



REGIONE
LAZIO



PROVINCIA di
VITERBO



COMUNE di
Montalto di Castro



COMUNE di
Manciano

REGIONE
TOSCANA



PROVINCIA di
GROSSETO



SKI 36 S.r.L.

Società soggetta ad attività di direzione
e coordinamento di Statkraft AS
Via Caradosso 9, 20123 Milano



Progettazione Coordinamento	 VEGA sas LANDSCAPE ECOLOGY & URBAN PLANNING <small>Via delli Carri, 48 - 71121 Foggia - Tel. 0881.756251 - Fax 1784412324 mail: info@studiovega.org - website: www.studiovega.org</small>				
Studi Ambientali e Paesaggistici	Arch. Antonio Demaio Via N. delli Carri, 48 - 71121 Foggia (FG) Tel. 0881.756251 Fax 1784412324 E-Mail: sit.vega@gmail.com	Studio Geologico-Ictologico	dott. geol. Di Carlo Matteo Viale Virgilio, 30, 71036 Lucera (FG) Ordine dei Geologi di Puglia n.75 Tel./Fax 0881. Cell. 335.5340316 E-Mail: dicarломatteo@hotmail.com		
Studi Naturalistici e Forestali	Dott. Forestale Luigi Lupo Corso Roma, 110 - 71121 Foggia E-Mail: luigilupo@libero.it	Studio Idraulico	Studio di ingegneria Dott.sa Ing. Antonella Laura Giordano Viale degli Aviatori, 73 - 71121 Foggia (FG) Tel./Fax 0881.070126 Cell. 346.6330330 E-Mail: lauragiordano@gmail.com		
Usi Civici	Per. Agr. Alessandro Alebardi Via Francesco Azzurri, 16 - 00166 Roma Tel. 338.7330210 E-Mail: alessandroalebardi@gmail.com	Studio archeologico	 ARCHEOMATICA srls Strada Campogrande, 52 (VT) Cell. +39.338 4699279 E-Mail: info@archeomatica.eu Web: www.archeomatica.eu		
Opera	Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 5 aerogeneratori da 6,6 MW ciascuno per una potenza complessiva di 33 MW e di un sistema di accumulo elettrochimico da 18 MW sito nel Comune di Montalto di Castro (VT) e opere connesse nei Comuni di Montalto di Castro (VT) e Manciano (GR)				
Oggetto	Folder: VIA_02_Relazioni tecniche e di progetto Nome Elaborato: SKI36-MCAS-ANE_Relazione Anemologica Descrizione Elaborato: Relazione Anemologica				
00	Febbraio 2023	Emissione per progetto definitivo	VEGA	Arch. A. Demaio	SKI 36
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
Scala:	---				
Formato:	Codice progetto SKI36-MCAS1				

Impianto eolico nel Comune di Montalto di Castro (VT)

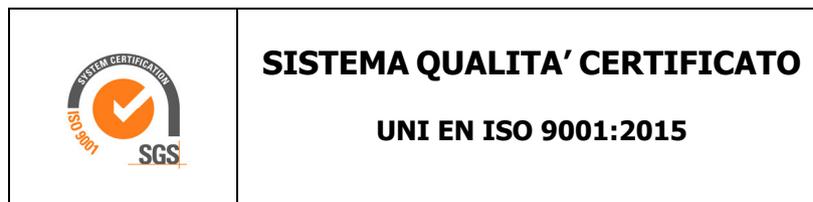
Regione Lazio

Analisi dati anemometrici d'area e Valutazione della Produzione Eolica preliminare

CLIENTE	REVISIONE				REDAZIONE
SKI 36 S.r.l.	N°	MESE	ANNO	LUOGO	C. Gaioni
	00	Marzo	2023	GARDONE VAL TROMPIA	<i>Carlo Sironi</i>
					APPROVAZIONE C. Mazzarella
ORDINE RIF.	Accettazione ns. Offerta 070_BS_2023 del 09/03/2023				<i>C. Mazzarella</i>

**IL PRESENTE DOCUMENTO È DESTINATO AD USO ESCLUSIVO
DEL COMMITTENTE.**

**L'USO IMPROPRIO DA PARTE DI TERZI DI INFORMAZIONI,
DATI, ELABORATI, IMMAGINI IVI CONTENUTI È SANZIONABILE
NEI TERMINI DI LEGGE.**



SOMMARIO

1	PREMESSA	4
2	IL SITO	5
2.1	Localizzazione dell'impianto	6
3	I DATI ANEMOMETRICI.....	7
4	VALUTAZIONE DELLA VENTOSITA' DI LUNGO PERIODO	9
4.1	Correlazione tra i dati di velocità media mensile.....	9
4.2	Verifica del posizionamento storico della serie di dati di Rif1	10
5	MATERIALE RESO DISPONIBILE DAL COMMITTENTE	12
5.1	Aerogeneratore	12
6	MODELLO DI CALCOLO.....	13
7	AREA DI APPLICAZIONE DEL MODELLO	14
8	VERIFICHE SUL MODELLO.....	14
8.1	Verifica dell'approssimazione della curva di Weibull.....	14
8.2	Verifica del gradiente al suolo della velocità del vento.....	15
8.3	Anemometro virtuale.....	17
9	RISULTATI DI WASP	19
9.1	Producibilità lorda dell'impianto	19
10	PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO AL NETTO DELLE PERDITE.....	20
11	CONCLUSIONI	21

- ✓ ***Allegato 1: Tavole***
- ✓ ***Allegato 2: Correlazione tra i dati di velocità medi mensili***
- ✓ ***Allegato 3: Brochure aerogeneratore di progetto***

1 PREMESSA

La possibilità di utilizzare la fonte eolica per la produzione di energia elettrica è subordinata alla disponibilità di siti con caratteristiche idonee alla realizzazione di impianti. Tali caratteristiche si riassumono nella disponibilità di spazio sufficiente ad ospitare un certo numero di aerogeneratori, nell'accessibilità al sito in relazione al trasporto degli stessi, nella presenza di una rete elettrica capace di assorbire la nuova immissione di energia, nell'assenza di valori ambientali tali da compromettere l'accettabilità pubblica dell'impianto e, soprattutto, in un sufficiente livello di ventosità.

Oggetto del presente studio, realizzato da Tecnogaia per conto di SKI 36 S.r.l., è la caratterizzazione anemologica di un sito e la conseguente valutazione di producibilità (o della produzione attesa) di un impianto eolico in progetto nel Comune di Montalto di Castro, in Provincia di Viterbo, nella Regione Lazio. Detta stima è stata svolta sulla base dei dati anemometrici di una stazione di misura, scelta fra alcune serie disponibili, suffragata da confronti e correlazioni con dati di due stazioni storiche poste nella più ampia area considerata, a conferma che tali serie di dati sono compatibili con quella della zona di appartenenza, appartenenti allo stesso regime di venti e ben rappresentativi del sito in oggetto.

In sintesi, l'attività svolta può essere suddivisa nei seguenti processi unitari:

- 1) Analisi, validazione ed elaborazione dei dati anemometrici disponibili, sia appartenenti alla stazione in sito, sia a quelle storiche
- 2) Valutazione della ventosità di lungo periodo della serie di dati della stazione in sito mediante confronti con due serie di dati storici
- 3) Predisposizione della distribuzione di ventosità in ingresso al modello di simulazione
- 4) Predisposizione della mappa territoriale in ingresso al modello con curve di livello e rugosità
- 5) Simulazione del campo di vento mediante modello WASP
- 6) Valutazioni della produzione annua attesa dall'impianto, lorda ed al netto delle perdite stimate, mediamente negli anni di suo funzionamento ($P_{50\%}$)

Tutta l'attività è stata svolta con approccio e strumenti professionali, secondo quanto previsto dalla metodologia definita all'interno del sistema di certificazione ISO 9001:2015 con cui è accreditata la nostra società. L'applicazione del modello di calcolo WASP è stata effettuata da personale esperto nell'impiego del software fluidodinamico del Risoe National Laboratory di Danimarca, produttore del modello stesso.

2 IL SITO

Il sito in oggetto si trova nel Comune di Montalto di Castro, in Provincia di Viterbo, nella parte Nord/Ovest della Regione Lazio, al confine con la Toscana.

L'area geografica che lo ospita, nel suo contesto più ampio, è caratterizzata da un'orografia poco complessa e da una bassa rugosità. Nel particolare, il sito destinato ad ospitare l'impianto si colloca su di una vasta zona per lo più pianeggiante, senza alcun rilievo importante e/o altro ostacolo influente per molti chilometri, a circa 8 km dalle coste del Mar Tirreno. La ventosità predominante proviene soprattutto dal macrosettore che va da Nord-Nord-Est ad Est-Nord/Est.

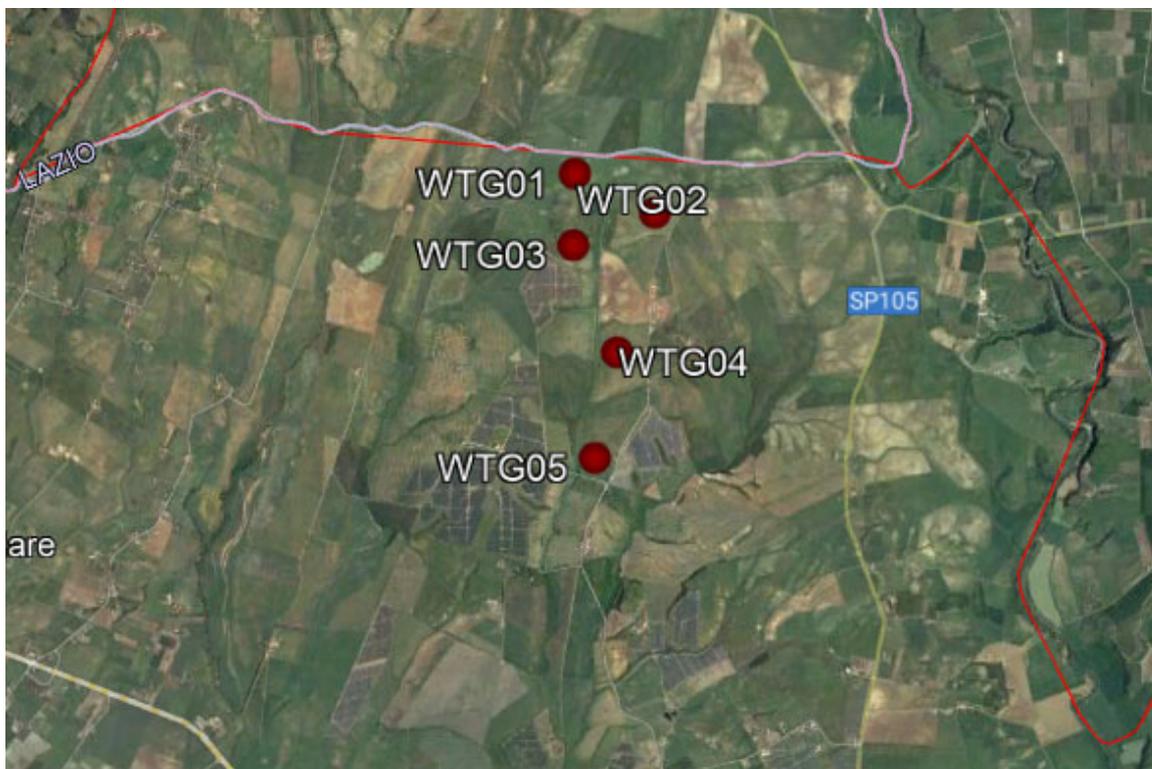
Per quanto riguarda le caratteristiche orografiche del territorio, le principali informazioni sono:

- Altitudine media: **75 m slm**
- Orografia del sito: **poco complessa**
- Orografia circostante il sito: **poco complessa**
- Utilizzo prevalente del terreno: **seminativo**

Per il sito in oggetto sono state ipotizzate cinque postazioni per altrettanti aerogeneratori di grande taglia in punti aventi una buona esposizione; per gli stessi non si riscontrano infatti ostacoli al flusso del vento.

Nelle **Tavole 1 e 2** dell'**Allegato 1** viene riportata l'ubicazione di detto sito su stralcio di cartografia stradale in scala 1:200.000 e su stralcio di cartografia IGMI 1:25.000.

Di seguito viene riportata l'immagine satellitare dell'ubicazione di detto sito.



2.1 Localizzazione dell'impianto

Nella tabella sottostante, di dette localizzazioni degli aerogeneratori, coincidenti con le indicazioni di progetto fornite dal Committente, vengono riportate le coordinate, rispettivamente, nei sistemi metrici UTM WGS84 e UTM ED50.

Aerogeneratore	Quota (m slm)	COORDINATE UTM WGS84		COORDINATE UTM ED50		Fuso
		Long. E	Latit. N	Long. E	Latit. N	
WTG01	78	712,439	4,701,350	712,524	4,701,546	32
WTG02	92	713,169	4,701,019	713,254	4,701,215	
WTG03	77	712,445	4,700,706	712,530	4,700,902	
WTG04	72	712,865	4,699,753	712,950	4,699,949	
WTG05	52	712,693	4,698,796	712,778	4,698,992	

3 I DATI ANEMOMETRICI

Per le valutazioni di producibilità nel seguito descritte sono state preventivamente verificate diverse serie di dati anemometrici di altrettante stazioni ricadenti nell'area, utilizzando poi i dati di una stazione anemometrica denominata Riferimento 1, ricadente nello stesso comune del sito in progetto.

Di seguito si riportano in sintesi alcuni dati sulla stazione e sull'elaborazione dei dati raccolti:

Codice	Denominazione	Coordinate WGS84		Quota (s.l.m.)	Altezza	Periodo di misura disponibile	
		Latitudine	Longitudine	(m)	(m)	Inizio	Fine
RIF1	Riferimento 1	42° 20'	11° 39'	39	30	20/09/2018	08/09/2020

La disponibilità dei dati validi, per il periodo di 12 mesi selezionato per le valutazioni successive, risulta essere:

Codice	Denominazione	Durata misura	Periodo di misura		Disponibilità
		(mesi)	Inizio	Fine	%
RIF1	Riferimento 1	12.0	01/10/2018	30/09/2019	100.0

Non risultando tale serie di durata sufficiente per le stime, si è provveduto ad integrare i dati misurati con due serie di dati storici di proprietà TecnoGaia (Codice STO1 e STO2), contemporanee al periodo acquisito da RIF1.

A seguito del confronto delle serie è stato possibile estrarre un dato di vento della stazione anemometrica Riferimento 1 destagionalizzato.

I risultati sintetici dell'elaborazione statistica dei dati della stazione considerata, a seguito anche della sua storicizzazione, come dettagliato nel prossimo capitolo, sono i seguenti:

Codice	Denominazione	Periodo	H misura	V med	Energia	Param. distribuzione	
		(mesi)	s.l.s.	(m/s)	(W/m ²)	Vc (m/s)	k
RIF1_S	Riferimento 1	12	30	4.97	158	5.67	1.87

Il suffisso “_S” sta ad indicare che i risultati tengono conto della storicizzazione che ha indicato di decrementare il valore misurato di 1 punto percentuale e di considerare il valore risultante come valido nel lungo periodo.

La stazione anemometrica Riferimento 1 si trovava a circa 10 km in direzione Sud/Est dell’impianto, ad una quota leggermente inferiore.

Il posizionamento della stazione è favorevole per le stime successive con modello dell’impianto, il quale si sviluppa per circa 1 x 2.5 km, anche per la sostanziale assenza di rilievi e/o ostacoli al flusso del vento che investiva la stazione ed il sito e grazie ad una morfologia poco complessa del territorio intercorrente.

4 VALUTAZIONE DELLA VENTOSITA' DI LUNGO PERIODO

La valutazione della distribuzione della velocità del vento di lungo periodo in un sito candidato all'installazione di un impianto eolico, o più semplicemente della sua velocità media stimata su più anni, è un punto importante per la caratterizzazione della risorsa eolica con un accettabile grado di incertezza e diventa essenziale quando la disponibilità dei dati è limitata a periodi di tempo contenuti.

Nel nostro caso, per la stazione RIF1 sono messi a disposizione dati riferibili ad una campagna di misura di 12 mesi. Tale durata non viene ritenuta sufficiente per poter considerare la velocità media registrata come quella di lungo periodo e, quindi, disponendo di serie di dati temporalmente ampie e relative all'area considerata, si ritiene opportuno verificare il posizionamento storico del valore di ventosità elaborato.

La stima della ventosità di lungo periodo (o storicizzazione) può esser effettuata utilizzando i dati di ventosità rilevati per diversi anni da una o più serie di dati storiche mettendo in correlazione i dati rilevati contemporaneamente dalle stesse con quelli rilevati nel sito in cui si vuole valutare la velocità media di lungo periodo. I punti da confrontare devono essere possibilmente nelle medesime condizioni orografiche di esposizioni ai venti ed abbastanza vicini in modo che si possa ipotizzare siano soggette agli stessi regimi di vento; è comunque possibile, mediante confronti e correlazioni, verificare la validità di queste condizioni.

Nel caso specifico si dispone di due serie di dati, considerate storiche grazie alla disponibilità rispettivamente di circa 16 e oltre 19 anni, i cui dettagli sono visibili nella tabella sottostante.

Fonte	Posizione	Periodo	Velocità media	Disponibilità
Storica 1	Lat. 42° 48' N – Long. 12° 13' E	08/2006 – * attiva *	5.11 m/s	90.6%
Storica 2	Lat. 43° 07' N – Long. 10° 49' E	01/2003 – * attiva *	4.20 m/s	98.9%

In sintesi, la metodologia utilizzata nello studio ha seguito il seguente processo logico:

1. Confronto degli andamenti dei dati contemporanei di velocità media mensile delle tre serie
2. Correlazione tra le coppie di dati contemporanei di velocità media mensile delle tre serie
3. Valutazione della ventosità storica della stazione RIF1 sulla base dei parametri scaturiti dalle correlazioni e dai valori di ventosità storica delle serie di lungo periodo (STO1 e STO2)

4.1 Correlazione tra i dati di velocità media mensile

I parametri caratteristici delle correlazioni tra le serie storiche e quella di breve periodo mettono in evidenza il coefficiente (R_0) che, abbinato alla consistenza del numero di valori correlati, esprime la bontà/validità del procedimento e quindi in quale misura siano coinvolti gli stessi regimi di vento.

Stazione di Riferimento1 (Cod. RIF1) - Variabile Y							
Serie Storica Variabile X	Tipo di correlazione	Numero di punti validi	Coeff. Di correlazione Ro	Parametro A	Parametro B	Parametro C	Parametro R
ST01	Mensile (dati validi >70%)	12	0.847	0.624	1.826	0.966	0.979
ST02		12	0.797	0.932	1.004	1.160	1.165

Dove:

- **ro** = Coefficiente di correlazione
- **A, B** = parametri della retta di regressione senza la condizione del passaggio per lo zero
- **C** = coefficiente angolare della retta di regressione passante per lo zero
- **R** = rapporto tra le medie (dei soli valori elementari contemporanei)

Come è possibile evincere osservando i coefficienti di correlazione, i confronti appaiono discreti.

Nelle elaborazioni eseguite, che riportano ciascuna i punti che rappresentano la coppia di valori di velocità media mensile, si sono evidenziate due serie, ottenute dalla regressione lineare: la prima senza il vincolo di passaggio per il punto di origine e la seconda con tale vincolo. Per la stima della ventosità di lungo periodo viene solitamente utilizzata la serie definita dai due parametri a e b perché è quella che induce uno scarto quadratico medio dei residui inferiore e nel caso specifico, trattandosi di medie con base temporale sufficientemente ampia, non è necessaria la condizione di passaggio dall'origine. Inoltre, è stato anche considerato, con R, il rapporto tra le medie dei dati contemporanei, utilizzando per il calcolo l'insieme dei singoli valori di media mensile.

4.2 Verifica del posizionamento storico della serie di dati di RIF1

Come noto, i parametri delle rette di regressione ottenute come indicato nel capitolo precedente possono essere utilizzati come fattori di trasformazione della distribuzione del vento da un punto all'altro dell'area. Infatti, tali fattori spiegano, seppur in modo molto esemplificativo, i fenomeni di accelerazione o decelerazione della vena fluida del vento che scorre su un'area interessata dagli stessi venti.

Pertanto, tali serie, intese come funzioni di trasformazione della intensità del vento da un punto all'altro dell'area, possono essere considerate valide anche nel tempo e quindi utilizzate per valutare la ventosità di lungo periodo del sito che ospita la stazione di cui si dispongono meno dati rispetto alle sequenze di dati ritenute storiche.

Utilizzando i parametri della retta di regressione di cui non è condizione il passaggio per lo zero, si può affermare che:

$$\bar{V}_{(SITO, \text{dati contemporanei})} = a \bullet \bar{V}_{(STORICA, \text{dati contemporanei})} + b$$

E per analogia che:

$$\bar{V}_{(SITO, \text{dati storici})} = a \bullet \bar{V}_{(STORICA, \text{dati storici})} + b$$

Nel caso specifico, utilizzando i parametri a e b che appartengono alla retta di regressione della correlazione sopra descritta, che minimizza lo scarto quadratico dei residui, si ottiene:

Stazione di Riferimento1 (Cod. RIF1) - Variabile Y									
Serie Storica Variabile X	Tipo di correlazione	n° punti correlazione	Coeff. di correlazione Ro	Parametro A	Parametro B	Misura di LP di X	Stima di LP in Y	Velocità in sito Y	Ks
STO1	Mensile (dati validi >70%)	12	0.847	0.624	1.826	5.114	5.019	5.020	1.000
STO2		12	0.797	0.932	1.004	4.203	4.921		0.980

Dove:

- **ro** = Coefficiente di correlazione
- **A, B** = parametri della retta di regressione
- **Misura LP in X** = Velocità media di lungo periodo della serie storica
- **Stima LP in Y** = Stima della velocità media di lungo periodo nella stazione RIF1
- **Velocità in sito Y** = Velocità media misurata dalla stazione RIF1
- **k storicizzazione** = Coefficiente di storicizzazione (rapporto tra la stima di velocità di lungo periodo e quella misurata)

Come si può evincere dai risultati della storicizzazione, utilizzando i parametri a e b frutto delle correlazioni con RIF1 dei dati di media mensile, le velocità medie stimate di lungo periodo della stazione stessa sono in leggera contrapposizione, rispettivamente con nessuna variazione (utilizzando STO1) e con un decremento di 2 punti (utilizzando STO2). I coefficienti di correlazioni sono abbastanza in linea e, seppure non ottimi, discreti in relazione alle distanze tra le stazioni considerate.

Adottando un atteggiamento cautelativo, si preferisce utilizzare entrambe le stime, con il metodo della media aritmetica. Al codice della stazione verrà aggiunto il suffisso "_S", ad indicare l'avvenuta storicizzazione.

Per cui, per le valutazioni di produzione attesa da un impianto eolico nel sito, si consideri la velocità media annua di **RIF1_S (a 30 m dal suolo) uguale a 4.97 m/s.**

I grafici di dette correlazioni sono disponibili nelle **Figure 1 e 2** facenti parti dell'**Allegato 2.**

I risultati sintetici dell'elaborazione statistica dei dati della stazione considerata, a seguito anche della sua storicizzazione, sono i seguenti:

Codice	Denominazione	Periodo	H misura	V med	Energia	Param. distribuzione	
		(mesi)	s.l.s.	(m/s)	(W/m ²)	Vc (m/s)	k
RIF1_S	Riferimento1	12	30	4.97	158	5.67	1.87

Il suffisso "_S", come detto, sta ad indicare che i risultati tengono conto della storicizzazione, che nel caso specifico ha indicato un decremento di velocità di un punto percentuale.

5 MATERIALE RESO DISPONIBILE DAL COMMITTENTE

Il materiale reso disponibile dal Committente per la presente valutazione è il seguente:

- Localizzazione del sito di prevista installazione delle turbine in progetto
- Caratteristiche del modello di aerogeneratore da impiegare nella valutazione di produzione attesa e relativa curva di potenza e di spinta

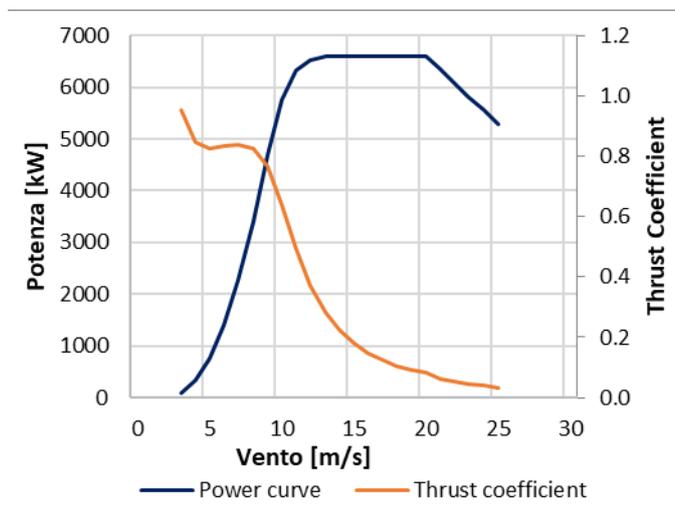
5.1 Aerogeneratore

Per le valutazioni di producibilità è stato indicato un modello di turbina di grande taglia. Nella tabella sottostante sono riportate alcune sue caratteristiche essenziali:

COSTRUTTORE	MODELLO	MODE	Potenza nominale	Diametro Rotore	H Mozzo	Sorgente curva
SIEMENS GAMESA	SG 6.6-170	AM 0	6.6 MW	170 m	135 m	SGRE

Nel seguito viene rappresentata nel suo sviluppo la curva di potenza calcolata alla densità dell'aria corrispondente alla quota del mare di 0 m (pari a 1.225 kg/m³), unitamente alla curva di spinta (Thrust Coefficient) utile alla stima delle interferenze tra gli aerogeneratori.

Turbina		SG 6.6-170		Diametro		170 m	
Altezza di mozzo		135 m		Classe IEC		S	
Vento (m/s)	Potenza (kW)	Thrust Coefficient					
0	-	-					
1	-	-					
2	-	-					
3	89	0.953					
4	328	0.847					
5	759	0.824					
6	1393	0.833					
7	2272	0.837					
8	3407	0.825					
9	4685	0.765					
10	5753	0.640					
11	6327	0.493					
12	6531	0.371					
13	6585	0.284					
14	6597	0.223					
15	6599	0.180					
16	6600	0.148					
17	6600	0.124					
18	6600	0.106					
19	6600	0.093					
20	6600	0.082					
21	6336	0.064					
22	6072	0.054					
23	5808	0.046					
24	5544	0.039					
25	5280	0.034					



6 MODELLO DI CALCOLO

Il campo di velocità del vento su un sito eolico che consente di stabilire il potenziale energetico disponibile sulla sua superficie può essere dedotto con diverse metodologie. Quella più evoluta e diffusa è realizzata per mezzo di un modello virtuale dell'ambiente dove, all'interno della modellazione statica del territorio, agiscono delle grandezze fisiche dinamiche (il vento) nel tempo osservate. Con l'ausilio di specifici modelli matematici di calcolo è possibile proiettare con buona approssimazione su intere aree geografiche la ventosità scaturita da rilevazioni effettuate anche in punti differenti.

Tutte le elaborazioni, le stime e le valutazioni in seguito descritte sono state effettuate con il codice (o modello) di calcolo WAsP ver. 10.2 (Wind Atlas Analysis and Application Program) messo a punto dal Risoe National Laboratory di Danimarca e basato su un modello matematico del flusso del vento.

A partire dalla posizione spaziale di origine, i dati forniti al modello vengono utilizzati per costruire su tutta l'area di interesse il vento indisturbato in quota, detto anche vento geostrofico o Atlas, che si ritiene costante per diversi km dal suo punto di origine e che consente di rilevare in punti arbitrari dello spazio tutti i parametri utili alla stima della ventosità. Il campo di velocità del vento fornito dal modello è tridimensionale e ciò consente di disporre in modo naturale anche del profilo della velocità media a varie altezze dal suolo.

7 AREA DI APPLICAZIONE DEL MODELLO

Per conferire sufficiente stabilità al calcolo è necessario disporre di un modello territoriale tridimensionale con superficie più vasta di quella propriamente destinata all'impianto.

In questo caso si è utilizzata una mappa di 475 km², precisamente un rettangolo di 19 x 25 km, con curve di livello con passo di quota di 10 metri, derivate dal database Tinitaly (modello digitale senza soluzione di continuità [DEM] dell'intero territorio italiano), verificate nei dintorni della stazione e del sito. Per l'intera area si è utilizza la rugosità derivante dal database Corine Land 2018.

8 VERIFICHE SUL MODELLO

Dovendo agire all'interno di un modello virtuale e volendo disporre di risultati analizzabili criticamente, prima di intraprendere qualunque attività di calcolo occorre verificare che i dati offerti al modello abbiano prodotto un ambiente virtuale congruo con la realtà del sito, entro cui poi calare ogni simulazione. Se in questa fase di messa a punto del modello non si riscontreranno incongruenze tali da inficiare l'intero calcolo e/o da costringere a riconsiderare alcune scelte, si potrà procedere ad una valutazione della qualità del processo, utile alla determinazione dell'incertezza inevitabilmente insita nella metodologia utilizzata.

Nello specifico sono state effettuate verifiche sull'approssimazione della distribuzione in ingresso al modello e sul gradiente al suolo, cioè sulla capacità del modello di valutare correttamente le variazioni di velocità del vento al variare dell'altezza dal suolo.

8.1 Verifica dell'approssimazione della curva di Weibull

Il codice di calcolo WASP utilizza la distribuzione di Weibull per rappresentare i dati di vento e definisce il campo di vento indisturbato sull'area (Atlas) con i parametri derivati da tale distribuzione.

In una prima verifica vengono messi a confronto i parametri di velocità e di potenza della vena fluida sperimentali estrapolati (Measured) con la distribuzione di ventosità (Emergent) dedotta dal modello di calcolo.

Nella seconda i parametri sperimentali estrapolati vengono invece messi a confronto con quelli stimati dal modello, comprensivi delle informazioni territoriali, nel punto spaziale dell'anemometro (self prediction), partendo dal campo di vento (Atlas).

Relativamente alla prima verifica, quando le discrepanze risultano elevate denotano la mancata stabilizzazione secondo una lineare distribuzione di Weibull dei dati di vento registrati sul campo e i risultati prodotti da WASP saranno affetti da approssimazione.

Per la valutazione relativa alla prima verifica, sia il raffronto tra le ventosità che quello tra i valori di energia specifica fanno emergere scostamenti piuttosto contenuti.

Codice stazione	H	-	Unit	Measured	Emergent	Discrepancy (%)
RIF1_S	30 m	Mean wind speed	m/s	4.97	4.98	+0.20
		Mean power density	W/m ²	158	159	+0.63

Riguardo la seconda, mentre non si evidenzia alcuna differenza tra le ventosità, i valori di energia specifica hanno scostamenti questa volta più elevati, ma pur sempre all'interno dell'incertezza del processo posto in atto.

Codice stazione	H	-	Unit	Measured	Self Prediction	Discrepancy (%)
RIF1_S	30 m	Mean wind speed	m/s	4.97	4.97	-
		Mean power density	W/m ²	158	161	+1.90

Alla luce di quanto emerso e in considerazione di quanto espresso sopra, si può ritenere la verifica soddisfacente ed il comportamento del modello affidabile.

8.2 Verifica del gradiente al suolo della velocità del vento

Il gradiente al suolo della velocità del vento (alfa) è il parametro che consente di estrapolare la velocità del vento alle varie altezze dal suolo. La verifica consiste nel determinare l'entità dello scostamento che si riscontra confrontando due valori di velocità all'altezza del mozzo: il primo è quello frutto della stima del modello sulla verticale della stazione anemometrica ed il secondo è frutto dell'estrapolazione della ventosità in ingresso al modello con alfa sperimentale. Più in generale tali valori devono essere congrui con quello atteso nel punto di installazione della turbina in funzione della morfologia del territorio ad essa circostante. In pratica viene valutato l'errore che viene introdotto nella stima di velocità al mozzo usando l'alfa stimato da wasp confrontato con quello sperimentale e/o atteso.

Nel caso specifico, disponendo di un valore di gradiente misurato per la stazione RIF1, il confronto può essere svolto tra questo ed il valore di alfa stimato da WASP nello stesso punto e alle stesse altezze di misura. Inoltre, TecnoGaia dispone di altre serie di dati nella più ampia zona analizzata, il cui utilizzo è consentito per verifiche interne, relative a stazioni anemometriche provviste di più anemometri a diverse altezze dal suolo e per le quali è dunque conosciuto il valore di gradiente al suolo. Lo stesso, omogeneo in tutti i casi presi in esame, è compreso tra i valori 0.18 e 0.20. Va altresì specificato che il valore di gradiente sperimentale di RIF1 è frutto di una breve campagna di misura e di una bassa altezza dei sensori, soprattutto di quello inferiore, posizionato a 20 m; è lecito dunque attendersi un valore anche sensibilmente sovrastimato, persino considerando solo i venti affetti da minori interferenze (ovvero superiori ad una certa soglia, solitamente pari a 3-4 m/s)

Per soddisfare le esigenze descritte, sono state effettuate due simulazioni sulla verticale della stazione di Riferimento 1, utilizzando in ingresso al modello i dati della stessa. La prima attraverso il raffronto dei gradienti tra le altezze di misura, la seconda confrontando i valori di alfa stimati all'altezza della misura più alta e quella del mozzo ipotizzato.

Nella tabella sono esposti i risultati di detta verifica:

Dati in ingresso al modello	Punto di simulazione	Alfa (misurato)	Vm (stimata da Wasp)	Vm (stimata da Wasp)	Vm (stimata da Wasp)
		Venti > 4 m/s	30 m sls	20 m sls	135 m sls
RIF1_S	RIF1	0.24	4.97 m/s	4.60 m/s	6.89 m/s
				Alfa 30-20 m: 0.19	Alfa 30-135 m: 0.22

Dalla lettura dei risultati appare evidente una buona lettura del gradiente al suolo nel punto di installazione della stazione anemometrica da parte del modello di calcolo rispetto a quanto ci si dovrebbe attendere, sulla base della morfologia, sia su quanto già rilevato in punti vicini e con caratteristiche simili.

Diversamente, come già anticipato, il gradiente misurato dalla stazione appare sovrastimato.

Nonostante l'interpretazione del modello di calcolo sia soddisfacente, si preferisce comunque adottare un approccio cautelativo ed estrapolare il valore misurato all'altezza prevista di mozzo con un gradiente di entità ancora inferiore, precisamente pari al valore di 0.18. Questo è il risultato della scelta intrapresa:

Codice	Denominazione	Periodo	H estrapolazione	V med	Energia	Param. distribuzione	
		(mesi)	s.l.s.	(m/s)	(W/m ²)	Vc (m/s)	k
RIF1_HH115	Riferimento 1	12.0	135.0	6.51	356	7.41	1.86

8.3 Anemometro virtuale

Sulla base dei risultati ottenuti ai paragrafi precedenti con la stazione RIF1, è stata ricostruita una distribuzione del vento in sito di lungo periodo all'altezza dal suolo di 135 m in corrispondenza della posizione dell'aerogeneratore d'impianto **WTG04** che, come ventosità e altitudine, ben rappresenta l'intero parco eolico.

La figura sottostante riproduce, per l'anemometro virtuale creato in sito, la rosa dei venti in ingresso al modello di calcolo, mentre, di seguito sono riportate le tabelle anemologiche che contengono in dettaglio tutti i parametri in input al modello di calcolo WASP.

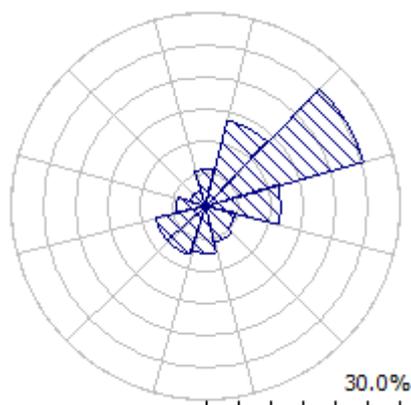
Nella prima parte della tabella sono riportati, per ciascuno dei 12 settori di direzione in cui è stato suddiviso l'angolo giro di 360° i seguenti parametri:

- A velocità caratteristica in m/s della distribuzione di Weibull
- k fattore di forma della distribuzione di Weibull
- U velocità media in m/s
- P potenza specifica della vena fluida in W/m²
- f frequenza percentuale del settore di provenienza del vento

Nella seconda parte della tabella sono riportate le distribuzioni delle velocità del vento per settori di direzione, fornite in input al modello. In particolare, le distribuzioni riportano, per ciascuna classe di velocità del vento di 1 m/s (U) e per ciascuno dei 12 settori di direzione, le frequenze espresse in 'per mille' delle velocità del vento comprese nella classe di velocità e nel settore di direzione. La colonna Total riporta la distribuzione delle velocità indipendenti dalle direzioni del vento.

'ANEMOMETRO VIRTUALE'- Observed Wind Climate

Stazione: RIFERIMENTO 1 – Site description: **WTG04** – Anemometer height: 135 m a.g.l.



	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
A	7.2	9.4	6.9	5.8	6.2	8.2	10.1	7.0	6.6	6.9	6.6	5.8
K	1.97	1.94	1.90	2.41	1.79	1.55	2.09	1.94	2.59	2.40	1.76	1.88
U	6.40	8.34	6.13	5.15	5.52	7.39	8.94	6.22	5.87	6.12	5.88	5.15
P	311	700	284	136	222	638	800	289	190	229	274	171
f	5.9	13.7	25.1	11.6	4.9	5.6	7.2	7.9	8.0	4.6	2.7	2.7

U	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	All
1.0	21	13	25	14	37	38	8	23	7	10	35	36	20
2.0	57	36	66	60	86	69	25	62	36	40	80	90	56
3.0	87	55	95	111	115	84	42	91	77	77	106	125	86
4.0	106	70	113	151	128	90	58	111	117	110	118	140	108
5.0	116	81	120	168	127	91	71	119	147	133	119	139	118
6.0	116	87	117	159	117	88	80	118	157	141	112	125	118
7.0	109	89	107	131	101	83	86	109	146	134	99	104	108
8.0	96	87	92	93	82	75	88	94	120	115	84	80	93
9.0	80	82	75	58	64	67	86	77	86	89	68	58	75
10.0	64	75	59	32	47	58	81	61	54	63	53	40	58
11.0	48	66	44	15	34	50	73	45	30	41	40	26	44
12.0	35	57	31	6	23	42	64	32	14	24	29	16	33
13.0	24	47	21	2	15	35	55	22	6	13	20	9	24
14.0	16	39	14	1	10	29	45	14	2	6	14	5	17
15.0	10	31	9	0	6	23	37	9	1	3	9	3	13
16.0	6	24	5	0	3	18	29	6	0	1	6	1	9
17.0	4	18	3	0	2	14	22	3	0	0	4	1	6
18.0	2	13	2	0	1	11	16	2	0	0	2	0	4
19.0	1	9	1	0	1	9	11	1	0	0	1	0	3
20.0	1	7	1	0	0	7	8	0	0	0	1	0	2
21.0	0	5	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	1
22.0	0	3	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	1
23.0	0	2	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	1
24.0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0
25.0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
26.0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
27.0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
28.0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
29.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

9 RISULTATI DI WASP

I risultati ottenuti con l'applicazione del modello di calcolo WASP sono soggetti ad elaborazioni grafiche e numeriche per renderli più espliciti al Committente e per consentire le correzioni di tutte le approssimazioni introdotte dal modello di calcolo.

9.1 Producibilità lorda dell'impianto

Nel seguito si riportano i risultati della simulazione svolta:

IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI MONTALTO DI CASTRO (VT)									
Stazione di riferimento			RIF1_HH135 (6.51 m/s)						
Aerogeneratore (modello)			SIEMENS GAMESA SG 6.6-170						
Potenza nominale (MW)			6.6						
AG	Coordinate UTM ED50 Fuso 32		Base Macchina (m s.l.m.)	H mozzo (m)	V (m/s)	P lorda (MWh/a)	Perdita per scia [%]	P netta (MWh/a)	Ore (MWh/MW)
	Longit.	Latitud.							
WTG01	712,524	4,701,546	78	135.0	6.41	19,511	3.39	18,850	2856
WTG02	713,254	4,701,215	92	135.0	6.55	20,216	3.29	19,552	2962
WTG03	712,530	4,700,902	77	135.0	6.44	19,629	7.40	18,176	2754
WTG04	712,950	4,699,949	72	135.0	6.51	19,973	2.61	19,451	2947
WTG05	712,778	4,698,992	52	135.0	6.41	19,443	1.89	19,076	2890
MEDIE			74	135.0	6.46	19,754	3.72	19,021	2882
TOTALI						98,772		95,105	

La tabella riporta, nell'ordine:

- L'identificativo con riferimento alla tavola grafica allegata
- Le coordinate chilometriche nel sistema di riferimento UTM ED50
- La quota della fondazione del sostegno
- L'altezza di mozzo della simulazione
- La velocità media annua stimata, all'altezza di mozzo indicata
- La produzione lorda attesa, stimata dal modello
- La perdita percentuale di produzione attesa per effetto scia, stimata dal modello
- La produzione attesa, netta della perdita per scia calcolata

- Le ore annue equivalenti di funzionamento, espresse come rapporto tra la produzione netta attesa e la potenza nominale della macchina

Seguono, in calce, le medie ed i totali per le colonne di interesse

10 PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO AL NETTO DELLE PERDITE

Alla producibilità lorda riportata al capitolo precedente devono essere sottratte le perdite d'impianto. Nella tabella seguente sono riportati i valori di perdita applicati: **si raccomanda la revisione degli stessi una volta sottoscritti tutti i contratti di fornitura della turbina ed O&M, nonché una volta disponibile il progetto elettrico esecutivo dell'impianto.**

Perdite considerate	Montalto di Castro
Densità aria alla densità di 1.2 Kg/m ³	-1.3%
Disponibilità aerogeneratore	-3.0%
Disponibilità aerogeneratore – non contrattuale	-0.5%
Disponibilità B.O.P.	-1.0%
Disponibilità rete	-0.2%
Perdite elettriche d'impianto	-1.5%
Perdite ambientali	-0.5%
Performance aerogeneratore	-1.5%
Totale perdite	-9.1%

Disponibilità Contrattuale dell'Aerogeneratore: è stato assunto un valore standard del 97%

Disponibilità B.O.P.: questa perdita considera i fuori servizio del Balance of Plant, ovvero il valore di disponibilità garantita dal provider dei servizi O&M per il B.O.P. Il valore assunto dovrà essere rivisto alla chiusura delle negoziazioni del contratto O&M per il B.O.P.

Disponibilità Rete: tale perdita rappresenta gli eventuali fuori servizio della Rete Elettrica Nazionale a cui si collegherà l'impianto eolico. In tale analisi, è stato adottato un valore standard corrispondente a n. 3 eventi all'anno della durata media di 6 ore.

Perdite Elettriche: le perdite elettriche sono state assunte in assenza di informazioni sul progetto elettrico. Il valore dovrà eventualmente essere rivisto una volta disponibile il progetto esecutivo del Progetto.

Altre perdite: la voce tiene conto dei parametri ambientali (ghiaccio, shutdown per temperatura, ecc.). Non tiene invece conto di alcun wind sector management/sector-wise curtailment e/o limitazioni dovute

all'impatto acustico e/o limitazioni di rete particolari, in quanto non sono disponibili o risultanti informazioni a riguardo.

Prestazione aerogeneratore: tale perdita tiene conto della degradazione pale, isteresi e prestazione non ottimale della turbina.

Ne risulta, pertanto, **una produzione attesa netta (P_{50%}) di 86,413 MWh/anno pari a 2619 ore annue equivalenti.**

11 CONCLUSIONI

Il presente rapporto contiene i risultati della valutazione preliminare di produzione attesa dall'impianto eolico in progettazione in un sito ricadente nel Comune di Montalto di Castro, nella Provincia di Viterbo, Regione Lazio.

La valutazione della producibilità è stata ottenuta mediante applicazione di un modello fluidodinamico del vento utilizzando in ingresso una serie di dati anemometrici appartenente ad una stazione di rilevamento le cui misure ben caratterizzano un ampio territorio circostante. La serie di dati è stata ampiamente analizzata ai fini del presente studio. La sua bontà e validità è stata confermata grazie a idonee verifiche e a confronti con due stazioni storiche appartenenti all'area del sito considerato, utilizzate per il processo di storicizzazione posto in atto, il cui esito è stato soddisfacente.

In generale, la messa a punto del modello di calcolo si rende necessaria per valutare, attraverso una serie di verifiche e di controlli successivi, la sua capacità ad interpretare i dati di ventosità ed in particolare gli effetti dell'orografia e della rugosità del terreno sulla corretta estrapolazione della velocità del vento al mozzo delle macchine. Le soddisfacenti verifiche sul modello hanno consentito di trovare le soluzioni per diminuire il grado di incertezza introdotto dal modello nel calcolo in ogni fase del processo.

In questo senso va interpretata la scelta di estrapolare la ventosità all'altezza di mozzo ipotizzata attraverso l'utilizzo di un gradiente al suolo di entità più contenuta rispetto sia alla stima del modello di calcolo, sia al valore misurato dalla stazione anemometrica.

I siti più interessanti dal punto di vista dell'installazione di un impianto eolico sono caratterizzati da livelli di ventosità tali da comportare valori di utilizzazione dello stesso per un numero minimo di ore annue di funzionamento, tale da garantirne la convenienza economica dell'iniziativa. Questo valore può variare a seconda della taglia dell'aerogeneratore adottato poiché varia il costo dell'aerogeneratore stesso e più in generale dei costi di investimento e di gestione dell'impianto.

Nel complesso i processi applicati non hanno comportato difficoltà di esecuzione superiori alla norma, poiché il sito è interessato da una buona ventosità e, grazie anche ad un territorio di appartenenza con un'orografia poco complessa, le verifiche effettuate hanno dato risultati positivi.

Nell'ottica della finalizzazione del progetto e dell'eventuale necessità d'intercettare i servizi proposti dal circuito del Credito (finanziamento), si consiglia una specifica qualificazione anemometrica ad adeguate altezze dal suolo, anche con l'impiego della tecnologia di Remote Sensing Device, con misure

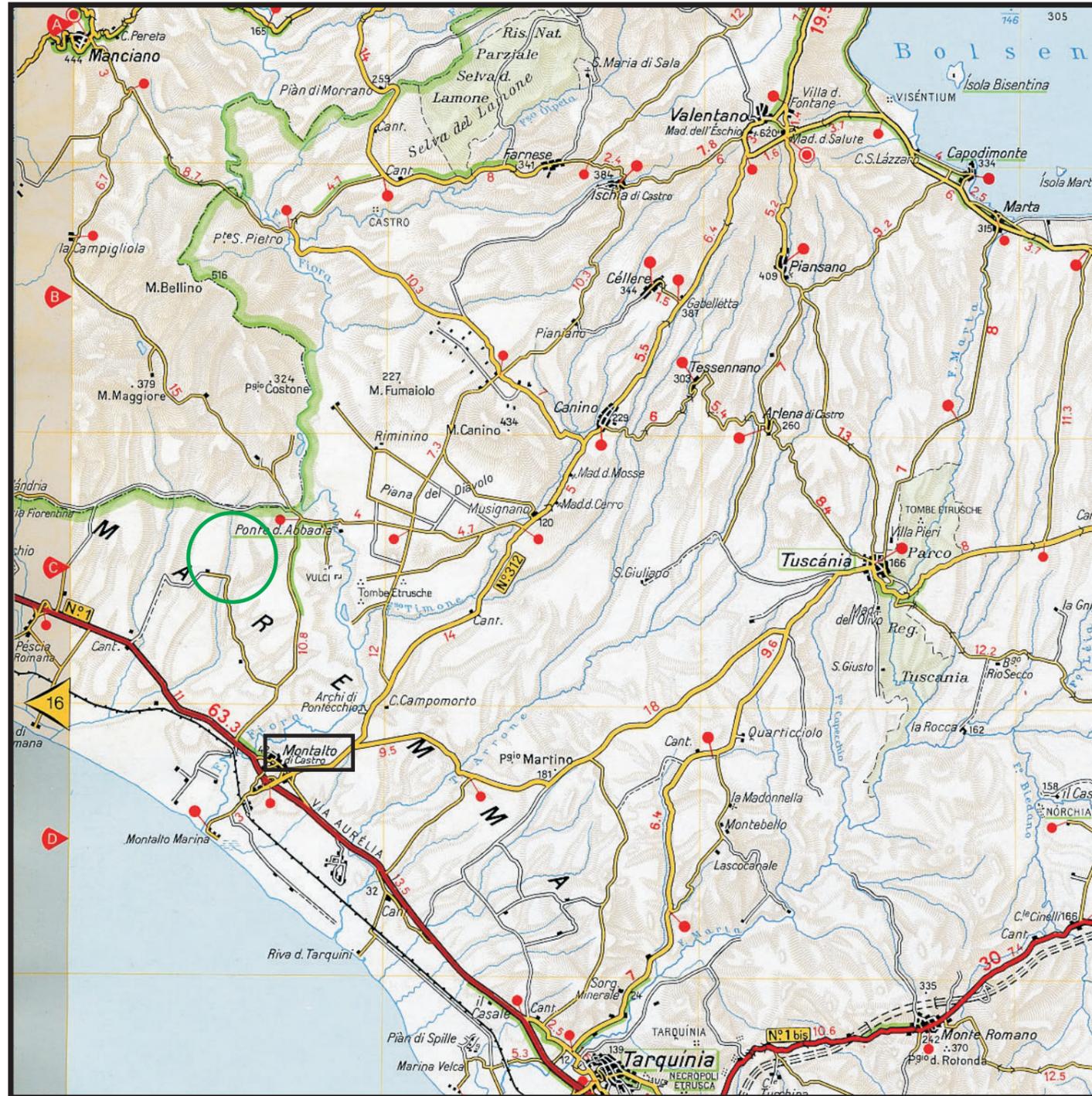
anche di breve durata e un approfondimento di questo studio (asseverazione bancabile) che comprenda in particolare un'analisi specifica delle variabili, la quale, con le informazioni disponibili, definisca l'incertezza complessiva sulla valutazione della producibilità dell'impianto, al fine di determinarne il valore atteso con data probabilità ($P_{75\%}$, $P_{90\%}$,) solitamente richiesto per il finanziamento.

ALLEGATO 1

SITO EOLICO

Comune di Montalto di Castro (VT)

Ubicazione geografica del sito



Scala 1:200.000



 Sito eolico



Regione: LAZIO

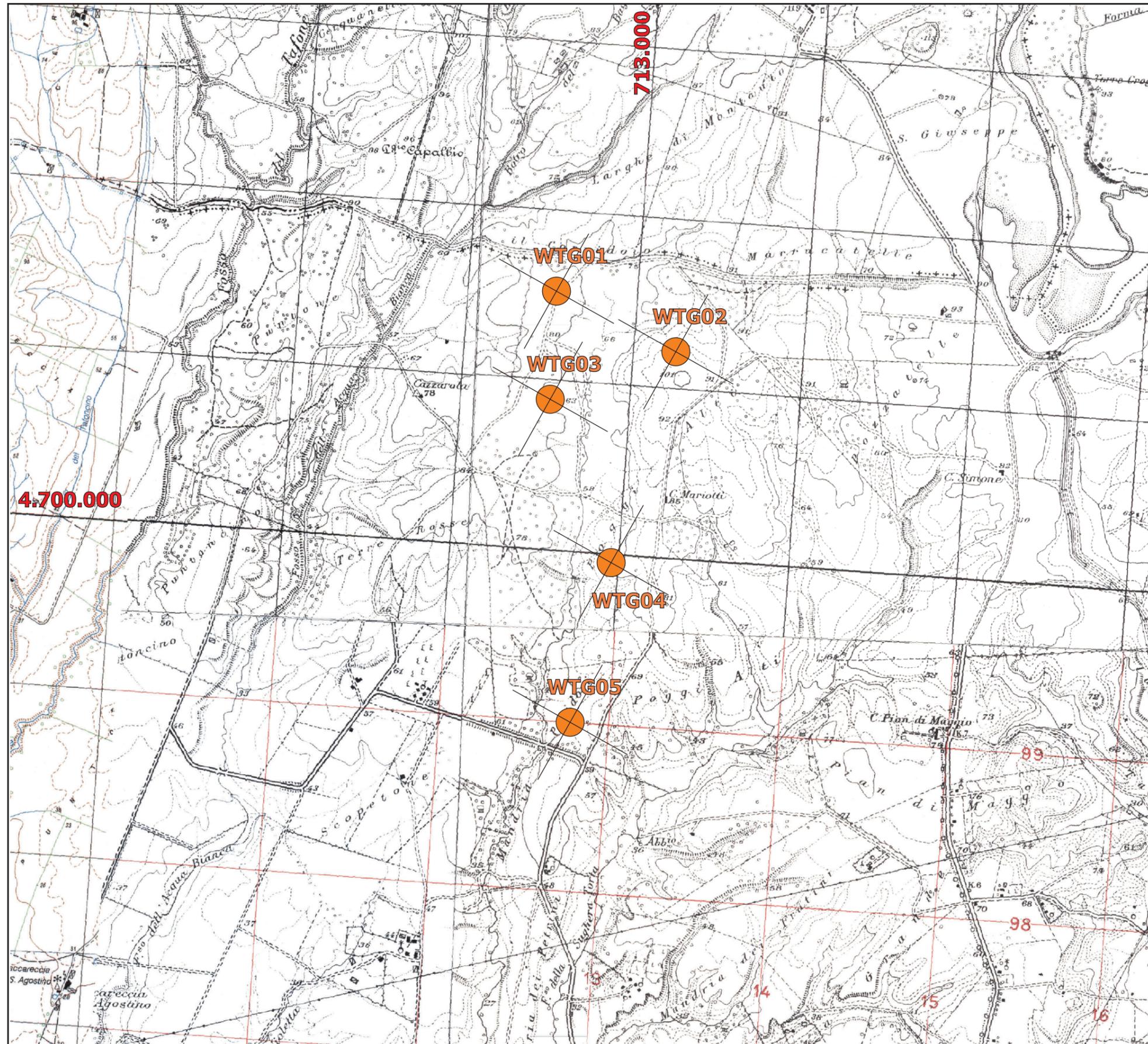
Cartina di base: Atlante stradale d'Italia, Volume CENTRO, 1:200.000, Ediz. TCI, Milano 2004.



IMPIANTO EOLICO

Comune di Montalto di Castro (VT)

Ubicazione degli Aerogeneratori



LEGENDA

- Confini regionali
- Confini provinciali
- Confini comunali
- Sito Eolico
- Aerogeneratori

Cartina di base IGMI, serie 25V:
RIMININO 136 III NE
MONTALTO DI CASTRO 136 III SE

Scala 1:25.000



Regione: Lazio



ALLEGATO 2

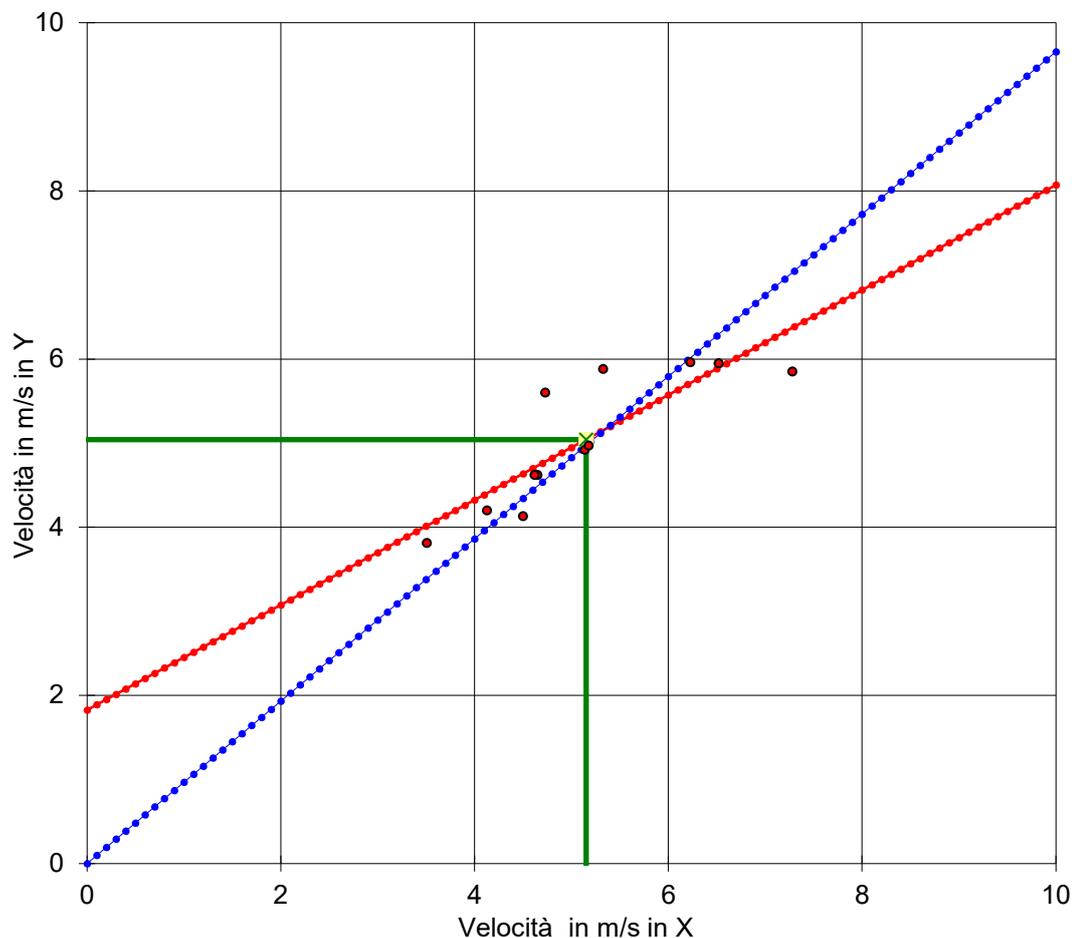
CORRELAZIONE TRA LE VELOCITA' MEDIE MENSILI RILEVATE A:

Variabile X: TA di STORICA 1 (codice: ST01) a 15 m dal suolo
Variabile Y: TA di RIFERIMENTO 1 (codice: RIF1) a 30 m dal suolo

Coefficiente di correlazione = 0.847 (Regressione lineare con 12 punti)

($Y = A * X + B$) : $A = 0.624$; $B = 1.826$ ($Y = C * X$) : $C = 0.966$

V media(X) = 5.151 ; V media(Y) = 5.043 ($Y_m = R * X_m$) : $R = 0.979$



Valore Storico in (X) = 5.114 m/s Valore Misurato in (Y) = 5.020 m/s

Valore Storico in Y ($Y=A * X + B$) = 5.019 m/s $k_s = 1.000$

Valore Storico in Y ($Y=C * X$) = 4.938 m/s $k_s = 0.984$

Valore Storico in Y ($Y_m = R * X_m$) = 5.006 m/s $k_s = 0.997$

$k_s = \text{Valore Storico in (Y)} / \text{Valore Misurato in (Y)}$

Figura 1

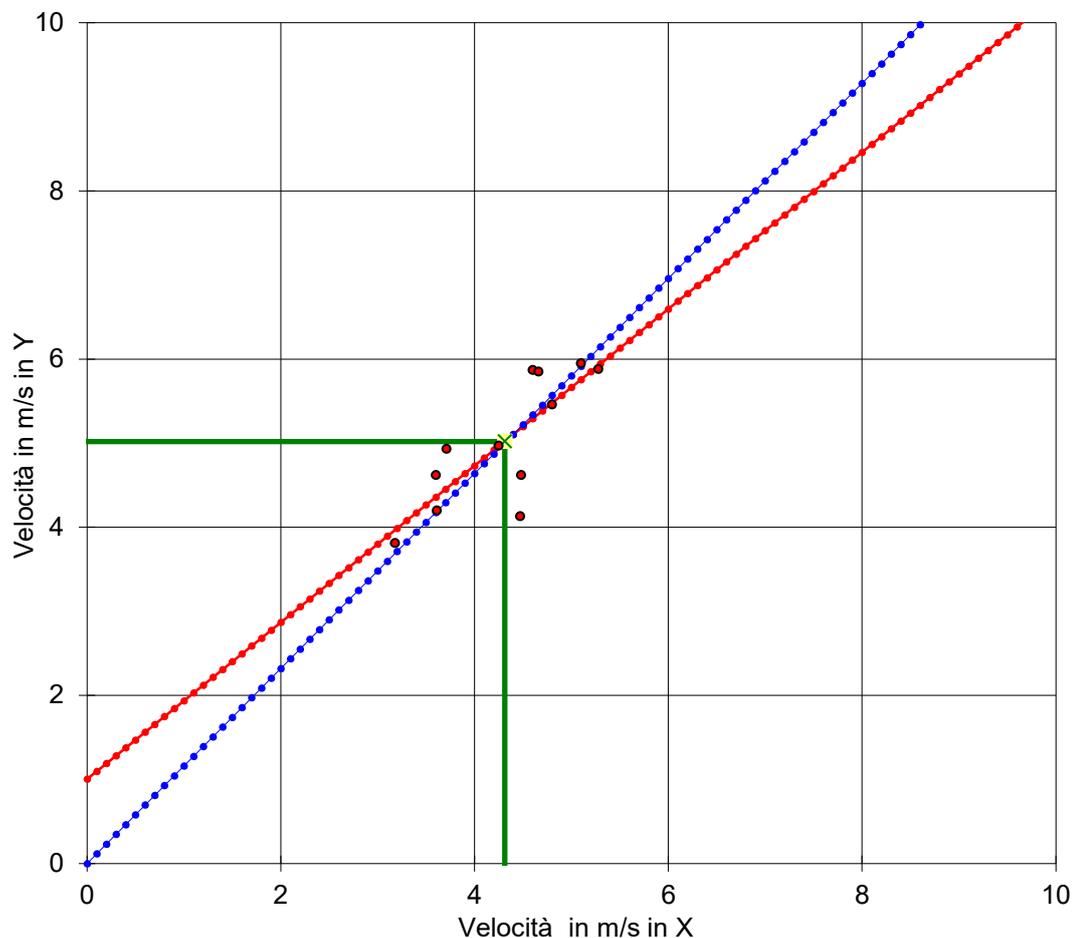
CORRELAZIONE TRA LE VELOCITA' MEDIE MENSILI RILEVATE A:

Variabile X: TA di STORICA 2 (codice: ST02) a 15 m dal suolo
Variabile Y: TA di RIFERIMENTO 1 (codice: RIF1) a 30 m dal suolo

Coefficiente di correlazione = 0.797 (Regressione lineare con 12 punti)

(Y = A * X + B) : A = 0.932 ; B = 1.004 (Y = C * X) : C = 1.160

V media(X) = 4.312 ; V media(Y) = 5.023 (Ym = R * Xm) : R = 1.165



Valore Storico in (X) = 4.203 m/s Valore Misurato in (Y) = 5.020 m/s

Valore Storico in Y (Y=A * X + B) = 4.921 m/s ks = 0.980

Valore Storico in Y (Y=C * X) = 4.875 m/s ks = 0.971

Valore Storico in Y (Ym = R * Xm) = 4.895 m/s ks = 0.975

ks = Valore Storico in (Y) / Valore Misurato in (Y)

Figura 2

ALLEGATO 3



Siemens Gamesa 5.X Reaching new heights



Siemens Gamesa technology with benchmark performance and proven reliability

Siemens Gamesa next-generation solutions conceived to deliver an outstanding value proposition for our customers

Imagine how the future becomes present to take wind energy to the next level

At Siemens Gamesa, we strive to anticipate opportunities in an increasingly discerning market. Our wind technology expertise, backed by more than 40 years of experience and 129.6 GW installed throughout the world, equips us with the right tools for imagining the future, making it present and taking wind energy to the next level.

We know what this means: technological leadership, solid track record, commitment to excellence, passion for what we do. And we deliver it now to our customers. This is how the new Siemens Gamesa 5.X onshore platform is born.

Siemens Gamesa 5.X is a new generation of turbines that takes Siemens Gamesa to new heights:

- In performance, cost-efficiency and reliability.
- In power output and rotor size to offer the most competitive LCoE.
- In technology, built upon Siemens Gamesa know-how and expertise.
- In versatility, with a modular, flexible design that facilitates logistics, construction and service.
- In site adaptability, to configure the optimal solution for each project.
- In value for our customers.



Proven technology

The new Siemens Gamesa 5.X onshore platform has its roots in Siemens Gamesa technology, synonymous with innovation, know-how and reliability accredited through experience. Siemens Gamesa 5.X incorporates proven technologies, minimizing risk and guaranteeing reliability for its products models. These include a doubly-fed generator and partial converter combination, a compact drive train design with a three-stage gearbox, and the use of components widely validated on the other Siemens Gamesa platforms. The result is a wind turbine design that gives optimum performance and LCoE.

Benchmark in power output and rotor size

Siemens Gamesa 5.X goes one step further to become the new generation platform that combines a flexible power rating from 5.6 MW to 7.0 MW with two of the largest rotor diameters in the market, 155 and 170 meters, resulting in maximum performance in high-, medium- and low-wind conditions.

SG 6.6-155, SG 6.6-170 and SG 7.0-170 turbines mean greater AEP per wind turbine and optimized CAPEX for the project. This is also due to their versatility, with a modular, flexible design for maximum ease of logistics, construction and O&M, as well as reducing the OPEX, which results in a lower Cost of Energy for projects.

Unique, tailored solutions

Siemens Gamesa 5.X considers profitability to be a key factor in generating value for our customers. Contributing factors to profitability include:

- Configuring flexible, personalized power modes fully tailored to the needs of each site.
- An extensive catalog of towers with multiple available technologies and the additional capability to create specific project designs.

- The use of advanced control strategies that enable intelligent load reduction and a greater applicability for the Siemens Gamesa 5.X platform in different wind conditions.
- A modular, optimized structure for local transport and construction conditions.
- A maintainability-oriented design with advanced diagnostics and remote operation solutions, as well as the possibility of replacing large turbine components without requiring a main crane.
- Optional product solutions to cover all types of market requirements.

Technical specifications

	SG 6.6-155	SG 6.6-170	SG 7.0-170
General details			
Rated power	6.6 MW		7.0 MW
IEC class	IIB (25 years lifetime) IIA (20 years lifetime) IA (25 years lifetime)	S/IIIB (25 years lifetime) IIIA (20 years lifetime)	IIA (25 years lifetime)
Flexible power rating	5.6 MW-6.6 MW	6.0 MW-6.6 MW	Up to 7.0 MW
Control	Pitch and variable speed		
Rotor			
Diameter	155 m	170 m	
Swept area	18,869 m ²	22,697 m ²	
Tower			
Height	90, 102.5, 107.5, 122.5, 165 and site-specific	100, 110.5, 115, 135, 145, 150, 155, 165 and site-specific	TBD
Technology			
Type	Geared		
First prototype			
Date	2021		TBD



Spain

P. Tecnológico de Bizkaia, edif. 222
48170 Zamudio, Vizcaya

Calle Ramírez de Arellano, 37
28043 Madrid

Avda. Ciudad de la Innovación, 9-11
31621 Sarriguren, Navarra

onshoresales@siemensgamesa.com

Australia

Level 3, Botanicca 3
570 Swan Street, Burnley
Melbourne, 3121

Austria

Siemensstrasse 90
Vienna 1210

Brazil

Avenida Rebouças, 3970 - 5º andar
Pinheiros 05.402-918, São Paulo

Canada

1577 North Service Road East
Oakville, Ontario L6H 0H6

Chile

Edificio Territoria El Bosque
Avenida Apoquindo 2827, Piso 19
Las Condes, Santiago de Chile

China

Siemens Center Beijing, 2nd Floor
No.7 South Wangjing Zhonghuan
Road, Chaoyang District
Beijing 100102

500, Da Lian Road
Yangpu District
200082 Shanghai

Croatia

Heinzellova 70 A
10000 Zagreb

Denmark

Borupvej 16
7330 Brande

Egypt

90th North St - New Cairo
Section no. 1 - 5th Settlement
Building 47, Floor 1, Office 103
11835 New Cairo

Finland

Tarvonsalmenkatu 19
FI-02600 Espoo

France

Immeuble le Colisée
Bâtiment A - 2 ème étage
10 avenue de l'Arche
92419 Courbevoie

97 allée Alexandre Borodine
Cedre 3, 69800 Saint Priest

Germany

Beim Strohhaue 17-31
20097 Hamburg

BCB business center in Kiel
Hopfenstr. 1 D, 24114 Kiel

Mary-Sommerville-Straße 14
28359 Bremen

Greece

44 - 46 Riga Fereou Str.
& Messogion Ave
Neo Psychiko
Athens, 15451

India

No. 7 GST Road
Pazhamathur Village
Madhuranthakam Taluk
Chengalpattu District
Tamil Nadu 603308

Indonesia

Menara Karya, 28th floor
JL. HR. Rasuna Said Blok X-5
Kav. 1-2, Jakarta

Ireland

Innovation House, DCU Alpha
Old Finglas Road 11
Glasnevin, Dublin 11

Italy

Centro Direzionale Argonauta
Via Ostiense 131/L
Corpo C1 9° piano
00154 Roma

Via Vipiteno 4
20128 Milan

Japan

Otemachi First Square Tower
1-5-1 Otemachi

Chiyoda-ku
100-0004 Tokyo

Korea

Seoul Square 5th Floor 416
Hangang-daero
Jung-gu, Seoul 04637

Mexico

Paseo de la Reforma 505
Torre Mayor, 37th Floor
Col. Cuauhtémoc
Del. Cuauhtémoc
06500 Mexico City

Morocco

Anfa Place Blvd. de la Corniche
Centre d'Affaires "Est", RDC
20200 Casablanca

Netherlands

Prinses Beatrixlaan 800
2595 BN Den Haag

Norway

Nydalsveien 33
NO-0484 Oslo

Pakistan

No 148/49, 1st F, Luxus Mall
Gulberg Green Islamabad
Islamabad

Philippines

10th Floor
8767 Paseo de Roxas, Makati

Regus, Eco Tower
Bonifacio City, Manila

Poland

Zupnicza street 11, 3rd Floor
03-821 Warsaw

South Africa

Siemens Park
300 Janadel Avenue
Halfway House
Midrand 1685

Sweden

Evenemangsgatan 21
169 79 Solna

Turkey

Esentepe mahallesi Kartal
Yakacik Yolu No 111
34870 Kartal
Istanbul

United Kingdom

Solais House - First Floor West
19 Phoenix Crescent
Strathclyde Business Park
Bellshill, ML4 3NJ

United States

11950 Corporate Boulevard
Orlando, FL 32826

Vietnam

14th Floor, Saigon Centre
65 Le Loi street
Ben Nghe ward District 1
Ho Chi Minh Cit

The present document, its content, its annexes and/or amendments has been drawn up by Siemens Gamesa Renewable Energy, S.A. for information purposes only and could be modified without prior notice. The information given only contains general descriptions and/or performance features which may not always specifically reflect those described, or which may undergo modification in the course of further development of the products. The requested performance features are binding only when they are expressly agreed upon in the concluded contract. All the content of the document is protected by intellectual and industrial property rights owned by Siemens Gamesa Renewable Energy, S.A. The addressee shall not reproduce any of the information, neither totally nor partially.

02/2023

www.siemensgamesa.com