

EMILIE Wind S.r.l.

Parco Eolico “EMILIE” sito nel Comune di Casalfiumanese (BO)

Analisi di producibilità dell'impianto

Luglio 2023

Committente:

EMILIE Wind S.r.l.

EMILIE Wind S.r.l.

Via Sardegna, 40

00187 Roma

P.IVA/C.F. 16666851007

Titolo del Progetto:

Parco Eolico "EMILIE" sito nel Comune di Casalfiumanese (BO)

Documento:

**Analisi di producibilità
dell'impianto**

N° Documento:

IT-VesEMI-PGR-GEN-TR-07

Progettista:



Ing. Domenico Teta



Rev	Data Revisione	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
00	Luglio 2023	Prima Emissione	GEAR Energy S.r.l.s	M. Agostinone	D. Teta

Sommario

1. Premessa	4
2. Caratteristiche del sito	4
3. Analisi anemologica del sito e dati dell'aerogeneratore	6
3.1. <i>Caratteristiche dell'aerogeneratore</i>	6
3.2. <i>Analisi anemologica del sito in funzione dell'aerogeneratore</i>	7
4. Produttività del sito	8
5. Conclusioni	10
6. Riferimenti tecnici e bibliografici	11

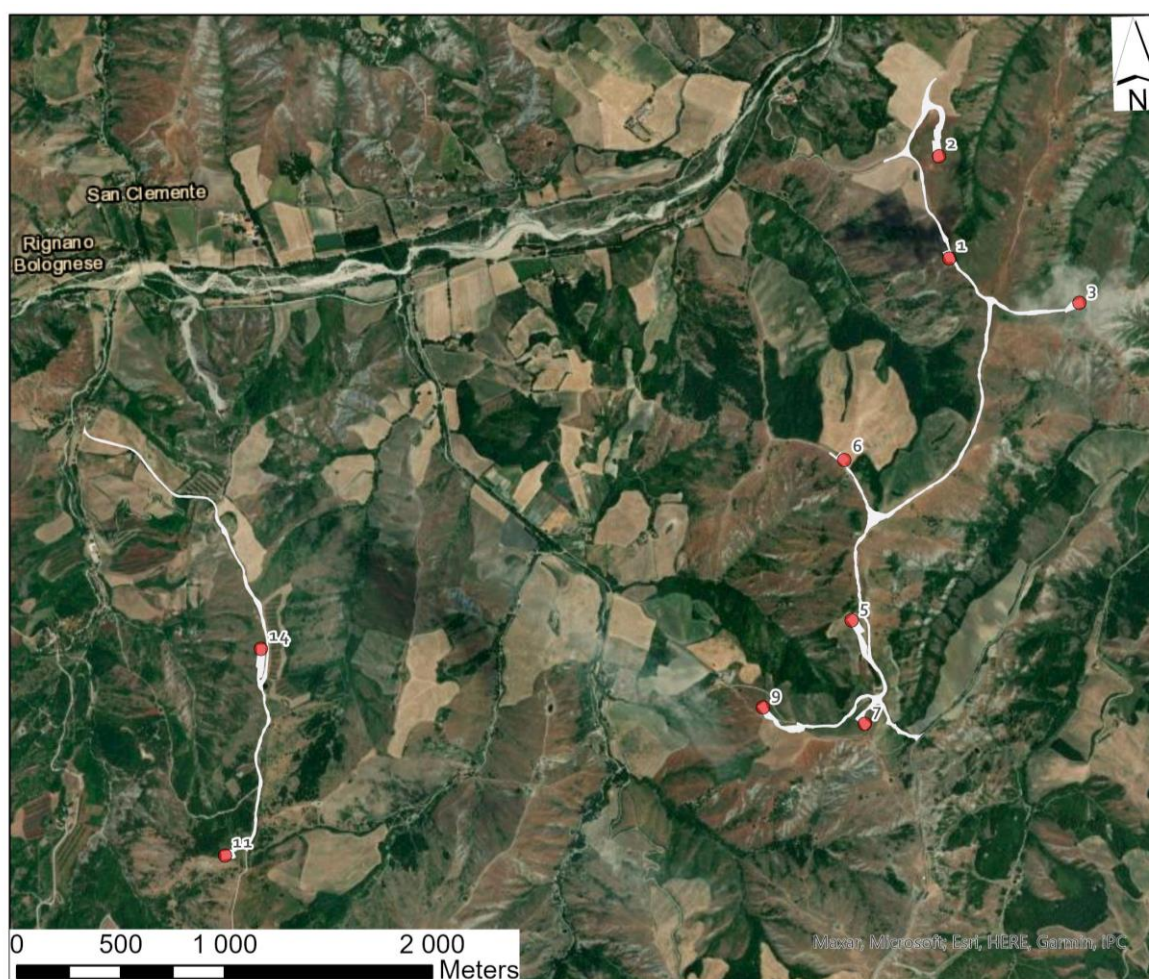
1. Premessa

Il presente documento fornisce l'analisi di ventosità del parco eolico considerato allo scopo di aiutare il cliente ai fini del calcolo della produttività dello stesso. La valutazione preliminare è eseguita secondo una procedura che si avvale di database e software con misurazioni satellitari interfacciate con stazioni meteo collocate sul territorio.

2. Caratteristiche del sito

Il sito in analisi è localizzato in Emilia Romagna, nel comune di Casalfiumanese (BO). La Figura 1 e la Tabella 1 descrivono il sito dal punto di vista territoriale e di posizionamento dei dodici aerogeneratori.

Figura 1 Mappa 3D del sito e posizionamento dei dodici aerogeneratori.



In particolare, la Figura 1 indica la zona in cui si colloca il sito oggetto di studio in 3D, ed il posizionamento sul territorio degli aerogeneratori nell'area considerata. Il sito si trova su una zona con ventosità buona nonché in un'area priva di rilevanti ostacoli. La Tabella 1 indica in maniera univoca i siti di installazione dei dodici aerogeneratori del parco e ne descrive le principali caratteristiche del terreno. Fra queste, la rugosità del terreno in grado di descrivere come l'intensità del vento si modifichi all'aumentare dell'altezza dal suolo. Zone aperte sono caratterizzate da bassi valori di rugosità mentre valori più alti si hanno in presenza di edifici o vegetazioni. In tal caso, benché il terreno non presenti rilevanti ostacoli, la rugosità del terreno è stata posta pari tra 0.070 e 0.100.

Tabella 1 Posizionamento dei dodici aerogeneratori e caratteristiche del terreno nel sito di installazione.

Denominazione	Latitudine	Longitudine	Altitudine s.l.m.	Rugosità del terreno
1	44°18'58.95"N	11°32'03.81"E	299.0 m	0.07 m
2	44°19'14.88"N	11°32'02.33"E	273.4 m	0.07 m
3	44°18'51.37"N	11°32'31.84"E	289.6 m	0.10 m
5	44°18'02.95"N	11°31'40.25"E	341.4 m	0.10 m
6	44°18'28.02"N	11°31'39.72"E	347.3 m	0.07 m
7	44°17'46.80"N	11°31'42.35"E	356.9 m	0.10 m
9	44°17'49.85"N	11°31'20.40"E	327.1 m	0.10 m
11	44°17'29.28"N	11°29'22.58"E	430.1 m	0.10 m
14	44°18'01.32"N	11°29'31.79"E	320.6 m	0.07 m

3. Analisi anemologica del sito e dati dell'aerogeneratore

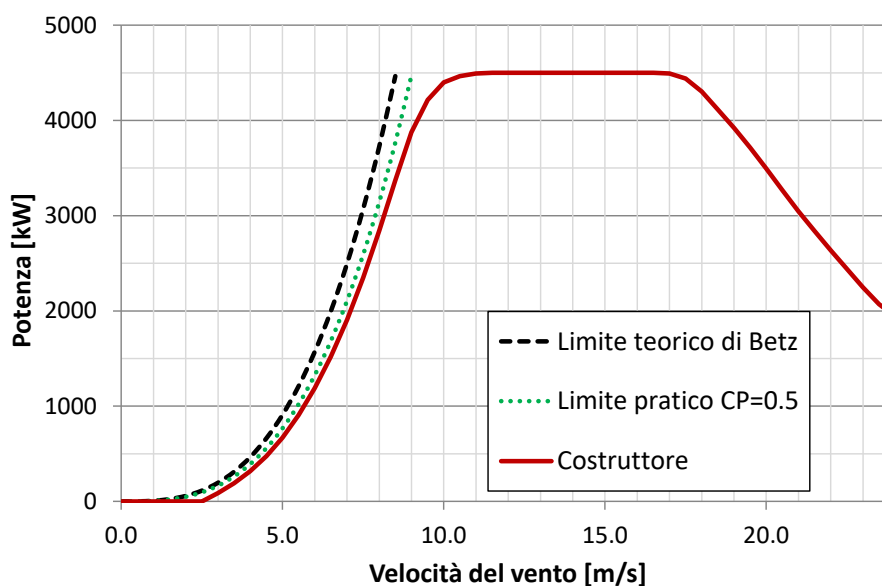
3.1. Caratteristiche dell'aerogeneratore

La Tabella 2 riporta le principali caratteristiche dell'aerogeneratore da installare sui dodici siti riportati in Tabella 1. La turbina è la Vestas V163-4.5MW opportunamente controllata per la produzione di 4500 kW nominali. Sulla base delle informazioni del costruttore è stata calcolata la curva di potenza dell'aerogeneratore come riportato in Figura 2.

Tabella 2 Specifiche tecniche dell'aerogeneratore modello Vestas V163-4.5 MW.

	1. Generalità	
	Tipo	Connesso alla rete
	Configurazione	Asse orizzontale
	Potenza	4500 kW
	Velocità nominale	4500 kW @ 11.5 m/s
	Velocità cut-in	3 m/s
	Velocità cut-off	24 m/s
	Classe turbina	IEC IIIB
	2. Rotore	
	Diametro	163 m
	Altezza mozzo	113 m
	Area spazzata	20867 m ²
	Materiale	Fibre di vetro/carbonio resina epossidica
Regolazione di potenza	Pitch + Yaw	

Figura 2 Curva di potenza calcolata sulla base dei dati forniti dal costruttore per una densità dell'aria pari a 1.175 Kg/m³.



3.2. Analisi anemologica del sito in funzione dell'aerogeneratore

Le proprietà anemologiche del sito di cui al paragrafo 1 sono state numericamente estrapolate sulla base dei dati anemologici resi disponibili dalla AWS Truepower's (proprietaria del sistema MesoMap® e della tecnologia windTrends® dataset), ad una altezza di 113 m che corrisponde al centro del mozzo (Tabella 3). La Figura 3 mostra il vento geostrofico a 120 metri presente nell'area territoriale considerata.

Figura 3 Vento geostrofico a 120 metri presente nell'area territoriale considerata.

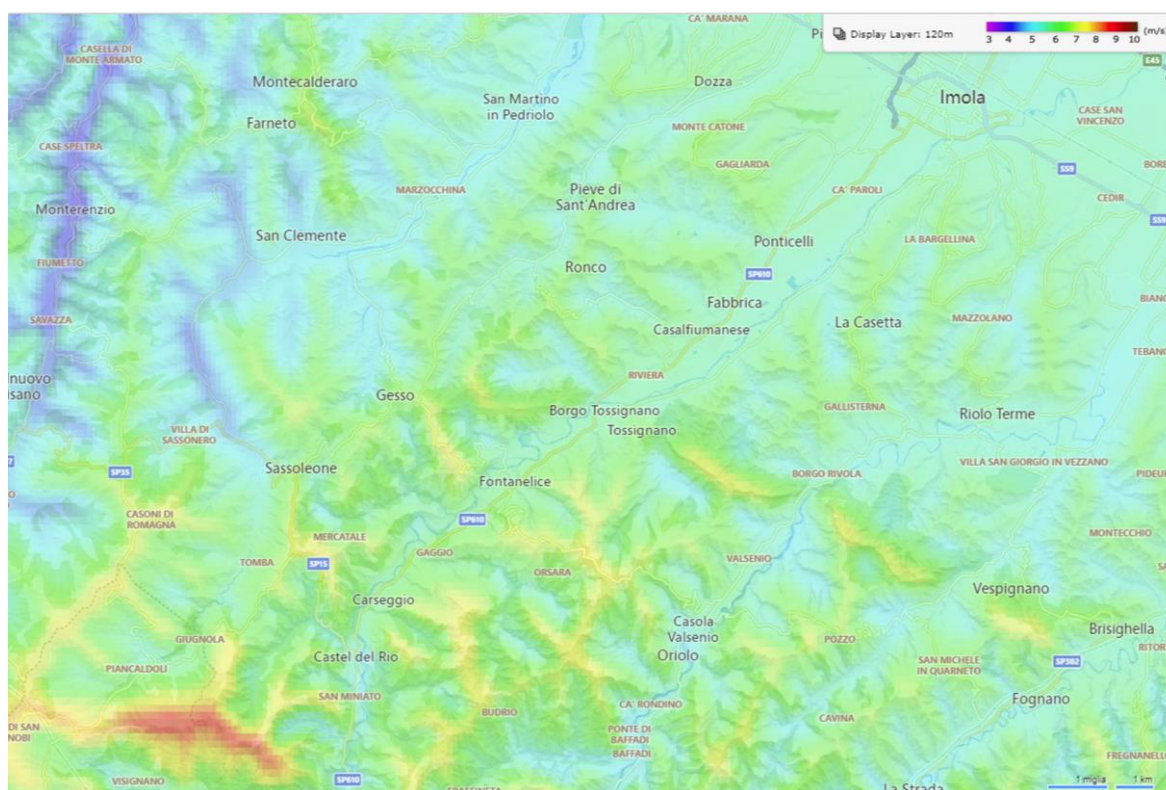


Tabella 3 Valori della distribuzione di Weibull nella zona d'interesse ad altezza hub (113 m).

Denominazione	Velocità media [m/s]	Weibull A [m/s]	Weibull K	Densità dell'aria [Kg/m ³]
1	6.32	7.00	1.525	1.183
2	6.23	6.91	1.525	1.185
3	6.18	6.84	1.524	1.179
5	6.46	7.17	1.529	1.175
6	6.53	7.24	1.525	1.178
7	6.50	7.22	1.532	1.173
9	6.11	6.79	1.533	1.183
11	6.31	6.99	1.533	1.166
14	5.92	6.56	1.531	1.178

Si specifica che la funzione di Weibull è una curva analitica che descrive la distribuzione della frequenza della velocità del vento. I due parametri A e K permettono un'interpolazione corretta della stessa in un ampio spettro di distribuzione.

4. Produttività del sito

La produzione di energia lorda è stimata partendo dalla curva di potenza della turbina, opportunamente modificata in funzione della densità dell'aria, dei parametri distintivi della turbina e della distribuzione della velocità del vento secondo la funzione di Weibull. Tale energia è inferiore a quella teorica poiché tiene in considerazione le perdite che si verificano durante la produzione per diversi fattori. Le perdite considerate sono quelle tipicamente osservate nella produzione di energia dovuta a generatori eolici benché, nel caso specifico, essi possano variare. La Tabella 4 riporta la stima della produzione annua lorda per i dieci aerogeneratore Vestas V163-4.5MW nel sito considerato.

Tabella 4 Stima della produzione lorda annua dei nove aerogeneratori sul sito analizzato. I valori ottenuti sono stati calcolati considerando le rispettive densità dell'aria.

Denominazione	Produzione Lorda [MWh/anno]	Ore [MWh/MW]
1	14732	3274
2	14498	3222
3	14264	3170
5	15146	3366
6	15340	3409
7	15273	3394
9	14152	3145
11	14609	3246
14	13452	2989

Viceversa, la stima della produzione annua dell'intero parco è riportata in Tabella 5 in cui sono considerati ulteriori fattori come suggerito dai moderni siti di ispezione del vento quale l'ente di Ricerca sul Sistema Energetico (RSE) e siti di anemometria internazionali. Con tale procedura, la producibilità complessiva netta del parco eolico raggiunge un valore di poco superiore ai 113000 MWh/annui.

È da notarsi che le perdite dovute alla presenza di aerogeneratori nelle vicinanze non è stata considerata nulla (posta pari a 3% nella Tabella 5) per cautelarsi considerato che nelle vicinanze del sito risultano già installati altri aerogeneratori. È importante altresì notare che i valori scaturenti dal calcolo sopra evidenziato sono frutto di considerazioni che tengono conto di diversi fattori. Fra questi, di fondamentale importanza, la curva di potenza del costruttore. Inoltre, la stima tecnica ivi riportata ha un valore puramente indicativo e non si sostituisce a dati forniti dai costruttori in termini di considerazioni relative alla manutenzione, durata, efficienza e garanzia degli aerogeneratori e della relativa componentistica. La stima ivi riportata è riconducibile ad una stima compresa fra quelle statisticamente determinate della P75 e P90.

Tabella 5 Stima della produzione di energia derivante dal parco eolico.

PROGETTO :	Parco Eolico N°9 Vestas 163 4.5 MW	
Parametri tecnici del Parco Eolico		
Modello di aerogeneratore	Vestas 163 4.5 MW	
Potenza nominale dell'aerogeneratore	[MW]	4.5
Numero di aerogeneratori del Parco Eolico	[-]	9
Potenza nominale complessiva del Parco Eolico	[MW]	40.5
Producibilità lorda del Parco Eolico	[MWh]	131466
Valore percentuale della potenza generata garantita (valore tipico 95%)	[%]	95.0
Indice di disponibilità annua del Parco Eolico (valori tipici compresi tra 95-98%)	[%]	97.0
Perdite di energia per interferenza aerodinamica tra gli aerogeneratori	[%]	3.0
Perdite elettriche nel Parco Eolico (valori tipici 2-3%)	[%]	3.0
Indice di disponibilità annua della rete elettrica (valore tipico 99.5%)	[%]	99.5
Producibilità netta del Parco Eolico	[MWh]	113416
Emissioni di gas serra e di inquinanti evitate dal settore elettrico per la produzione di energia elettrica e calore (*)		
Anidride carbonica (CO ₂)	[ton/anno]	32469
Monossido di carbonio (CO)	[ton/anno]	11
Ossidi di azoto (NO _x)	[ton/anno]	26
Ossidi di zolfo (SO _x)	[ton/anno]	7
Materiale particolato PM ₁₀	[ton/anno]	0.4

(*)i fattori di emissione dei gas serra e degli inquinanti fanno riferimento alla media nel periodo 2015-2020 come riportato dal rapporto dell'ISPRA N°363/2022.

5. Conclusioni

Il report presentato fornisce indicazioni della ventosità della località indicata in Tabella 1. Esso indica una buona ventosità del sito considerato e la produzione di energia elettrica per mezzo di parco eolico. La valutazione preliminare è da intendersi indicativa per uno studio di fattibilità del parco nel suddetto luogo.

6. Riferimenti tecnici e bibliografici


L'analisi anemometrica è realizzata applicando le conoscenze tecniche ed effettuando le varie analisi. Il software utilizzato per l'analisi preliminare delle proprietà anemologiche e per la stima della produzione del parco eolico è AWS Truepower's (proprietaria del sistema MesoMap® e della tecnologia windTrends® dataset).

[1] Rodolfo Pallabazzer, Sistemi eolici, Rubettino editore, 2005.

[2] Andrea Bartolazzi, Le energie rinnovabili, Hoepli editore, 2005.

[3] AA.VV., Energia del vento. Tecnica, normativa, ambiente e mercato, 2013.

[4] <https://dashboards.awstruepower.com/index.php/cms/pages/wind-site-assessment/faq#nogo>

EMILIE Wind srl		N° Doc. IT-VesEMI-PGR-GEN-TR-07	Rev 0	Pagina 12 di 12
-----------------	--	------------------------------------	-------	--------------------

Note sulla Consegna:

Ad espletamento dell'incarico professionale conferito al sottoscritto dalla società Emilie Wind srl con sede a Roma in via Sardegna 40 (CAP 00187), si rende la presente valutazione tecnica preliminare, composta da 12 pagine per gli usi consentiti dalla legge. Si precisa che la presente relazione tecnica può essere considerata valida solo se corredata di firma e timbro dell'incaricato allo svolgimento della stessa. È proibita la modifica o riproduzione parziale o totale della presente (L.633/1941).