



REGIONE
TOSCANA



COMUNE DI
MANCIANO



PROVINCIA DI
GROSSETO

PROGETTO DEFINITIVO

Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica "Fiora" di potenza nominale pari a 52.8 MW e relative opere connesse da realizzarsi nel comune di Manciano (GR)

Titolo elaborato

Stima di producibilità

Codice elaborato

F0612AR02A

Scala

-

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione.

Progettazione



F4 ingegneria srl

Via Di Giura - Centro direzionale, 85100 Potenza
Tel: +39 0971 1944797 - Fax: +39 0971 55452
www.f4ingegneria.it - f4ingegneria@pec.it

Il Direttore Tecnico
(ing. Giovanni Di Santo)



Gruppo di lavoro

Dott. For. Luigi ZUCCARO
Ing. Giuseppe MANZI
Ing. Monica COIRO
Ing. jr. Flavio Gerardo TRIANI
Ing. Gerardo Giuseppe SCAVONE
Ing. Manuela Nardoza
Ing. Angelo CORRADO
Arch. Gaia TELESCA



Società certificata secondo le norme UNI-EN ISO 9001:2015 e UNI-EN ISO 14001:2015 per l'erogazione di servizi di ingegneria nei settori: civile, idraulica, acustica, energia, ambiente (settore IAF: 34).

Consulenze specialistiche

Committente

Apollo Wind S.r.l.

Via della Stazione, 7
39100 Bolzano (BZ)

Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
Dicembre 2023	Prima emissione	FTR	FTR	GMA

File sorgente: **F0612AR02A - Stima di producibilità.docx**

Sommario

1	Informazioni essenziali	3
2	Sito di Manciano – Apollo wind S.r.l.	4
3	Parametri stimati	5

1 Informazioni essenziali

Proponente	Apollo Wind S.r.l.
Potenza complessiva massima in immissione	52.8 MW
Potenza complessiva impianto	52.8 MW
Potenza singolo WTG	6.6 MW
Numero aerogeneratori	8
Altezza hub max	115 m
Diametro rotore max	170 m
Altezza complessiva max	200 m
Area poligono impianto	5.1 kmq
Lunghezza elettrodotto AT area parco	12.324 km
Lunghezza elettrodotto AT esterno	24 m
RTN autorizzata (si/no)	no
RTN esistente (si/no)	no
Tipo di connessione alla RTN (cavo/aereo)	Impianto di accumulo da 25 MW – Collegamento in antenna a 36 kV ad una nuova Stazione Elettrica di trasformazione RTN 380/150/36 kV da inserire in entra - esce alla linea RTN a 380 kV "Montalto-Suvereto"
Piazzola di montaggio (max)	8860 m ²
Piazzola definitiva (max)	1460 m ²

L'intervento proposto consiste nella realizzazione di un nuovo parco eolico, denominato "Fiora", localizzato nel territorio comunale di Manciano, in provincia di Grosseto. L'impianto sarà composto da n. 8 aerogeneratori della potenza nominale di 6.6 MW ciascuno, con la potenza complessiva in immissione di 52.8 MW, in accordo con quanto previsto nella STMG Terna ID 202303462. Le relative opere di connessione saranno ubicate nel Comune di Manciano (Gr).

Gli aerogeneratori che potranno essere installati sono delle seguenti tipologie: Siemens Gamesa SG170-HH115 m o altro modello simile.

Il progetto proposto ricade **al punto 2 dell'elenco di cui all'allegato II alla Parte Seconda del d.lgs. n. 152/2006 e s.m.i., come modificato dal d.lgs. n. 104/2017, "impianti eolici per la produzione di energia elettrica sulla terraferma con potenza complessiva superiore a 30 MW"**, pertanto risulta soggetto al procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale per il quale il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza energetica di concerto con il Ministero della Cultura, svolge il ruolo di autorità competente in materia.

2 Sito di Manciano – Apollo wind S.r.l.

Il sito di Manciano si colloca in Toscana, in provincia di Grosseto (Gr). Il contesto orografico lungo il quale si estende l'area del parco è pressappoco collinare, con un'altimetria compresa fra i 69 m.s.l.m. ed i 149 m.s.l.m..

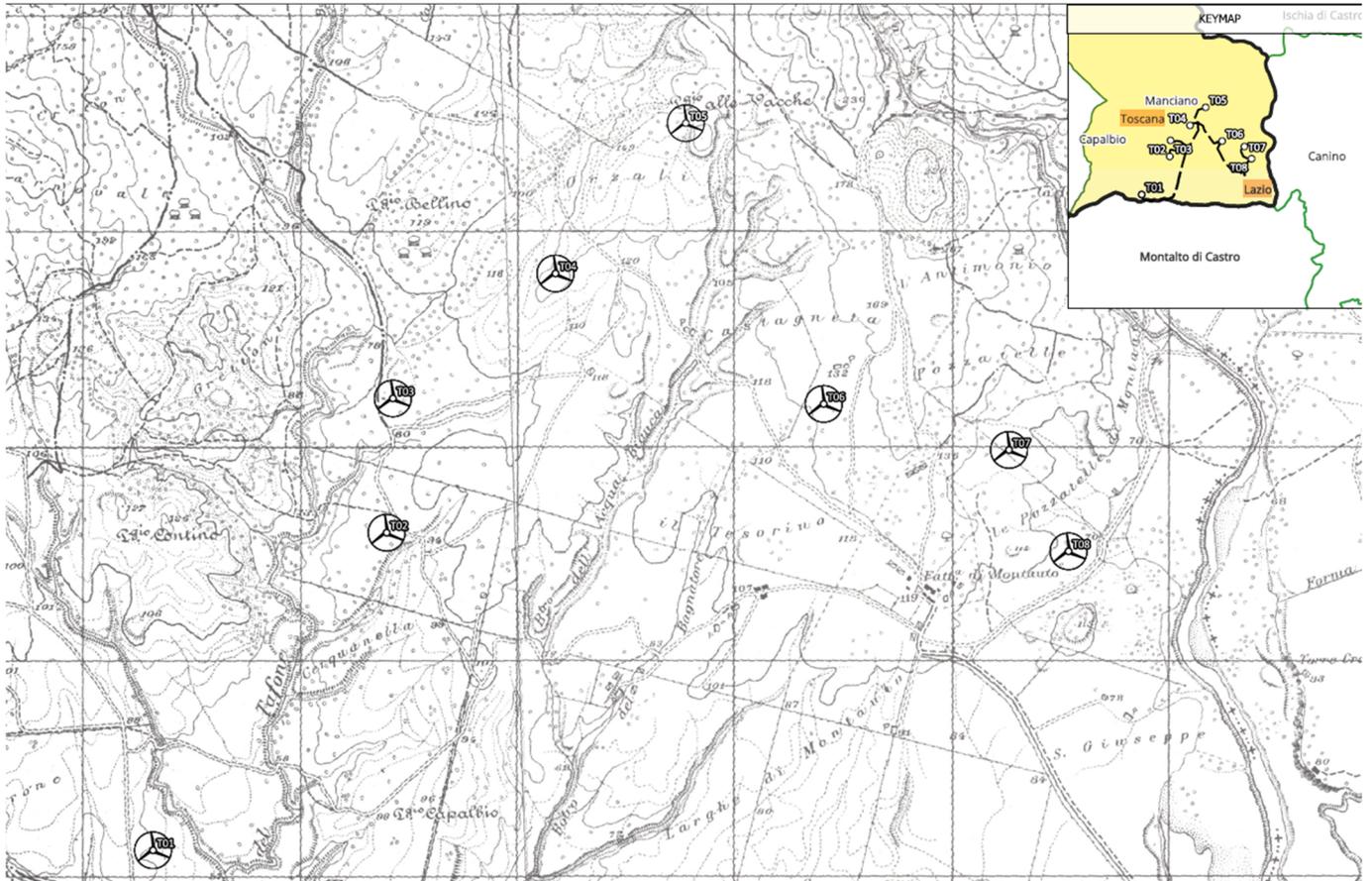


Figura 1: Inquadramento impianto su I.G.M.

Tabella 1: ubicazione planimetrica degli aerogeneratori di progetto

WTG	Coordinate UTM-WGS84 fuso 32		Coordinate Gauss Boaga fuso ovest	
	E	N	x	y
T01	710237	4701930	1710267	4701943
T02	711313	4703404	1711343	4703416
T03	711342	4704026	1711372	4704039
T04	712090	4704606	1712121	4704619
T05	712691	4705304	1712721	4705317
T06	713325	4704001	1713356	4704014
T07	714179	4703788	1714209	4703801
T08	714453	4703317	1714483	4703330

3 Parametri stimati

Ai fini della stima dei parametri di producibilità, si è preso in considerazione come modello di aerogeneratore Siemens Gamesa SG 170, Hhub 115m da 6,6 MW.

Project:
2023-04 Manciano cpb

Licensed user:
Dr. C.P. Beulshausen Wind Consultant
Am Husalsberg 7
DE-30900 Wedemark
49 5130 7054
Dr. C.P. Beulshausen / cp.beulshausen@online.de
Calculator:
10.11.2023 21:45/3.6.377

PARK - Main Result

Calculation: 20231110 WF Manciano 8 x Siemens SG170 6.6MW 115m HH LT Era5

Setup

AEP scaled to a full year based on number of samples
Scaling factor from 24,2 years to 1 year: 0,041

Calculation performed in UTM (north)-WGS84 Zone: 32
At the site centre the difference between grid north and true north is: 1,7°

Wake

Wake Model: N.O. Jensen (RISO/EMD) Park 2 2018
Wake decay constant: 0,077 Open farmland Hub height independent
Reference WTG: TO1

Scaler / wind data

Name: EMD Default Meso Scaler
Terrain scaling: Meso-scale Data Downscaling
Micro terrain flow model: WAsP IB2 from Site Data
Used period: 01.01.1999 01:00:00 - 01.04.2023
Meteo object(s): ERA5 N42,459053 E11,590454
ERA5 N42,43218 E11,593658
ERA5 N42,46141 E11,626862
ERA5 N42,42981 E11,557251
Horizontal interpolation: Take nearest
Displacement height: Omnidirectional from objects
WAsP version: WAsP 12 Version 12.06.0022

Power correction

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

	Min	Max	Avg	Corr. [%]	Neg. corr. [%]	Pos. corr. [%]
Air density						
From air density settings [°C]	15,0	15,5	15,3			
From air density settings [hPa]	982,0	991,3	987,1			
Resulting air density [kg/m³]	1,187	1,196	1,192			
Relative to 15°C at sea level [%]	96,9	97,7	97,3	-1,6	-1,6	0,0



New WTG

Scale 1:80.000

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Wake loss [%]	Specific results*)		Wind speed		
				Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	free [m/s]	wake reduced [m/s]
Wind farm	131.223,4	137.383,9	4,5	28,4	16.402,9	2.485	6,0	5,8

*) Based on wake reduced results and any curtailments.

Calculated Annual Energy for each of 8 new WTGs with total 52,8 MW rated power

WTG type	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy		Wind speed	
									Result [MWh/y]	Wake loss [%]	free [m/s]	reduced [m/s]
1	Yes	Siemens	SG-170-6.600	6.600	170,0	115,0	USER	Mode 0 - SIEMENS 6,6 MW SG-170	16.724,6	2,7	6,09	5,99
2	Yes	Siemens	SG-170-6.600	6.600	170,0	115,0	USER	Mode 0 - SIEMENS 6,6 MW SG-170	16.170,3	5,0	5,93	5,76
3	Yes	Siemens	SG-170-6.600	6.600	170,0	115,0	USER	Mode 0 - SIEMENS 6,6 MW SG-170	15.375,6	7,8	5,85	5,61
4	Yes	Siemens	SG-170-6.600	6.600	170,0	115,0	USER	Mode 0 - SIEMENS 6,6 MW SG-170	15.964,7	7,9	5,98	5,73
5	Yes	Siemens	SG-170-6.600	6.600	170,0	115,0	USER	Mode 0 - SIEMENS 6,6 MW SG-170	16.295,9	2,9	5,85	5,75
6	Yes	Siemens	SG-170-6.600	6.600	170,0	115,0	USER	Mode 0 - SIEMENS 6,6 MW SG-170	17.022,9	3,6	6,10	5,97
7	Yes	Siemens	SG-170-6.600	6.600	170,0	115,0	USER	Mode 0 - SIEMENS 6,6 MW SG-170	16.844,0	3,7	6,08	5,96
8	Yes	Siemens	SG-170-6.600	6.600	170,0	115,0	USER	Mode 0 - SIEMENS 6,6 MW SG-170	16.825,3	2,2	6,03	5,95

Annual Energy result includes shown losses. Additional losses and uncertainty must be considered for an investment decision.

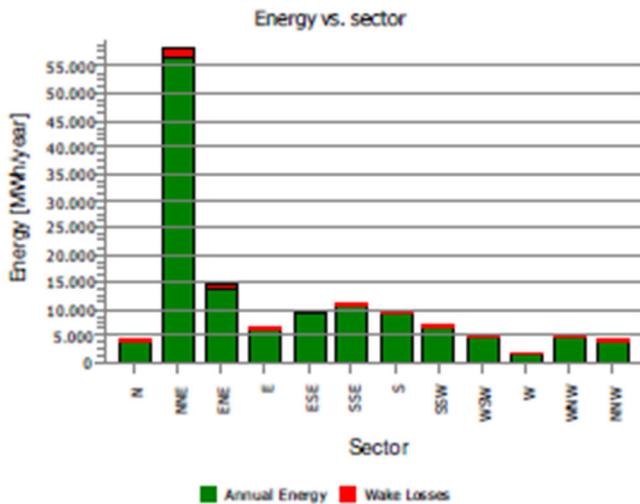
WTG siting

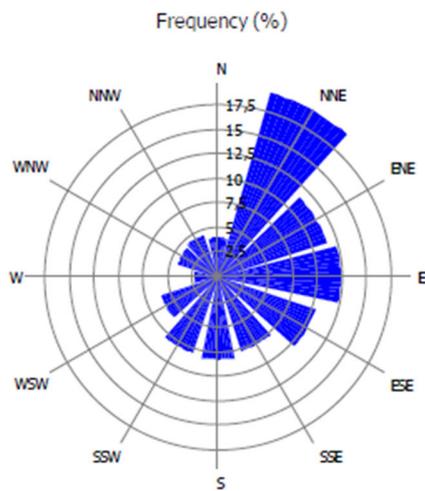
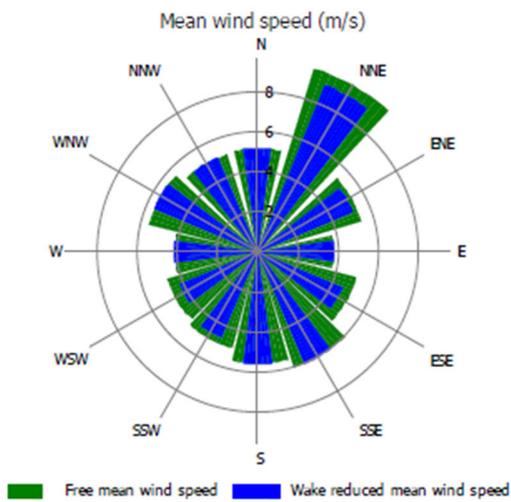
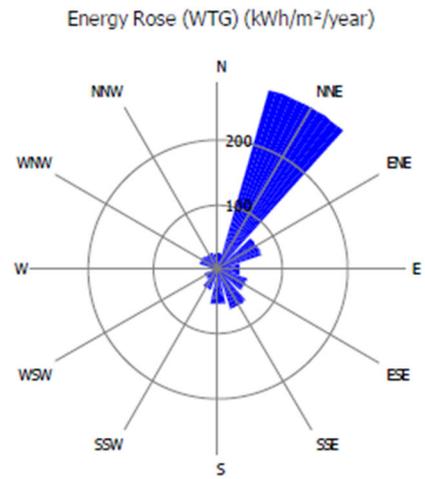
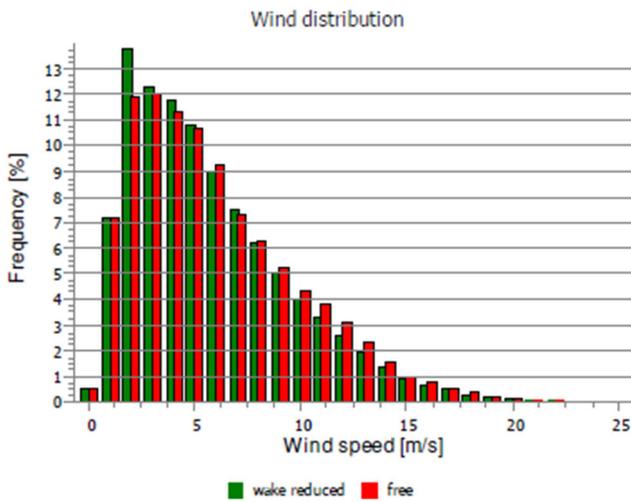
	UTM (north)-ED50 (Europe) Zone: 32			Row data/Description	Calculation period	
	Easting	Northing	Z [m]		Start	End
1 New	710.338	4.702.006	70,4	TO1	01.01.1999	01.04.2023
2 New	711.398	4.703.599	85,8	TO2	01.01.1999	01.04.2023
3 New	711.426	4.704.222	89,6	TO3	01.01.1999	01.04.2023
4 New	712.175	4.704.802	125,8	TO4	01.01.1999	01.04.2023
5 New	712.776	4.705.500	150,0	TO5	01.01.1999	01.04.2023
6 New	713.410	4.704.197	130,0	TO6	01.01.1999	01.04.2023
7 New	714.264	4.703.984	111,8	TO7	01.01.1999	01.04.2023
8 New	714.538	4.703.513	90,0	TO8	01.01.1999	01.04.2023

PARK - Production Analysis

Calculation: 20231110 WF Manciano 8 x Siemens SG170 6.6MW 115m HH LT Era5 **WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,187 kg/m³ - 1,196 kg/m³**
Directional Analysis

Sector	0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSW	8 WSW	9 W	10 WNW	11 NNW	Total
Model based energy [MWh]	4.285,4	58.466,7	14.471,8	6.393,1	9.935,5	11.018,4	9.621,6	7.205,8	4.965,4	1.606,1	5.085,1	4.328,9	137.383,9
-Decrease due to wake losses [MWh]	155,4	1.821,3	766,4	331,1	662,4	637,1	401,7	430,2	263,0	73,3	310,7	308,0	6.160,5
Resulting energy [MWh]	4.130,0	56.645,4	13.705,4	6.062,1	9.273,2	10.381,3	9.219,9	6.775,7	4.702,3	1.532,8	4.774,4	4.020,9	131.223,4
Specific energy [kWh/m ²]													723
Specific energy [kWh/kW]													2.485
Decrease due to wake losses [%]	3,6	3,1	5,3	5,2	6,7	5,8	4,2	6,0	5,3	4,6	6,1	7,1	4,48
Full Load Equivalent [Hours/year]	78	1.073	260	115	176	197	175	128	89	29	90	76	2.485





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

Power and efficiency vs. wind speed

Data used in calculation, Mean air density: 1,196 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp
1,0	0,0	0,00
2,0	0,0	0,00
3,0	84,7	0,23
4,0	318,3	0,37
5,0	738,9	0,44
6,0	1.343,3	0,46
7,0	2.177,9	0,47
8,0	3.268,8	0,47
9,0	4.500,1	0,45
10,0	5.560,8	0,41
11,0	6.205,1	0,34
12,0	6.480,9	0,28
13,0	6.570,2	0,22
14,0	6.593,5	0,18
15,0	6.598,6	0,14
16,0	6.600,0	0,12
17,0	6.600,0	0,10
18,0	6.600,0	0,08
19,0	6.336,0	0,07
20,0	6.072,0	0,06
21,0	5.808,0	0,05
22,0	5.544,0	0,04
23,0	5.280,0	0,03

