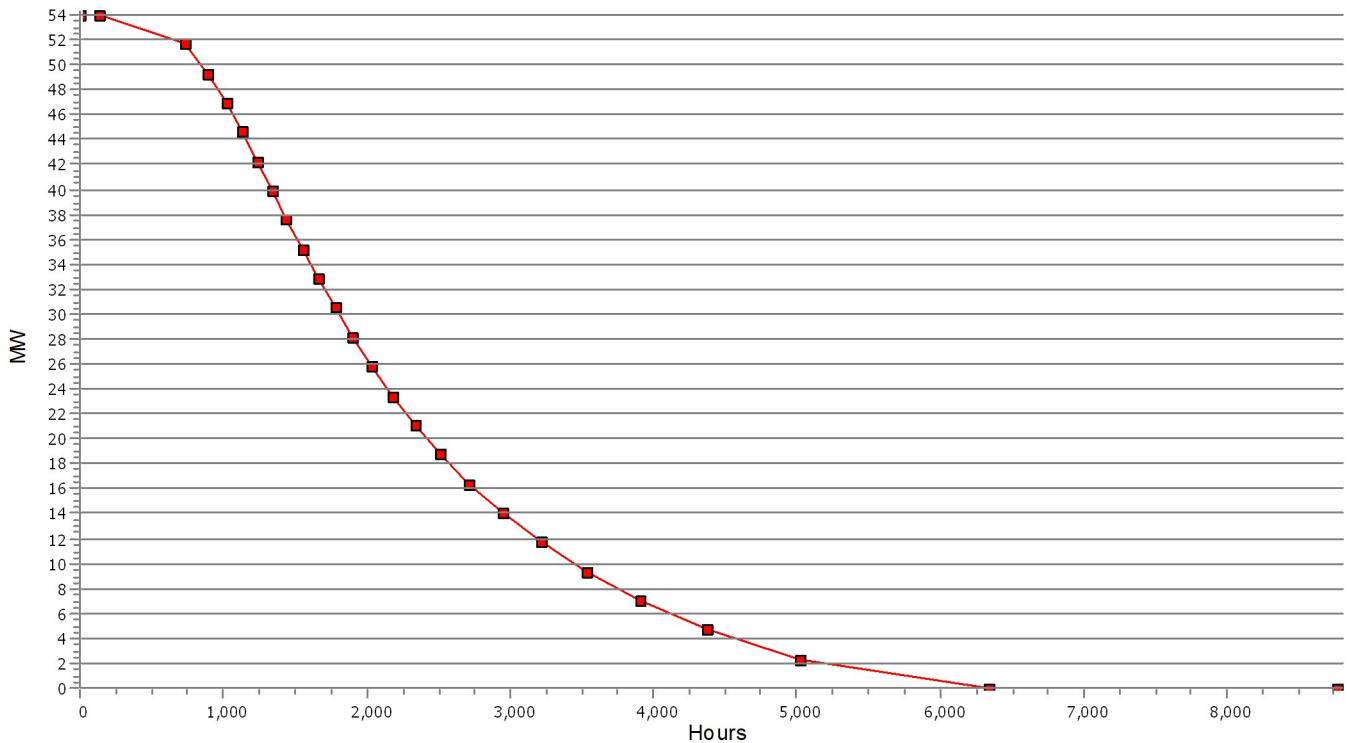
Calculation: V162 6.0 MW

Windfarm: 54.0 MW based on 9 turbines of type VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O!.

Selection: All new WTGs

Hours	Hours [%]	Hours accumulated	Power [MW]	Power (MW/WTG)
136	1.6	136	54.0	6.0
593	6.8	730	51.7 - 54.0	5.7 - 6.0
163	1.9	893	49.3 - 51.7	5.5 - 5.7
126	1.4	1019	47.0 - 49.3	5.2 - 5.5
109	1.2	1128	44.6 - 47.0	5.0 - 5.2
106	1.2	1234	42.3 - 44.6	4.7 - 5.0
102	1.2	1336	39.9 - 42.3	4.4 - 4.7
104	1.2	1440	37.6 - 39.9	4.2 - 4.4
109	1.2	1549	35.2 - 37.6	3.9 - 4.2
111	1.3	1659	32.9 - 35.2	3.7 - 3.9
118	1.3	1777	30.5 - 32.9	3.4 - 3.7
123	1.4	1900	28.2 - 30.5	3.1 - 3.4
134	1.5	2034	25.8 - 28.2	2.9 - 3.1
141	1.6	2175	23.5 - 25.8	2.6 - 2.9
163	1.9	2337	21.1 - 23.5	2.3 - 2.6
178	2.0	2515	18.8 - 21.1	2.1 - 2.3
201	2.3	2716	16.4 - 18.8	1.8 - 2.1
239	2.7	2954	14.1 - 16.4	1.6 - 1.8
265	3.0	3219	11.7 - 14.1	1.3 - 1.6
310	3.5	3529	9.4 - 11.7	1.0 - 1.3
376	4.3	3905	7.0 - 9.4	0.8 - 1.0
469	5.4	4374	4.7 - 7.0	0.5 - 0.8
644	7.3	5018	2.3 - 4.7	0.3 - 0.5
1319	15.0	6337	0.0 - 2.3	0.0 - 0.3
2429	27.7	8766	0.0	0.0

Duration curve 54.0 MW WindFarm





INTERNAL CODE

C22FSTR001WR060 00

PAGE

16 di/of 18

PARK - Scaling info

Calculation: V162 6.0 MW

Scaler settings

Name	EMD Default Meso Scaler
Terrain scaling	Meso-scale Data Downscaling
RIX correction	No RIX correction
Displacement height	from objects
Micro terrain flow model	WASP CFD result files - Ellipsys - 1.11.2.6
Overall factor	1.0000
Overall offset	0.0000
By sector	No
By month	No
By hour	No
By wind speed	No

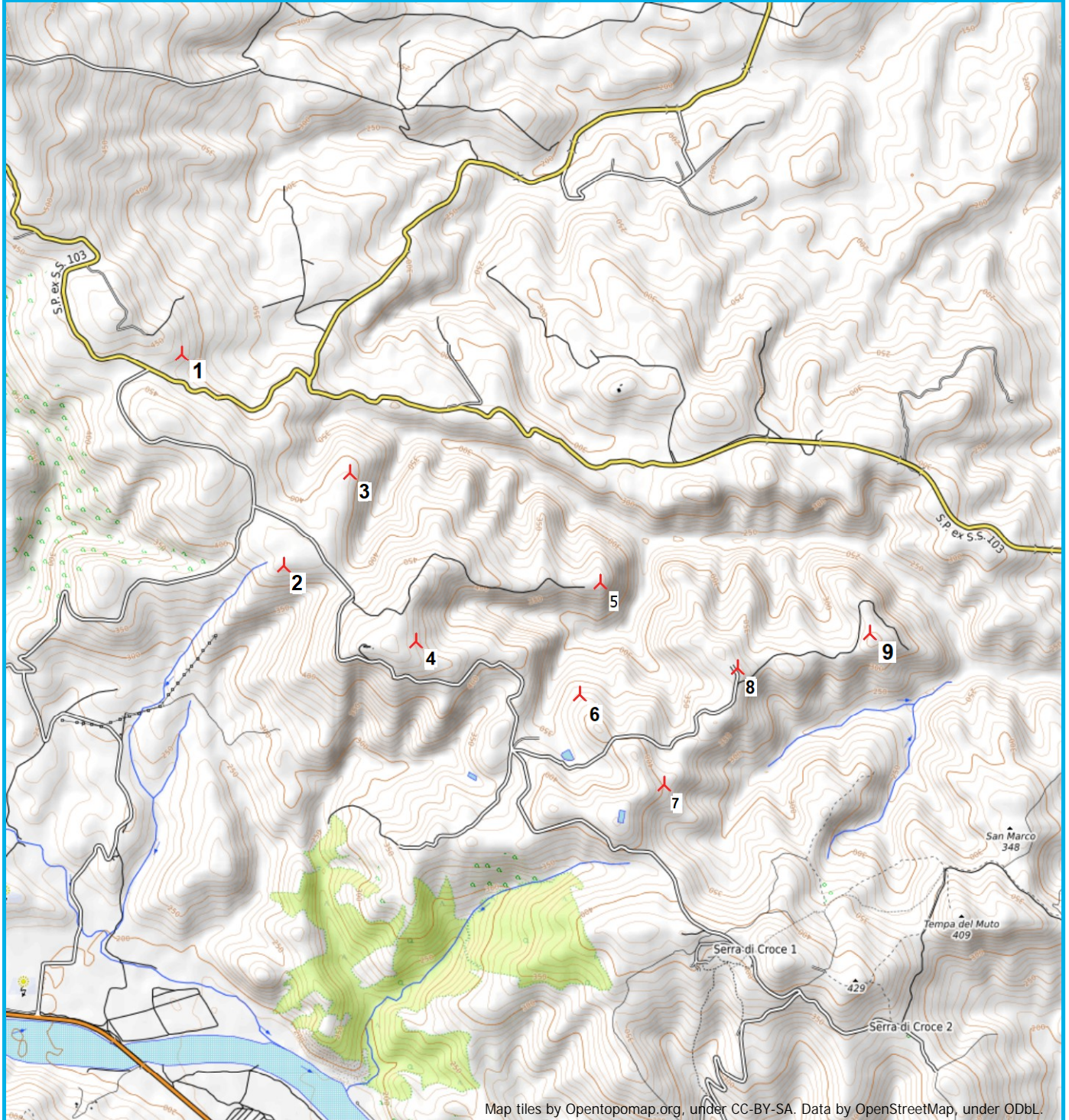
CFD results and info

	UTM (north)-WGS84 Zone: 33			Software versions			Calculated	
	Easting	Northing	Result file	Ellipsys	Client	Server	Date	Time
A	612,400	4,469,800	Area 1.cfdres	1.11.2.6	WindPRO 3.6.359	Cerebrum EMD International	07/11/2022	13:51:53
B	614,400	4,468,300	Area 2.cfdres	1.11.2.6	WindPRO 3.6.359	Cerebrum EMD International	07/11/2022	14:02:19
C	616,300	4,468,500	Area 3.cfdres	1.11.2.6	WindPRO 3.6.359	Cerebrum EMD International	07/11/2022	14:40:04



PARK - Map

Calculation: V162 6.0 MW



Map tiles by Opentopomap.org, under CC-BY-SA. Data by OpenStreetMap, under ODbL.



Map: OpenTopoMap , Print scale 1:40,000, Map center UTM (north)-WGS84 Zone: 33 East: 614,244 North: 4,469,054

New WTG



5 CONCLUSIONI - STIMA DI PRODUCIBILITA'

Per la presente stima di producibilità è stato utilizzato il software WindPro, per la progettazione, l'ottimizzazione e la valutazione dei progetti di impianti per la generazione di energia da fonte eolica.

Caratteristiche	Valore
Potenza installata	54 MW
Potenza nominale WTG	6 MW
N° di WTG	9
Diametro del rotore	162 m
Altezza del mozzo	119 m
Energia prodotta annualmente P50	123543,7 MWh/anno

Tale stima di produzione annua netta rappresenta la P50%, ossia il valor medio della distribuzione statistica della produzione annua. Lo scarto quadratico medio di tale distribuzione è dato dal valore dell'incertezza totale che tiene conto dell'incertezza legata ad aspetti come misure anemometriche, all'eventuale valutazione dei dati del vento di lungo periodo, variabilità media annuale, variabilità legata al periodo di misura, definizione della curva di potenza, definizione del modello di flusso, definizione delle perdite sistematiche.

Il Tecnico

Ing. Leonardo Sblendido