

REGIONE
SICILIANA



Comune
di Santa Margherita
di Belice



Comune
di Montevago



Comune
di Menfi



Comune
Sambuca di Sicilia



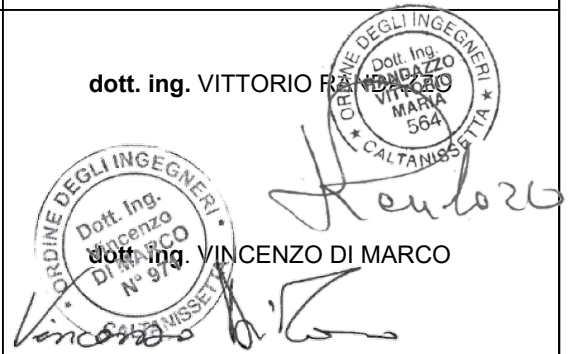
Il Committente:

RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.
Via Andrea Doria 41/G - 00192 Roma,
P.IVA/C.F. 06400370968
Pec rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it

Il Progettista:



dott. ing. VITTORIO RANDAZZO



Titolo del progetto:

PARCO EOLICO LEVA

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

N° Documento:

PELE_6_REL_007_A

ID PROGETTO:	PELE	DISCIPLINA:		TIPOLOGIA:	R	FORMATO:	A4
--------------	-------------	-------------	--	------------	----------	----------	-----------

TITOLO:
Valutazione preliminare del potenziale eolico

Redattore:

FOGLIO:		SCALA:		NA:	
---------	--	--------	--	-----	--

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
01	31/03/2021	PRIMA EMISSIONE			

PROGETTO EOLICO MONTEVAGO
COMUNE DI SANTA MARGHERITA BELICE, PROVINCIA OF AGRIGENTO - ITALIA

**VALUTAZIONE PRELIMINARE DEL POTENZIALE
EOLICO**

LIBERATORIA

I dati e le prescrizioni contenuti nel presente rapporto sono stati redatti secondo le norme della Buona Tecnica e controllati con la massima accuratezza possibile. WINDFOR s.r.l. in ogni caso non può essere ritenuta responsabile per le conseguenze che possano derivare, danni o la perdita di profitti, da un uso non corretto delle informazioni riportate o da possibili errori di interpretazione da parte di Terzi.

DIFFUSIONE DEL DOCUMENTO

Tutti i Rapporti si intendono ad uso interno esclusivo di GR VALUE SPA, al quale ne è vietata la divulgazione dello stesso a persone/società/Enti non facenti parte di GR VALUE SPA. Per ogni e qualsiasi conseguenza derivante dal mancato rispetto delle previsioni di divulgazione suddette, il Committente si impegna a risarcire e tenere indenne il WINDFOR S.r.l. da qualsiasi pretesa avanzata da terzi in relazione all'uso non autorizzato, al trattamento e/o alla trasmissione di dati, documenti e informazioni inviati dal WINDFOR S.r.l. al Committente e/o in caso di violazione di leggi e/o diritti di terzi.

Revisione	Descrizione	Data	Preparata da	Approvata da
00	Initial release	04/08/2020		
01	Layout e nome impianto aggiornati	18/12/2020	Ilaria Palmucci	Marco Guarneroli
02	Layout aggiornato	24/03/2021		

INDICE

1. Premessa	4
2. Materiale fornito	5
2.1 Layout	5
2.2 Aerogeneratore	8
3. Dati anemometrici.....	9
4. Valutazione preliminare della produzione lorda attesa.....	11
5. Conclusioni	12

1. PREMESSA

La Società **RWE Renewables Italia** (il “**Committente**”) ha incaricato la Società Windfor S.r.l. (“**Windfor**” o il “**Consulente**”) di svolgere un’analisi preliminare allo scopo di determinare la potenzialità del progetto eolico Montevago (il “**Progetto**”) in sviluppo nei territori del Comune di Santa Margherita Belice, in Provincia di Agrigento, Sicilia. A seguito di un nuovo layout, il presente studio è un aggiornamento dell’analisi precedentemente effettuata dal **Consulente** “RWF 80-20_R01_Valutazione Preliminare Potenziale Eolico_Montevago”.

L’attività è consistita nella valutazione in via preliminare della produzione attesa dell’impianto, sulla base di studi effettuati dal **Consulente** circa il regime di ventosità in quota, calcolato sull’area con modelli matematici.

Tutta l’attività è stata svolta con approccio e strumenti professionali, secondo quanto previsto dalle metodologie internazionali per la valutazione preventiva della produzione attesa degli impianti eolici.

2. MATERIALE FORNITO

Il materiale fornito ai fini della presente valutazione preliminare della risorsa eolica dell'impianto eolico Montevago si compone dei seguenti elementi:

1. layout di impianto del **Progetto**
2. modello di aerogeneratore Nordex N163/5.7 MW

Non sono state fornite informazioni circa impianti terzi in esercizio o in sviluppo in prossimità dell'impianto di progetto, tuttavia dalle ortofoto e dai dati pubblicamente disponibili si osserva il seguente parco in esercizio in prossimità del **Progetto**:

- n. 22 Gamesa G87-2.0 MW con altezza mozzo pari a 78 m

La presenza di queste turbine in esercizio è stata inclusa nell'analisi per tenere conto dell'effetto scia indotto sulle turbine del **Progetto**. Si segnala che non è stato al momento condotto un sopralluogo al sito.

2.1 LAYOUT

Le coordinate metriche del progetto Montevago, fornite dal **Committente**, composto da 9 turbine sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 1: Coordinate dell'impianto Montevago

UTM WGS84 – Zone 33			
WTG	Longitudine [m]	Latitudine [m]	Quota [m]
WTG 1	320385	4173194	380
WTG 2	320201	4172677	380
WTG 3	321635	4171796	400
WTG 4	322468	4172489	400
WTG 5	322613	4171100	404
WTG 6	323037	4170509	391
WTG 7	324682	4170169	360
WTG 8	326651	4170620	375
WTG 9	326579	4169742	339

Le posizioni degli aerogeneratori sono presentate in Figura 1, in colore rosso per il progetto Montevago e in colore blu per gli aerogeneratori esterni.

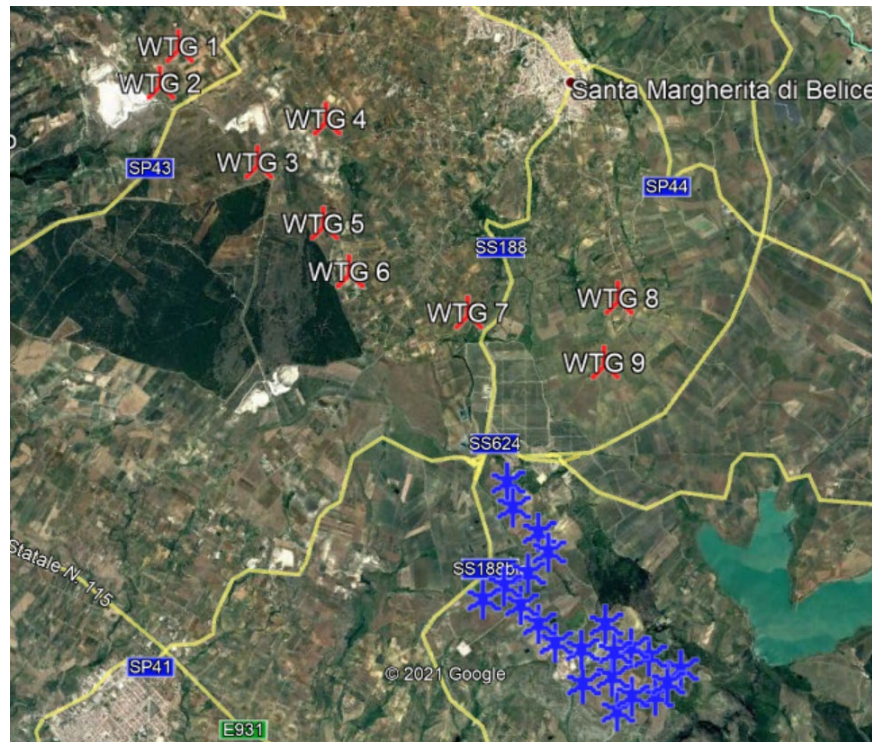


Figura 1: Mappa del sito con le posizioni proposte di Montevago e le turbine in esercizio

I requisiti standard riguardo le inter-distanze tra le turbine adottati dal **Consulente**, suggeriscono di mantenere indicativamente cinque diametri di rotore tra le macchine posizionate in scia alle direzioni prevalenti e tre diametri di rotore tra le macchine allineate perpendicolarmente alle direzioni prevalenti. La tabella seguente mostra le inter-distanze, in diametri di rotore maggiore e in metri rispettivamente, tra le turbine del **Progetto** e quelle esistenti, includendo solo le prime 5 turbine poiché le rimanenti si trovano a distanze superiori a 15 diametri di rotore rispetto alle posizioni del **Progetto**.

Tabella 2: Inter-distanze tra le turbine del Progetto e le turbine in esercizio

DR=163m\ Metri	WTG1	WTG2	WTG3	WTG4	WTG5	WTG6	WTG7	WTG8	WTG9	T1	T2	T3	T4	T5
WTG1		549	1875	2199	3058	3774	5255	6774	7091	7266	7583	8053	8343	8419
WTG2	3.4		1683	2275	2882	3570	5135	6770	7021	7046	7352	7826	8112	8165
WTG3	11.5	10.3		1084	1200	1903	3454	5152	5354	5394	5709	6180	6469	6544
WTG4	13.5	14.0	6.6		1397	2060	3207	4582	4944	5391	5728	6179	6472	6609
WTG5	18.8	17.7	7.4	8.6		727	2269	4066	4192	4212	4533	5001	5292	5384
WTG6	23.2	21.9	11.7	12.6	4.5		1680	3616	3624	3492	3810	4280	4570	4657
WTG7	32.2	31.5	21.2	19.7	13.9	10.3		2020	1944	2290	2637	3050	3340	3537
WTG8	41.6	41.5	31.6	28.1	24.9	22.2	12.4		881	2838	3096	3270	3480	3829
WTG9	43.5	43.1	32.8	30.3	25.7	22.2	11.9	5.4		2028	2255	2398	2601	2955
T1	44.6	43.2	33.1	33.1	25.8	21.4	14.1	17.4	12.4		346	790	1083	1247
T2	46.5	45.1	35.0	35.1	27.8	23.4	16.2	19.0	13.8	2.1		476	760	901
T3	49.4	48.0	37.9	37.9	30.7	26.3	18.7	20.1	14.7	4.8	2.9		293	561
T4	51.2	49.8	39.7	39.7	32.5	28.0	20.5	21.3	16.0	6.6	4.7	1.8		392
T5	51.7	50.1	40.1	40.5	33.0	28.6	21.7	23.5	18.1	7.7	5.5	3.4	2.4	

La minima inter-distanza osservata tra le turbine WTG1 e WTG2 dell'impianto Montevago, lungo una delle direzioni prevalenti, è pari a 3.4 diametri di rotore. I requisiti sopra menzionati non sono rispettati e ciò potrebbe comportare dei sovraccarichi sugli aerogeneratori interessati, oltre a maggiori perdite in termini di produzione dovute all'incremento dell'effetto scia. Per questa ragione, si consiglia di richiedere uno studio dettagliato di analisi dei carichi, o "Mechanical Load assessment and site suitability Analysis (MLA)", direttamente al produttore dell'aerogeneratore selezionato in modo da verificare che i carichi a fatica, dovuti alle condizioni del sito e agenti sui componenti principali della macchina, rientrino nell'involuppo dei carichi di progetto.

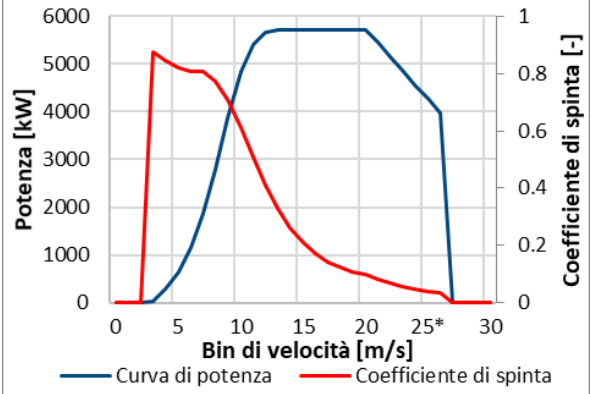
In relazione alle turbine in esercizio invece la minima distanza di 12.4 diametri di rotore si osserva tra le turbine WTG9 e T1. Pertanto, si ritiene trascurabile l'interferenza tra i due impianti.

2.2 AEROGENERATORE

La produzione attesa del parco eolico Montevago è stata stimata considerando il seguente modello di aerogeneratore, come indicato dal **Committente**, la cui curva di potenza, disponibile nelle specifiche tecniche del produttore, è stata adottata alla classe di densità prossima a quella del sito, pari a 1.15 kg/m^3 .

Tabella 3: Modello di aerogeneratore, curve P_c e C_t

Modello turbina		Nordex	Diametro [m]	163.0
Potenza nominale [MW]		5.7	Altezza mozzo [m]	118.0
Velocità nominale [m/s]		13.0	Classe IEC	S
Velocità di Cut-in/Cut-out [m/s]		3.0/26.0*	Densità dell'aria [kg/m^3]	1.15
Bin di velocità [m/s]	Potenza, P_c [kW]	Coefficiente di spinta, C_t		
0	0	0		
1	0	0		
2	0	0		
3	41	0.875		
4	276	0.847		
5	639	0.819		
6	1154	0.809		
7	1863	0.806		
8	2799	0.775		
9	3866	0.707		
10	4843	0.612		
11	5417	0.510		
12	5663	0.412		
13	5700	0.330		
14	5700	0.263		
15	5700	0.211		
16	5700	0.171		
17	5700	0.143		
18	5700	0.123		
19	5700	0.109		
20	5700	0.099		
21*	5455	0.083		
22*	5153	0.069		
23*	4856	0.058		
24*	4560	0.049		
25*	4269	0.041		
26*	3973	0.035		



* Come riportato dalla specifica tecnica del costruttore: "These values are based on a yield and load optimized operation that is not feasible at all sites"

3. DATI ANEMOMETRICI

Il **Committente** non ha ancora impostato una campagna di misura anemometrica al sito e quindi, in assenza di dati del vento specifici del sito, il calcolo del campo di vento (Atlas) è stato effettuato sulla base di studi effettuati dal **Consulente** sul regime di ventosità in quota, calcolato sull'area con modelli matematici, utilizzando informazioni, interne al **Consulente** e non divulgabili, sulla ventosità di siti ricadenti in un'area più ampia comprendente il territorio considerato. Tra le stazioni di misura disponibili nel database del **Consulente**, tre serie di dati del vento sono state identificate, in prossimità dell'area del sito a distanze che variano all'incirca dai 5 km ai 10 km e ad altezza massima di 50 m. A seguito di alcuni controlli e verifiche sull'attendibilità delle misure in termini di rappresentatività, altezza di misura e caratteristiche del montaggio delle stazioni considerate, una stazione (Mast 3) è stata selezionata come più rappresentativa rispetto alle posizioni delle turbine proposte, adottando comunque una seconda stazione (Mast 1) per ridurre l'incertezza dell'estrapolazione orizzontale della velocità del vento tramite l'applicazione del metodo della media pesata sulla distanza. Come accennato in precedenza, non è possibile dare informazioni di dettaglio sulle misure, pertanto nella seguente Tabella 4 si riporta una valutazione qualitativa della campagna di misura della stazione Mast 3. In generale, i dati registrati alle due stazioni selezionate sono considerati adatti per la presente analisi considerando la lunghezza dei periodi di misura, superiore ad un anno, con una disponibilità maggiore del 95% in entrambi i casi.

Tabella 4: Valutazione qualitativa della campagna di misura

Mast	Disponibilità campagna di misura		Calibrazioni e montaggio		Altezze di misura	
	min. 12 mesi consecutivi	Disponibilità dati >90%	Anemometri calibrati	Conformità IEA	Sensore Top	Numero livelli di misura
Mast 3	✓ 24 mesi (2009 / 2010)	100%	✓ Tutti	✓	50 m	3

Occorre comunque evidenziare che la costruzione del campo di vento in aree territoriali vaste comporta una particolare attività di verifica e di incrocio dei risultati ottenuti, che implicano necessariamente un elevato grado di incertezza: in particolare i fattori di maggiore incertezza riguardano la precisione dell'intensità stessa della ventosità in sito, la sua distribuzione (rosa dei venti) e l'estrapolazione verticale della velocità del vento al mozzo delle macchine. Si consiglia quindi di aggiornare tale analisi attraverso una misura della velocità e direzione del vento in sito con una stazione anemometrica ad un'altezza dal suolo di almeno 2/3 del mozzo degli aerogeneratori.

Le serie di dati di vento selezionate (Mast 1 e Mast 3) sono state quindi sottoposte ad un processo di uniformizzazione in termini di lunghezza e disponibilità del periodo di misura e altezza dal suolo, con l'ausilio di dati ventennali di reanalisi provenienti da database pubblici (ERA5, ERA5CDS and MERRA2). Tramite correlazioni mensili tra le stazioni e le serie di lungo periodo, la velocità media del vento nel lungo periodo è stata valutata ed estrapolata in una posizione rappresentativa (anemometro virtuale) all'altezza mozzo proposta considerando il profilo verticale risultante dal modello WAsP. Le figure sottostanti riproducono, per l'anemometro virtuale nella posizione della turbina WTG6:

- La distribuzione di Weibull, per classi di velocità, utilizzata dal modello di calcolo WAsP
- La rosa energetica, per classi di velocità, suddivisa per i 12 settori di provenienza
- La rosa dei venti, per classi di velocità, suddivisa per i 12 settori di provenienza

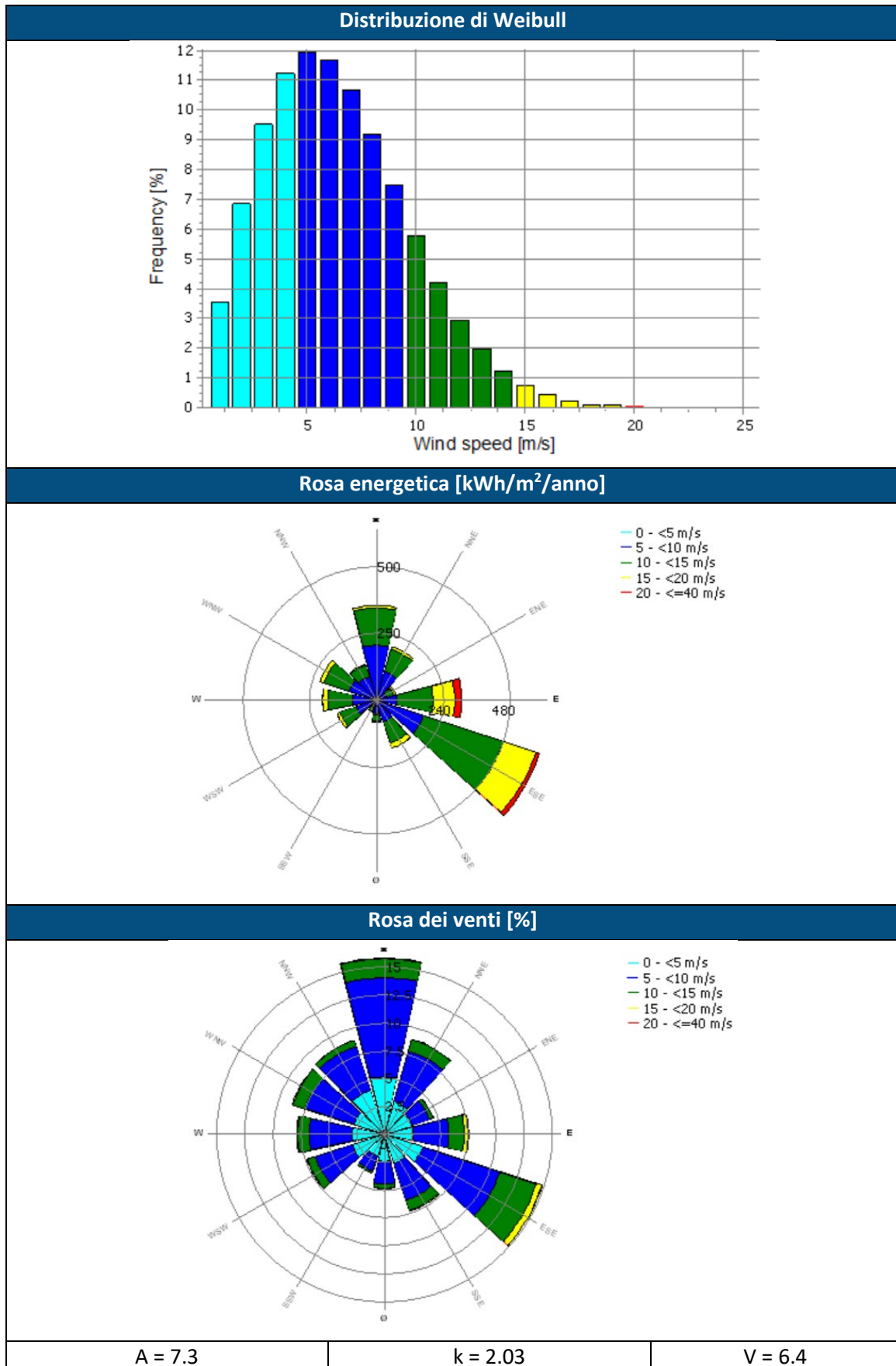


Figura 2: Parametri caratteristici dell'anemometro virtuale alla posizione WTG6

4. VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA PRODUZIONE LORDA ATTESA

La stima della produzione lorda attesa del parco eolico Montevago è stata ottenuta con il modello di turbina richiesto, utilizzando la distribuzione di frequenza rappresentativa del lungo periodo ad altezza mozzo e adottando la propagazione del modello WAsP 12 incluso in WindPRO 3.4.

In particolare, le tabelle di questa sezione riportano le seguenti informazioni:

ID: numero identificativo dell'aerogeneratore nelle tavole

X [m]: longitudine E in coordinate UTM-WGS84, Zona 33

Y [m]: latitudine E in coordinate UTM-WGS84, Zona 33

Quota [m]: quota sul livello del mare

HH [m]: altezza mozzo

V [m/s]: velocità media del vento stimata dal modello all'altezza del mozzo

Lorda [GWh]: produzione lorda attesa

Netta [GWh]: produzione lorda attesa al netto delle perdite per effetto scia

Perdita [%]: perdita percentuale di produzione per effetto scia

Ore eq. [h]: produzione specifica attesa al netto delle perdite per scia (ore/anno)

Tabella 5: Produzione attesa del parco eolico

ID	X [m]	Y [m]	Quota [m]	HH [m]	V [m/s]	Lorda [GWh]	Netta [GWh]	Perdita [%]	Ore eq. [h]	
WTG 1	320385	4173194	380	118.0	6.65	18.01	17.53	2.65	3076	
WTG 2	320201	4172677	380	118.0	6.59	17.72	16.75	5.52	2938	
WTG 3	321635	4171796	400	118.0	6.45	16.93	16.20	4.28	2843	
WTG 4	322468	4172489	400	118.0	6.49	17.11	16.63	2.84	2917	
WTG 5	322613	4171100	404	118.0	6.51	17.22	16.25	5.62	2851	
WTG 6	323037	4170509	391	118.0	6.44	16.90	16.24	3.91	2850	
WTG 7	324682	4170169	360	118.0	6.61	17.67	17.21	2.62	3019	
WTG 8	326651	4170620	375	118.0	6.80	18.73	18.43	1.61	3233	
WTG 9	326579	4169742	339	118.0	6.91	19.07	18.36	3.73	3221	
					Media	6.61	17.71	17.07	3.64	2994
						Totale	159.37	153.60		

Si noti che la produzione di energia sopra riportata è la produzione ai morsetti degli aerogeneratori e tiene conto solo delle perdite dovute agli effetti scia tra gli aerogeneratori dell'impianto stesso e quelli operativi in sito, ove presenti, nonché delle perdite dovute alla densità dell'aria del sito. Ai fini della determinazione dell'energia effettivamente cedibile alla rete, in questa fase preliminare un'assunzione ragionevole di perdita aggiuntiva dell'impianto è pari al 10%, includendo le perdite relative alla disponibilità dell'impianto (aerogeneratori, B.O.P. e rete), alla performance degli aerogeneratori, perdite elettriche e ambientali ed escludendo potenziali limitazioni. Una valutazione più dettagliata potrà essere effettuata in una fase progettuale più avanzata e una volta sottoscritti, o in fase di discussione, tutti i contratti di fornitura ed O&M per il progetto.

5. CONCLUSIONI

Con il presente rapporto sono stati determinati in via preliminare i risultati della valutazione della produzione attesa dell'impianto eolico denominato Montevago. Tutti i calcoli sono stati effettuati con l'ausilio di dati anemometrici d'area interni al **Consulente**, non registrati in sito, uniformati al lungo periodo e adattando quanto più possibile i modelli di vento dei programmi di fluidodinamica ai dati considerati.

Tenendo presente la complessità orografica della zona e che le serie di dati del vento utilizzate in questo studio sono state registrate ad una certa distanza dall'area del sito e ad un'altezza dal suolo minore di quella del mozzo, la valutazione di produzione del sito eolico è caratterizzata da un alto livello di incertezza e pertanto è da ritenersi di tipo preliminare. Per una futura bancabilità del progetto e riduzione delle incertezze, si evince la necessità di verificare i risultati conseguiti con l'ausilio di dati anemometrici registrati opportunamente in sito. Si consiglia quindi l'installazione di una stazione di misura in una posizione ben esposta ai venti prevalenti e rappresentativa delle posizioni delle turbine e ad un'altezza dal suolo di almeno 2/3 del mozzo degli aerogeneratori in modo da ridurre le incertezze legate all'estrapolazione verticale.

I requisiti standard riguardo le inter-distanze tra le turbine WTG1 e WTG2 non sono rispettati, pertanto si consiglia di richiedere uno studio dettagliato di analisi dei carichi, o "Mechanical Load assessment and site suitability Analysis (MLA)", direttamente al produttore dell'aerogeneratore selezionato in modo da verificare che i carichi a fatica, dovuti alle condizioni del sito e agenti sui componenti principali della macchina, rientrino nell'involuppo dei carichi di progetto.

Si raccomanda, al fine di verificare eventuali scie indotte da future turbine esterne, di ottenere informazioni specifiche sul posizionamento e caratteristiche tecniche degli impianti in sviluppo in prossimità del sito.

Ai fini della determinazione dell'energia effettivamente cedibile alla rete, in questa fase preliminare un'assunzione ragionevole di perdita aggiuntiva dell'impianto è pari al 10%, includendo le perdite relative alla disponibilità dell'impianto (aerogeneratori, B.O.P. e rete), alla performance degli aerogeneratori, perdite elettriche e ambientali ed escludendo potenziali limitazioni. Una valutazione più dettagliata potrà essere effettuata in una fase progettuale più avanzata e una volta sottoscritti, o in fase di discussione, tutti i contratti di fornitura ed O&M per il progetto.

Infine, si rammenta che la scelta del tipo di aerogeneratore richiede un'analisi della Classe del sito, secondo le vigenti Norme CEI EN 61400-1 Ed. 3, con la valutazione della velocità massima di vento avente un periodo di ritorno di 50 anni (V_{50y}) e dei parametri di turbolenza, necessari a verificare la compatibilità delle turbine con le specifiche condizioni di sito.