



VCC Scano Sindia Srl



REGIONE SARDEGNA
COMUNE DI SCANO DI MONTIFERRO (OR)
COMUNE DI SINDIA (NU)



**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DI
POTENZA PARI A 336.000 kW CON SISTEMA DI ACCUMULO
DA 49.000 kW**
"Scano - Sindia"

Valutazione di Impatto Ambientale artt.23-24-25 D.Lgs. 152/2006

REL.04_I.01

Elaborato di Progetto

PROGETTO DEFINITIVO
RELAZIONE DI PRODUCIBILITA'

Committente:
VCC Scano Sindia Srl
Via O.Ranelletti, 271 - 67043 - Celano (AQ)
P.IVA e C.F.: 02097190660
PEC: vccscanosindia@legalmail.it

PROGETTO REDATTO DA: VCC Trapani Srl

Progettisti:
Ing. Mariangela Taurasi
Ordine degli ingegneri della Provincia di Avellino N. 1856

Prof. Ing. Marco Trapanese
Ordine degli ingegneri della Provincia di Palermo N. 6946

Data:
13/03/2023

Rev.01

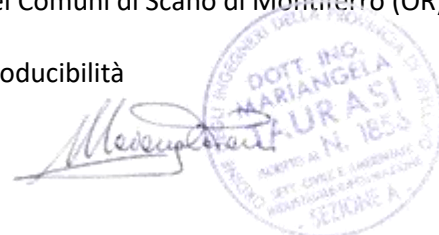
SCALA -

Indice

1	PREMESSA	3
2	ANEMOMETRIA	4
2.1	Stazione anemometrica	4
3	CENTRALE EOLICA	6
3.1	Configurazione d'impianto	6
3.2	Aerogeneratore	7
4	ANALISI DI PRODUCIBILITÀ	8
4.1	Modello orografico digitale	8
4.2	Mappatura del campo di vento	9
4.3	Risultati dell'analisi anemologica (Resa energetica di breve periodo)	9
4.4	Producibilità netta di impianto	12
4.5	Analisi delle incertezze	14
5	APPENDICE A	23
6	APPENDICE B	24
7	APPENDICE C	27
8	CERTIFICATI CALIBRAZIONE	33

Informazioni documento

Categoria documento	Relazione Tecnica
Progetto	Centrale eolica "Scano-Sindia" nei Comuni di Scano di Montiferro (OR) e Sindia (NU)
Titolo documento	Analisi anemologica e stima di producibilità
Cliente	VCC Scano Sindia srl
Numero di pagine	34
Data Registrazione	13/03/2023
Indice Revisione	rev. 1



1 PREMESSA

La presente analisi anemologica e di producibilità si pone come obiettivo la quantificazione delle potenzialità eoliche del sito e la stima di producibilità delle turbine previste per l'installazione sull'area di progetto.

Lo studio prevede inizialmente l'elaborazione dei dati acquisiti da diverse stazioni di misura della velocità e direzione vento posizionate in prossimità del sito, preceduta da eventuali operazioni di filtraggio per l'esclusione di valori non ammissibili.

Successivamente, l'insieme di dati di vento selezionato come maggiormente rappresentativo per un intero anno solare viene associato ad un modello digitale del territorio, opportunamente esteso intorno all'area d'interesse, per costituire l'input del codice di simulazione anemologica WASP⁽¹⁾. Il modello territoriale, o DTM, fornisce al software tutte le informazioni legate all'andamento altimetrico del terreno, alla distribuzione di rugosità superficiale ed, eventualmente, alla presenza di ostacoli naturali o infrastrutturali che possono esercitare un sensibile effetto indotto sul regime anemologico locale.

Attraverso l'applicazione di un particolare algoritmo di estrapolazione dei dati sperimentali raccolti sulla singola posizione di una o più stazioni anemometriche, WASP è in grado di calcolare la distribuzione, e quindi la mappatura, a varie altezze rispetto al suolo, dei principali parametri anemologici caratterizzanti l'area circostante il punto di misura. I valori di tali parametri, calcolati su ciascuna delle posizioni previste per l'installazione delle macchine, ed associati alle curve di prestazioni del modello di aerogeneratore selezionato, permettono di operare una stima del valore di produzione di energia media annua attesa dall'impianto, al netto delle perdite per scia aerodinamica indotte dagli effetti d'interferenza reciproca tra le turbine.

I risultati ottenuti attraverso la simulazione sono infine oggetto di elaborazioni “post-processing” che, sulla base di valutazioni in merito a:

- livello di completezza e di attendibilità dei dati di input,
- limiti del modello di calcolo utilizzato,
- presenza di perdite imputabili ad ulteriori fattori esterni,
- proiezione sul lungo periodo (nel caso in cui ci fosse la disponibilità di dati acquisiti in anni passati, per periodi significativi, da altre stazioni anemometriche installate in zona),

permettono di definire il livello di incertezza sulle previsioni di resa energetica e quindi di fissare gli adeguati margini di sicurezza, più o meno conservativi in relazione al rischio che l'investitore è in grado di assumere.

(1) WASP (Wind Atlas Analysis and Application Program), codice di simulazione anemologica sviluppato in Danimarca presso il RISØ National Laboratory, Centro di prova e certificazione per turbine eoliche.

2 ANEMOMETRIA

A supporto dell'analisi sono stati utilizzati i dati relativi ad una stazione anemometrica.

2.1 Stazione anemometrica

La disponibilità dei dati della stazione anemometrica con codice 1011 è dal 10 marzo 2002, l'ultimo rilievo dati è dell'1 maggio 2005. I dati registrati, nei periodi in cui l'anemometro ha funzionato, hanno una buona disponibilità, pari a circa il 97% degli eventi complessivi registrabili per quanto riguarda la velocità e circa il 90% per la direzione.

Il sistema di monitoraggio, al top della configurazione, è costituito da due sensori di velocità posti alle altezze di 20 e 40 m sls e due sensori di direzione a 20 e 40 m sls. I dati sono stati registrati con una frequenza di acquisizione pari a 10 minuti.

I dati provenienti da ogni sensore sono stati preventivamente esaminati per evidenziare eventuali anomalie o intervalli temporali di mancata acquisizione.

L'analisi dei dati evidenzia la presenza di una direzione principale di provenienza del vento. Le distribuzioni delle frequenze di occorrenza, relative alla coppia di sensori alla massima altezza, sono state riportate sui relativi diagrammi azimuthali (**Rosa dei Venti**).

La disponibilità di acquisizioni a diverse altezze dal suolo ha consentito, inoltre, di stimare il *coefficiente di Wind Shear* locale. Tale parametro caratterizza il profilo di strato limite atmosferico della velocità vento rispetto al suolo, come definito dalla formula riportata di seguito:

$$V_{h_0} = V_{h_{ref}} * (h_0/h_{ref})^\alpha$$

essendo:

α = *coefficiente di wind shear*;

V_{h_0} = *velocità vento ad altezza $h=h_0$* ;

$V_{h_{ref}}$ = *velocità vento ad altezza di riferimento $h=h_{ref}$* .

Il coefficiente di Wind Shear che meglio interpola le velocità vento medie di periodo in contemporaneità di acquisizione è riportato nella scheda di sintesi.

La caratterizzazione ed i risultati delle elaborazioni eseguite per ciascun sensore o coppia di sensori velocità/direzione, sono sintetizzati dalle tabelle e dai relativi diagrammi riportati di seguito ed è il meglio che si potesse ottenere con quanto a disposizione.

Stazione anemometrica: caratterizzazione e sintesi elaborazioni

IDENTIFICAZIONE STAZIONE		
Codice	1011	
n° sensori velocità	2 (h=20 m, h=40 m)	
n° sensori direzione	2 (h=20 m, h=40 m)	
COLLOCAZIONE GEOGRAFICA		
Regione, Comune (Provincia)	Sardegna, Scano di Montiferro (OR)	
PUNTO D'INSTALLAZIONE		
Sistema di coordinate geografiche	UTM – WGS84	
Fuso	32	
Longitudine	471 114	
Latitudine	4 453 530	
Altitudine	681 m slm	
ACQUISIZIONE DATI		
Altezza dal suolo sensori velocità sls	h=20m	h=40m
Frequenza di acquisizione	10 minuti	
Data primo rilievo dati	10 marzo 2002	
Ultimo rilievo dati	1 maggio 2005	
ELABORAZIONI		
Altezza dal suolo sensori velocità	h=20m	h=40m
Velocità vento media di periodo, <i>misurata</i>	5.62 m/s	6.11 m/s
Coefficiente di scala, $A_{Weibull}$	6.32 m/s	6.88 m/s
Coefficiente di forma, $k_{Weibull}$	1.88	1.92
Coefficiente di Wind Shear	1.121	

3 CENTRALE EOLICA

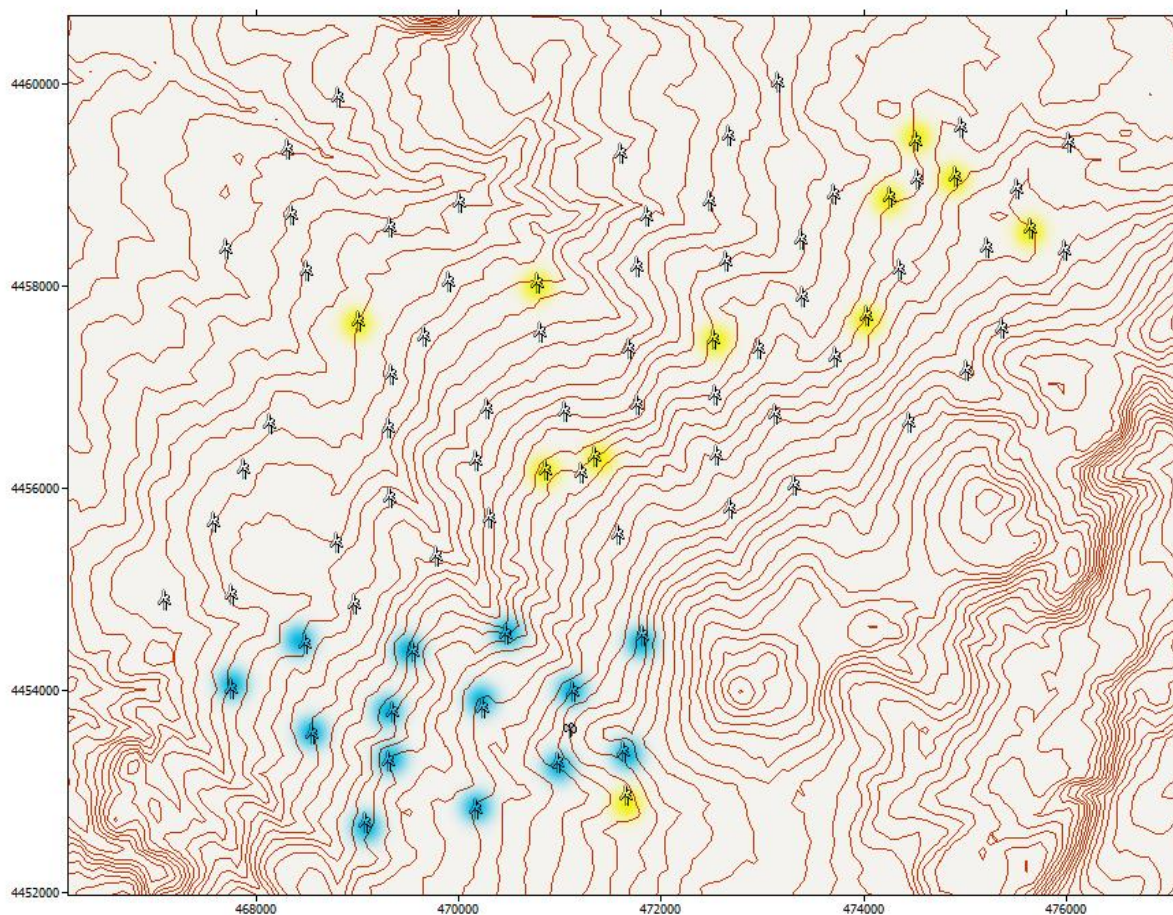
3.1 Configurazione d'impianto

L'impianto insiste nel territorio dei comuni di Scano di Montiferro e Sindia ad un'altitudine media pari a circa 560 m slm.

Nell'area d'impianto ci sono attualmente installati degli aerogeneratori (ipotizzato mini-eolico da 60kW, in figura color giallo), che sono stati considerati nell'analisi e per i quali sono state valutate le perdite aggiuntive (Appendice A).

È stata altresì considerata l'eventuale futura presenza di un ulteriore impianto di 14 aerogeneratori (ipotizzato stesso modello di aerogeneratore della centrale in oggetto, in figura color azzurro) nel comune di Scano di Montiferro, al fine di poter valutare tutte le perdite. La produzione di tale impianto è in Appendice B.

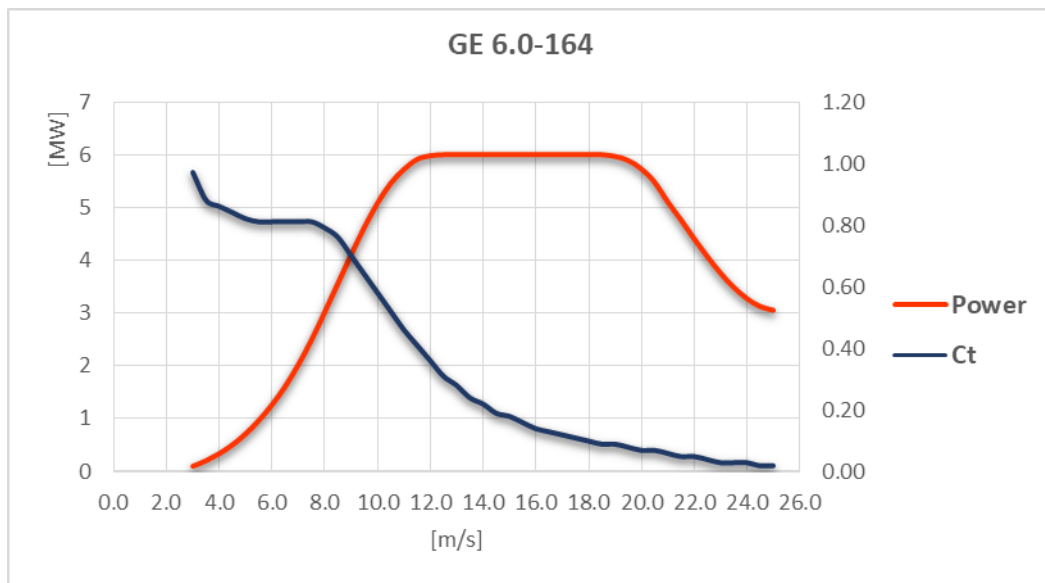
Per completezza, nell'Appendice C si riportano i risultati di produzione della centrale eolica di "Scano-Sindia" nell'ipotesi in cui tale l'impianto di 14 aerogeneratori non ci fosse.



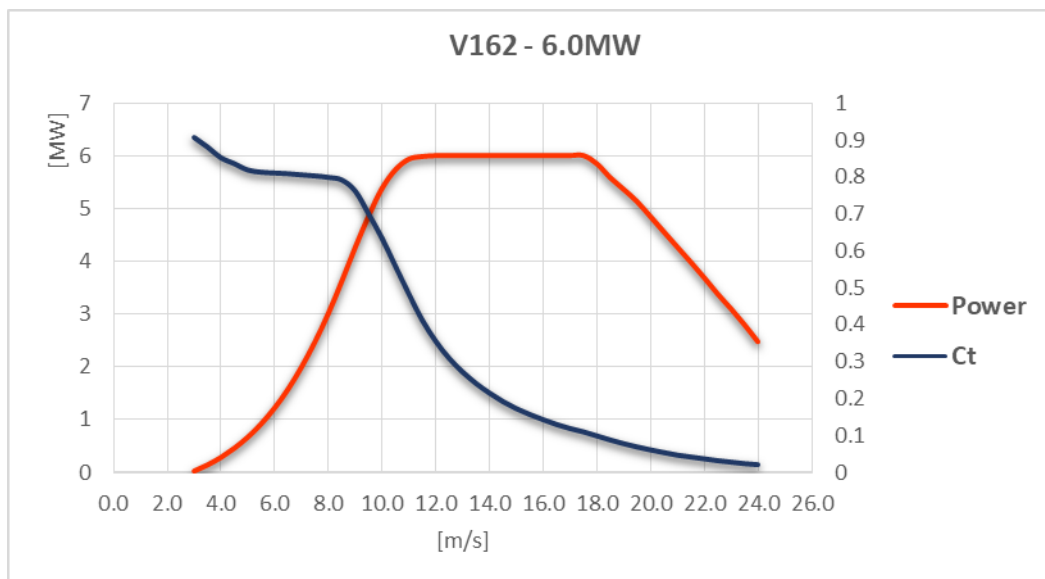
3.2 Aerogeneratore

Sono stati presi in considerazione due modelli di aerogeneratore e per entrambi è stata calcolata la produzione di energia attesa alla stessa altezza mozzo.

a) GE Cipress 6.0-164



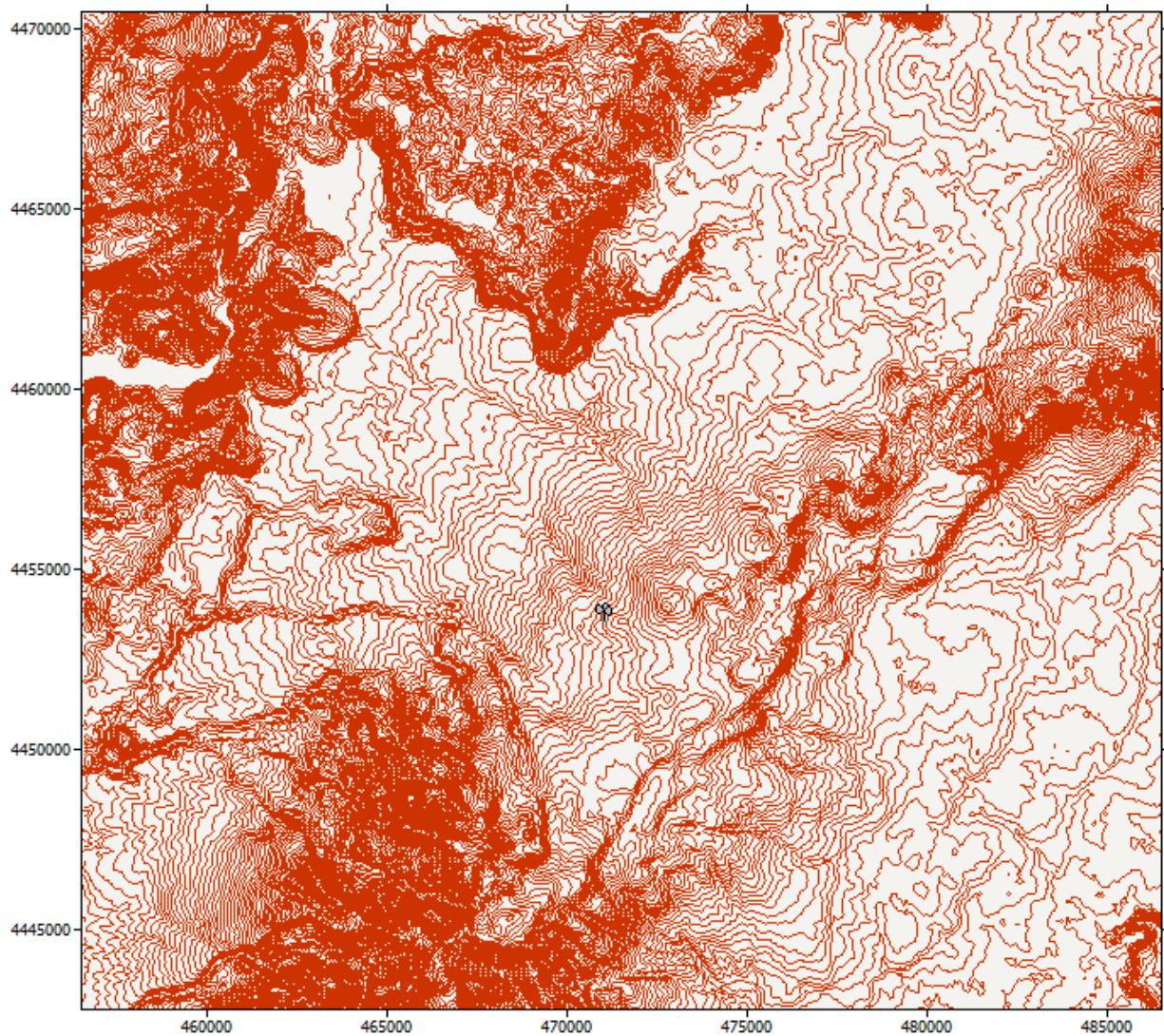
b) V162 6.0 MW



4 ANALISI DI PRODUCIBILITÀ

4.1 Modello orografico digitale

Per il sito in oggetto è stato assunto nell'algoritmo di calcolo della producibilità del parco un modello orografico del terreno ed una mappa della rugosità scaricati dal DataBase di WASP.



Modello orografico digitale

4.2 Mappatura del campo di vento

Per la determinazione dell'atlante di vento geostrofico dell'area è stato impiegato il software WAsP12, implementando il set di dati anemometrici più significativo per la descrizione del regime anemologico di breve periodo registrato durante la campagna di monitoraggio.

La disponibilità di un range temporale di più anni ha permesso di ricostruire l'andamento stagionale della vena ventosa, altamente fluttuante a seconda del periodo considerato.

Inoltre i dati implementati sono stati selezionati fra le varie coppie di sensori di velocità/direzione della stazione scelte in base ai criteri di maggior attendibilità, di maggior disponibilità di periodo e di altezza dal suolo più prossima a quella degli aerogeneratori di progetto.

Si precisa che con il software WAsP è stato possibile calcolare la distribuzione e la mappatura del vento a varie altezze rispetto al suolo, nonché una serie di parametri anemologici caratterizzanti l'area circostante la stazione di misura in corrispondenza della quota a cui si trovano i mozzi rotore delle turbine di progetto (fra cui si ricordano i già citati fattori di scala A e di forma k, nonché la velocità media).

4.3 Risultati dell'analisi anemologica (Resa energetica di breve periodo)

I parametri di cui sopra, calcolati per ciascuna posizione prevista da progetto ed associati alle curve di prestazione del modello di aerogeneratore selezionato, hanno permesso di ottenere una stima del valore di produzione di energia media annua attesa dall'impianto al netto delle perdite per scia aerodinamica indotte dagli effetti d'interferenza reciproca tra le turbine.

Si riportano di seguito le grandezze anemologiche estrapolate dal software WAsP e le relative rese energetiche sia lorde sia al netto delle reciproche scie aerodinamiche.

a) GE Cipress 6.0-164 con altezza mozzo a 119 metri

	UTM-WGS84		Simulazione WAsP			Resa energetica annua		
	E	N	A	Velocità vento al mozzo	Perdite per scia aerodinamica	lorda	netta	
		[m/s]	k	[m/s]				[GWh/anno]
WTG1	467714	4458281	7.51	1.86	6.67	9.57%	18.578	16.800
WTG2	468314	4459274	7.47	1.87	6.63	9.57%	18.397	16.636
WTG3	468366	4458621	7.56	1.86	6.71	12.82%	18.757	16.352
WTG4	468513	4458060	7.55	1.87	6.70	12.42%	18.703	16.380
WTG5	469338	4458498	7.51	1.87	6.67	15.27%	18.539	15.708
WTG7	469920	4457959	7.55	1.87	6.70	15.50%	18.683	15.787
WTG8	469674	4457420	7.61	1.87	6.76	17.16%	18.921	15.674
WTG6	471692	4457298	7.46	1.87	6.62	20.35%	18.254	14.539
WTG9	469347	4457039	7.43	1.87	6.60	17.33%	18.211	15.055
WTG10	468141	4456555	7.66	1.87	6.80	12.30%	19.157	16.801
WTG11	467885	4456114	7.69	1.87	6.83	12.38%	19.279	16.892
WTG13	467105	4454818	7.51	1.87	6.67	9.46%	18.551	16.796

WTG12	467596	4455586	7.74	1.87	6.87	11.32%	19.443	17.242
WTG14	467761	4454869	7.59	1.87	6.74	13.56%	18.839	16.284
WTG15	468803	4455380	7.46	1.88	6.62	17.12%	18.278	15.149
WTG16	469330	4455820	7.57	1.88	6.72	17.80%	18.747	15.410
WTG18	470286	4456708	7.74	1.87	6.87	19.27%	19.387	15.651
WTG17	469316	4456518	7.45	1.88	6.61	17.76%	18.255	15.013
WTG19	471611	4459231	7.61	1.86	6.76	13.23%	18.874	16.377
WTG20	471873	4458606	7.60	1.86	6.75	17.21%	18.816	15.578
WTG21	472499	4458757	7.59	1.86	6.74	18.89%	18.789	15.240
WTG22	472682	4459400	7.67	1.87	6.81	13.87%	19.091	16.443
WTG23	473168	4459934	7.73	1.87	6.86	10.14%	19.304	17.347
WTG24	472651	4458162	7.72	1.87	6.85	19.34%	19.275	15.547
WTG25	471781	4458112	7.67	1.87	6.81	17.69%	19.119	15.737
WTG26	470814	4457455	7.60	1.87	6.75	18.18%	18.855	15.427
WTG27	471060	4456679	7.76	1.87	6.89	20.60%	19.453	15.446
WTG28	470181	4456194	7.71	1.88	6.84	19.45%	19.235	15.494
WTG29	469794	4455246	7.47	1.88	6.63	17.93%	18.304	15.022
WTG30	468979	4454777	7.44	1.87	6.61	17.02%	18.225	15.123
WTG31	471773	4456739	7.55	1.88	6.70	20.77%	18.588	14.727
WTG34	471229	4456063	7.80	1.88	6.92	18.47%	19.576	15.960
WTG33	470325	4455627	7.64	1.88	6.78	18.46%	18.975	15.472
WTG32	471588	4455461	7.85	1.88	6.97	14.73%	19.749	16.840
WTG35	472543	4456841	7.66	1.88	6.80	20.79%	19.004	15.053
WTG36	472983	4457295	7.75	1.87	6.88	19.59%	19.366	15.572
WTG37	473406	4457812	7.59	1.88	6.74	19.15%	18.756	15.164
WTG39	473727	4458822	7.72	1.87	6.85	16.88%	19.264	16.012
WTG38	473403	4458370	7.58	1.87	6.73	19.55%	18.730	15.068
WTG40	474974	4459481	7.82	1.88	6.94	12.20%	19.671	17.271
WTG41	475527	4458877	7.94	1.88	7.05	13.78%	20.132	17.358
WTG42	474540	4458974	7.71	1.88	6.84	16.00%	19.211	16.137
WTG44	474374	4458073	7.79	1.87	6.92	16.77%	19.533	16.257
WTG43	475230	4458299	7.87	1.88	6.99	15.27%	19.851	16.820
WTG45	473736	4457220	7.59	1.88	6.74	18.39%	18.734	15.289
WTG46	473146	4456653	7.92	1.87	7.03	18.58%	20.038	16.315
WTG47	472561	4456246	7.81	1.88	6.93	18.10%	19.587	16.042
WTG49	473329	4455951	8.03	1.87	7.13	14.38%	20.402	17.468
WTG48	472695	4455718	7.81	1.88	6.93	14.44%	19.562	16.737
WTG50	474470	4456568	8.12	1.88	7.21	12.13%	20.765	18.246
WTG51	475029	4457075	7.87	1.87	6.99	12.63%	19.795	17.295
WTG52	475377	4457503	8.13	1.88	7.22	12.24%	20.843	18.292
WTG54	476043	4459334	7.84	1.88	6.96	10.28%	19.748	17.718
WTG53	476007	4458267	7.84	1.89	6.96	12.11%	19.714	17.327
WTG55	468825	4459781	7.47	1.87	6.63	8.61%	18.382	16.799
WTG56	470022	4458742	7.39	1.87	6.56	14.74%	18.033	15.375
Totale							1070.325	903.564
		Media unitaria			6.81	15.60%	19.113	16.135

b) V162 6.0 MW con altezza mozzo a 119 metri

	UTM-WGS84		Simulazione WASP			Resa energetica annua		
	E	N	A	Velocità vento al mozzo		Perdite per scia aerodinamica	lorda	netta
			[m/s]	k	[m/s]		[GWh/anno]	[GWh/anno]
WTG1	467714	4458281	7.51	1.86	6.67	9.96%	18.757	16.889
WTG2	468314	4459274	7.47	1.87	6.63	9.96%	18.577	16.727
WTG3	468366	4458621	7.56	1.86	6.71	13.35%	18.938	16.410
WTG4	468513	4458060	7.55	1.87	6.70	12.91%	18.884	16.446
WTG5	469338	4458498	7.51	1.87	6.67	15.89%	18.718	15.744
WTG7	469920	4457959	7.55	1.87	6.70	16.10%	18.864	15.827
WTG8	469674	4457420	7.61	1.87	6.76	17.85%	19.104	15.694
WTG6	471692	4457298	7.46	1.87	6.62	21.18%	18.433	14.529
WTG9	469347	4457039	7.43	1.87	6.60	18.05%	18.389	15.070
WTG10	468141	4456555	7.66	1.87	6.80	12.79%	19.344	16.870
WTG11	467885	4456114	7.69	1.87	6.83	12.87%	19.462	16.957
WTG13	467105	4454818	7.51	1.87	6.67	9.85%	18.733	16.888
WTG12	467596	4455586	7.74	1.87	6.87	11.77%	19.628	17.318
WTG14	467761	4454869	7.59	1.87	6.74	14.12%	19.021	16.335
WTG15	468803	4455380	7.46	1.88	6.62	17.84%	18.459	15.166
WTG16	469330	4455820	7.57	1.88	6.72	18.53%	18.933	15.425
WTG18	470286	4456708	7.74	1.87	6.87	20.00%	19.575	15.660
WTG17	469316	4456518	7.45	1.88	6.61	18.47%	18.436	15.031
WTG19	471611	4459231	7.61	1.86	6.76	13.77%	19.054	16.430
WTG20	471873	4458606	7.60	1.86	6.75	17.91%	18.996	15.594
WTG21	472499	4458757	7.59	1.86	6.74	19.63%	18.969	15.245
WTG22	472682	4459400	7.67	1.87	6.81	14.43%	19.275	16.494
WTG23	473168	4459934	7.73	1.87	6.86	10.54%	19.488	17.434
WTG24	472651	4458162	7.72	1.87	6.85	20.11%	19.458	15.545
WTG25	471781	4458112	7.67	1.87	6.81	18.42%	19.305	15.749
WTG26	470814	4457455	7.60	1.87	6.75	18.90%	19.037	15.439
WTG27	471060	4456679	7.76	1.87	6.89	21.41%	19.642	15.437
WTG28	470181	4456194	7.71	1.88	6.84	20.22%	19.425	15.497
WTG29	469794	4455246	7.47	1.88	6.63	18.62%	18.486	15.044
WTG30	468979	4454777	7.44	1.87	6.61	17.69%	18.404	15.148
WTG31	471773	4456739	7.55	1.88	6.70	21.58%	18.773	14.722
WTG34	471229	4456063	7.80	1.88	6.92	19.17%	19.764	15.975
WTG33	470325	4455627	7.64	1.88	6.78	19.19%	19.162	15.485
WTG32	471588	4455461	7.85	1.88	6.97	15.26%	19.940	16.897
WTG35	472543	4456841	7.66	1.88	6.80	21.60%	19.189	15.044
WTG36	472983	4457295	7.75	1.87	6.88	20.36%	19.548	15.568
WTG37	473406	4457812	7.59	1.88	6.74	19.91%	18.942	15.171
WTG39	473727	4458822	7.72	1.87	6.85	17.57%	19.449	16.032

WTG38	473403	4458370	7.58	1.87	6.73	20.36%	18.914	15.063
WTG40	474974	4459481	7.82	1.88	6.94	12.66%	19.859	17.345
WTG41	475527	4458877	7.94	1.88	7.05	14.32%	20.323	17.413
WTG42	474540	4458974	7.71	1.88	6.84	16.66%	19.398	16.166
WTG44	474374	4458073	7.79	1.87	6.92	17.45%	19.719	16.278
WTG43	475230	4458299	7.87	1.88	6.99	15.87%	20.040	16.860
WTG45	473736	4457220	7.59	1.88	6.74	19.09%	18.917	15.306
WTG46	473146	4456653	7.92	1.87	7.03	19.29%	20.227	16.325
WTG47	472561	4456246	7.81	1.88	6.93	18.82%	19.777	16.055
WTG49	473329	4455951	8.03	1.87	7.13	14.90%	20.590	17.522
WTG48	472695	4455718	7.81	1.88	6.93	14.98%	19.751	16.792
WTG50	474470	4456568	8.12	1.88	7.21	12.56%	20.954	18.322
WTG51	475029	4457075	7.87	1.87	6.99	13.06%	19.980	17.371
WTG52	475377	4457503	8.13	1.88	7.22	12.67%	21.035	18.370
WTG54	476043	4459334	7.84	1.88	6.96	10.67%	19.941	17.813
WTG53	476007	4458267	7.84	1.89	6.96	12.54%	19.909	17.412
WTG55	468825	4459781	7.47	1.87	6.63	8.96%	18.562	16.899
WTG56	470022	4458742	7.39	1.87	6.56	15.32%	18.210	15.420
Totale							1080.669	905.668
		Media unitaria			6.81	16.21%	19.298	16.173

4.4 Producibilità netta di impianto

Ai fini del calcolo della producibilità netta di impianto, ovvero quella effettivamente messa in rete e dunque fatturata ai fini della vendita dell'energia, sono stati considerati i seguenti fattori di perdita:

Fattore	Perdita
Efficienza elettrica	3 %
Disponibilità	2 %
Isteresi per elevata velocità vento	0.2 %
Lavori di manutenzione sottostazione	0.2 %
Ghiaccio e depositi sulle pale	0.5 %
Topografia	1 %

Fattori di perdita aggiuntivi

Pertanto, sulla base delle suddette considerazioni, si può stimare che la producibilità netta media annua della centrale eolica, sia la seguente:

	GE 6.0-164		V162-6.0MW	
	producibilità netta media annua	ore equivalenti medie unitarie a potenza nominale	producibilità netta media annua	ore equivalenti medie unitarie a potenza nominale
	P50	(P 50)	P50	(P 50)
	[GWh/anno]	[h]	[GWh/anno]	[h]
WTG1	15.668	2611	15.751	2625
WTG2	15.516	2586	15.600	2600
WTG3	15.251	2542	15.305	2551
WTG4	15.277	2546	15.338	2556
WTG5	14.650	2442	14.684	2447
WTG7	14.724	2454	14.761	2460
WTG8	14.618	2436	14.637	2439
WTG6	13.560	2260	13.550	2258
WTG9	14.041	2340	14.055	2342
WTG10	15.669	2612	15.734	2622
WTG11	15.754	2626	15.815	2636
WTG13	15.665	2611	15.751	2625
WTG12	16.081	2680	16.152	2692
WTG14	15.187	2531	15.235	2539
WTG15	14.129	2355	14.145	2357
WTG16	14.372	2395	14.386	2398
WTG18	14.597	2433	14.605	2434
WTG17	14.002	2334	14.019	2336
WTG19	15.274	2546	15.323	2554
WTG20	14.529	2421	14.544	2424
WTG21	14.214	2369	14.218	2370
WTG22	15.336	2556	15.383	2564
WTG23	16.179	2696	16.260	2710
WTG24	14.500	2417	14.498	2416
WTG25	14.677	2446	14.688	2448
WTG26	14.388	2398	14.399	2400
WTG27	14.406	2401	14.397	2400
WTG28	14.450	2408	14.453	2409
WTG29	14.010	2335	14.031	2338
WTG30	14.104	2351	14.128	2355
WTG31	13.735	2289	13.730	2288
WTG34	14.885	2481	14.899	2483
WTG33	14.430	2405	14.442	2407
WTG32	15.706	2618	15.759	2626
WTG35	14.039	2340	14.031	2338
WTG36	14.523	2421	14.519	2420
WTG37	14.143	2357	14.149	2358
WTG39	14.934	2489	14.952	2492
WTG38	14.053	2342	14.048	2341
WTG40	16.108	2685	16.177	2696

WTG41	16.189	2698	16.240	2707
WTG42	15.050	2508	15.077	2513
WTG44	15.162	2527	15.182	2530
WTG43	15.687	2615	15.724	2621
WTG45	14.259	2377	14.275	2379
WTG46	15.216	2536	15.225	2538
WTG47	14.962	2494	14.974	2496
WTG49	16.291	2715	16.342	2724
WTG48	15.610	2602	15.661	2610
WTG50	17.017	2836	17.088	2848
WTG51	16.130	2688	16.201	2700
WTG52	17.060	2843	17.133	2855
WTG54	16.525	2754	16.613	2769
WTG53	16.160	2693	16.239	2707
WTG55	15.668	2611	15.761	2627
WTG56	14.339	2390	14.381	2397
Totale	842.7		844.7	
Media unitaria		2508		2514

4.5 Analisi delle incertezze

I risultati ottenuti sono stati infine oggetto di post-processing in base ad una serie di valutazioni dettati da diversi fattori derivanti sia dalla qualità dei documenti forniti sia dalle caratteristiche intrinseche del modello adottato:

- livello di completezza e di attendibilità dei dati anemometrici;
- limiti del modello di calcolo utilizzato;
- presenza di perdite imputabili ad ulteriori fattori esterni;
- proiezione sul lungo periodo.

Queste considerazioni hanno permesso di definire una serie di livelli di incertezza che, successivamente, sono stati applicati alle previsioni di resa energetica calcolate, permettendo, di fatto, di fissare degli adeguati margini di sicurezza, più o meno conservativi, tali da consentire di valutare le potenziali fluttuazioni sul lungo periodo di tali stime.

Si riportano pertanto i consuntivi di stima differenziati in base ai percentili probabilistici P50, P75 e P90 (sia a 1 anno sia a 10 anni), ossia le produzioni annue attese la cui probabilità di essere superate è pari, rispettivamente, al 50%, al 75% e al 90%: maggiore è la probabilità di superamento della soglia considerata, minore risulterà la produzione attesa e, di conseguenza, più alto sarà il livello di cautela adottato.

10 anni GE 6.0-164	Energia annua			ore equivalenti		
	P50 [GWh/anno]	P 75 [GWh/anno]	P 90 [GWh/anno]	(P 50) [h]	(P 75) [h]	(P 90) [h]
WTG1	15.668	14.134	12.752	2611	2356	2125
WTG2	15.516	13.977	12.592	2586	2330	2099
WTG3	15.251	13.759	12.416	2542	2293	2069
WTG4	15.277	13.801	12.473	2546	2300	2079
WTG5	14.650	13.233	11.958	2442	2206	1993
WTG7	14.724	13.322	12.060	2454	2220	2010
WTG8	14.618	13.241	12.001	2436	2207	2000
WTG6	13.560	12.292	11.151	2260	2049	1858
WTG9	14.041	12.725	11.540	2340	2121	1923
WTG10	15.669	14.190	12.858	2612	2365	2143
WTG11	15.754	14.270	12.934	2626	2378	2156
WTG13	15.665	14.186	12.856	2611	2364	2143
WTG12	16.081	14.568	13.206	2680	2428	2201
WTG14	15.187	13.774	12.502	2531	2296	2084
WTG15	14.129	12.834	11.669	2355	2139	1945
WTG16	14.372	13.057	11.873	2395	2176	1979
WTG18	14.597	13.249	12.036	2433	2208	2006
WTG17	14.002	12.703	11.533	2334	2117	1922
WTG19	15.274	13.782	12.439	2546	2297	2073
WTG20	14.529	13.128	11.868	2421	2188	1978
WTG21	14.214	12.835	11.594	2369	2139	1932
WTG22	15.336	13.826	12.466	2556	2304	2078
WTG23	16.179	14.563	13.108	2696	2427	2185
WTG24	14.500	13.110	11.859	2417	2185	1977
WTG25	14.677	13.278	12.020	2446	2213	2003
WTG26	14.388	13.039	11.824	2398	2173	1971
WTG27	14.406	13.080	11.886	2401	2180	1981
WTG28	14.450	13.131	11.943	2408	2188	1990
WTG29	14.010	12.751	11.617	2335	2125	1936
WTG30	14.104	12.827	11.678	2351	2138	1946
WTG31	13.735	12.467	11.326	2289	2078	1888
WTG34	14.885	13.535	12.320	2481	2256	2053
WTG33	14.430	13.130	11.961	2405	2188	1993
WTG32	15.706	14.300	13.035	2618	2383	2173
WTG35	14.039	12.733	11.557	2340	2122	1926
WTG36	14.523	13.153	11.919	2421	2192	1987
WTG37	14.143	12.788	11.569	2357	2131	1928
WTG39	14.934	13.469	12.151	2489	2245	2025
WTG38	14.053	12.692	11.466	2342	2115	1911
WTG40	16.108	14.486	13.026	2685	2414	2171
WTG41	16.189	14.564	13.102	2698	2427	2184
WTG42	15.050	13.556	12.212	2508	2259	2035

WTG44	15.162	13.685	12.356	2527	2281	2059
WTG43	15.687	14.135	12.738	2615	2356	2123
WTG45	14.259	12.904	11.684	2377	2151	1947
WTG46	15.216	13.796	12.518	2536	2299	2086
WTG47	14.962	13.587	12.349	2494	2264	2058
WTG49	16.291	14.787	13.433	2715	2465	2239
WTG48	15.610	14.188	12.909	2602	2365	2152
WTG50	17.017	15.399	13.943	2836	2567	2324
WTG51	16.130	14.570	13.166	2688	2428	2194
WTG52	17.060	15.389	13.886	2843	2565	2314
WTG54	16.525	14.842	13.327	2754	2474	2221
WTG53	16.160	14.543	13.087	2693	2424	2181
WTG55	15.668	14.105	12.698	2611	2351	2116
WTG56	14.339	12.951	11.702	2390	2159	1950
Totale	842.7	762.4	690.2			
Media unitaria				2508	2269	2054

1 anno GE 6.0-164	Energia annua			ore equivalenti		
	P50 [GWh/anno]	P 75 [GWh/anno]	P 90 [GWh/anno]	(P 50) [h]	(P 75) [h]	(P 90) [h]
WTG1	15.668	13.992	12.487	2611	2332	2081
WTG2	15.516	13.837	12.330	2586	2306	2055
WTG3	15.251	13.621	12.158	2542	2270	2026
WTG4	15.277	13.663	12.213	2546	2277	2036
WTG5	14.650	13.101	11.709	2442	2183	1952
WTG7	14.724	13.189	11.809	2454	2198	1968
WTG8	14.618	13.108	11.751	2436	2185	1959
WTG6	13.560	12.169	10.919	2260	2028	1820
WTG9	14.041	12.597	11.300	2340	2100	1883
WTG10	15.669	14.048	12.590	2612	2341	2098
WTG11	15.754	14.127	12.665	2626	2355	2111
WTG13	15.665	14.045	12.588	2611	2341	2098
WTG12	16.081	14.422	12.931	2680	2404	2155
WTG14	15.187	13.636	12.242	2531	2273	2040
WTG15	14.129	12.706	11.426	2355	2118	1904
WTG16	14.372	12.926	11.626	2395	2154	1938
WTG18	14.597	13.116	11.785	2433	2186	1964
WTG17	14.002	12.576	11.293	2334	2096	1882
WTG19	15.274	13.644	12.180	2546	2274	2030
WTG20	14.529	12.997	11.621	2421	2166	1937
WTG21	14.214	12.707	11.353	2369	2118	1892
WTG22	15.336	13.687	12.207	2556	2281	2034
WTG23	16.179	14.417	12.835	2696	2403	2139
WTG24	14.500	12.979	11.613	2417	2163	1935
WTG25	14.677	13.146	11.769	2446	2191	1962
WTG26	14.388	12.908	11.578	2398	2151	1930
WTG27	14.406	12.949	11.639	2401	2158	1940
WTG28	14.450	12.999	11.694	2408	2167	1949
WTG29	14.010	12.623	11.376	2335	2104	1896
WTG30	14.104	12.699	11.434	2351	2116	1906
WTG31	13.735	12.342	11.090	2289	2057	1848
WTG34	14.885	13.400	12.063	2481	2233	2011
WTG33	14.430	12.999	11.712	2405	2167	1952
WTG32	15.706	14.157	12.764	2618	2360	2127
WTG35	14.039	12.606	11.317	2340	2101	1886
WTG36	14.523	13.021	11.671	2421	2170	1945
WTG37	14.143	12.660	11.328	2357	2110	1888
WTG39	14.934	13.334	11.898	2489	2222	1983
WTG38	14.053	12.565	11.228	2342	2094	1871
WTG40	16.108	14.341	12.755	2685	2390	2126
WTG41	16.189	14.419	12.830	2698	2403	2138
WTG42	15.050	13.421	11.958	2508	2237	1993

WTG44	15.162	13.548	12.099	2527	2258	2016
WTG43	15.687	13.993	12.473	2615	2332	2079
WTG45	14.259	12.775	11.440	2377	2129	1907
WTG46	15.216	13.658	12.258	2536	2276	2043
WTG47	14.962	13.451	12.092	2494	2242	2015
WTG49	16.291	14.639	13.154	2715	2440	2192
WTG48	15.610	14.046	12.640	2602	2341	2107
WTG50	17.017	15.245	13.653	2836	2541	2276
WTG51	16.130	14.424	12.892	2688	2404	2149
WTG52	17.060	15.236	13.597	2843	2539	2266
WTG54	16.525	14.693	13.050	2754	2449	2175
WTG53	16.160	14.397	12.815	2693	2400	2136
WTG55	15.668	13.964	12.434	2611	2327	2072
WTG56	14.339	12.822	11.458	2390	2137	1910
Totale	842.7	754.8	675.8			
Media unitaria				2508	2246	2011

10 anni V162	Energia annua			ore equivalenti		
	P50 [GWh/anno]	P 75 [GWh/anno]	P 90 [GWh/anno]	(P 50) [h]	(P 75) [h]	(P 90) [h]
WTG1	15.751	14.209	12.820	2625	2368	2137
WTG2	15.600	14.054	12.661	2600	2342	2110
WTG3	15.305	13.808	12.460	2551	2301	2077
WTG4	15.338	13.857	12.523	2556	2309	2087
WTG5	14.684	13.264	11.985	2447	2211	1998
WTG7	14.761	13.356	12.091	2460	2226	2015
WTG8	14.637	13.258	12.016	2439	2210	2003
WTG6	13.550	12.283	11.143	2258	2047	1857
WTG9	14.055	12.737	11.551	2342	2123	1925
WTG10	15.734	14.248	12.910	2622	2375	2152
WTG11	15.815	14.325	12.984	2636	2387	2164
WTG13	15.751	14.264	12.926	2625	2377	2154
WTG12	16.152	14.632	13.265	2692	2439	2211
WTG14	15.235	13.817	12.541	2539	2303	2090
WTG15	14.145	12.848	11.682	2357	2141	1947
WTG16	14.386	13.070	11.885	2398	2178	1981
WTG18	14.605	13.257	12.043	2434	2209	2007
WTG17	14.019	12.718	11.547	2336	2120	1925
WTG19	15.323	13.826	12.479	2554	2304	2080
WTG20	14.544	13.142	11.880	2424	2190	1980
WTG21	14.218	12.839	11.598	2370	2140	1933
WTG22	15.383	13.868	12.505	2564	2311	2084
WTG23	16.260	14.636	13.174	2710	2439	2196
WTG24	14.498	13.108	11.858	2416	2185	1976
WTG25	14.688	13.289	12.029	2448	2215	2005
WTG26	14.399	13.049	11.834	2400	2175	1972
WTG27	14.397	13.072	11.879	2400	2179	1980
WTG28	14.453	13.133	11.945	2409	2189	1991
WTG29	14.031	12.770	11.634	2338	2128	1939
WTG30	14.128	12.848	11.697	2355	2141	1949
WTG31	13.730	12.463	11.322	2288	2077	1887
WTG34	14.899	13.548	12.331	2483	2258	2055
WTG33	14.442	13.142	11.971	2407	2190	1995
WTG32	15.759	14.349	13.079	2626	2391	2180
WTG35	14.031	12.725	11.550	2338	2121	1925
WTG36	14.519	13.149	11.916	2420	2192	1986
WTG37	14.149	12.794	11.574	2358	2132	1929
WTG39	14.952	13.486	12.166	2492	2248	2028
WTG38	14.048	12.687	11.462	2341	2115	1910
WTG40	16.177	14.548	13.082	2696	2425	2180
WTG41	16.240	14.611	13.144	2707	2435	2191
WTG42	15.077	13.581	12.234	2513	2263	2039

WTG44	15.182	13.703	12.372	2530	2284	2062
WTG43	15.724	14.168	12.768	2621	2361	2128
WTG45	14.275	12.918	11.697	2379	2153	1949
WTG46	15.225	13.805	12.526	2538	2301	2088
WTG47	14.974	13.598	12.359	2496	2266	2060
WTG49	16.342	14.833	13.475	2724	2472	2246
WTG48	15.661	14.235	12.951	2610	2372	2159
WTG50	17.088	15.463	14.001	2848	2577	2334
WTG51	16.201	14.634	13.224	2700	2439	2204
WTG52	17.133	15.455	13.945	2855	2576	2324
WTG54	16.613	14.921	13.399	2769	2487	2233
WTG53	16.239	14.614	13.151	2707	2436	2192
WTG55	15.761	14.189	12.774	2627	2365	2129
WTG56	14.381	12.989	11.736	2397	2165	1956
Totale	844.7	764.2	691.8			
Media unitaria				2514	2274	2059

1 anno V162	Energia annua			ore equivalenti		
	P50 [GWh/anno]	P 75 [GWh/anno]	P 90 [GWh/anno]	(P 50) [h]	(P 75) [h]	(P 90) [h]
WTG1	15.751	14.066	12.553	2625	2344	2092
WTG2	15.600	13.913	12.398	2600	2319	2066
WTG3	15.305	13.669	12.201	2551	2278	2033
WTG4	15.338	13.718	12.263	2556	2286	2044
WTG5	14.684	13.131	11.736	2447	2188	1956
WTG7	14.761	13.222	11.839	2460	2204	1973
WTG8	14.637	13.125	11.766	2439	2188	1961
WTG6	13.550	12.161	10.911	2258	2027	1819
WTG9	14.055	12.610	11.311	2342	2102	1885
WTG10	15.734	14.105	12.642	2622	2351	2107
WTG11	15.815	14.182	12.714	2636	2364	2119
WTG13	15.751	14.121	12.657	2625	2354	2110
WTG12	16.152	14.486	12.988	2692	2414	2165
WTG14	15.235	13.679	12.280	2539	2280	2047
WTG15	14.145	12.720	11.439	2357	2120	1906
WTG16	14.386	12.939	11.638	2398	2156	1940
WTG18	14.605	13.124	11.792	2434	2187	1965
WTG17	14.019	12.591	11.307	2336	2098	1884
WTG19	15.323	13.688	12.219	2554	2281	2037
WTG20	14.544	13.010	11.633	2424	2168	1939
WTG21	14.218	12.711	11.356	2370	2118	1893
WTG22	15.383	13.730	12.245	2564	2288	2041
WTG23	16.260	14.489	12.900	2710	2415	2150
WTG24	14.498	12.977	11.611	2416	2163	1935
WTG25	14.688	13.156	11.778	2448	2193	1963
WTG26	14.399	12.918	11.587	2400	2153	1931
WTG27	14.397	12.941	11.632	2400	2157	1939
WTG28	14.453	13.002	11.697	2409	2167	1949
WTG29	14.031	12.642	11.392	2338	2107	1899
WTG30	14.128	12.720	11.453	2355	2120	1909
WTG31	13.730	12.338	11.086	2288	2056	1848
WTG34	14.899	13.412	12.075	2483	2235	2012
WTG33	14.442	13.010	11.722	2407	2168	1954
WTG32	15.759	14.205	12.807	2626	2368	2134
WTG35	14.031	12.598	11.310	2338	2100	1885
WTG36	14.519	13.018	11.668	2420	2170	1945
WTG37	14.149	12.666	11.333	2358	2111	1889
WTG39	14.952	13.351	11.912	2492	2225	1985
WTG38	14.048	12.561	11.224	2341	2093	1871
WTG40	16.177	14.402	12.809	2696	2400	2135
WTG41	16.240	14.464	12.870	2707	2411	2145
WTG42	15.077	13.445	11.979	2513	2241	1997

WTG44	15.182	13.566	12.114	2530	2261	2019
WTG43	15.724	14.027	12.502	2621	2338	2084
WTG45	14.275	12.789	11.453	2379	2131	1909
WTG46	15.225	13.667	12.265	2538	2278	2044
WTG47	14.974	13.462	12.102	2496	2244	2017
WTG49	16.342	14.685	13.194	2724	2447	2199
WTG48	15.661	14.093	12.682	2610	2349	2114
WTG50	17.088	15.309	13.710	2848	2551	2285
WTG51	16.201	14.488	12.948	2700	2415	2158
WTG52	17.133	15.301	13.655	2855	2550	2276
WTG54	16.613	14.772	13.120	2769	2462	2187
WTG53	16.239	14.468	12.878	2707	2411	2146
WTG55	15.761	14.047	12.508	2627	2341	2085
WTG56	14.381	12.859	11.492	2397	2143	1915
Totale	844.7	756.5	677.4			
Media unitaria				2514	2252	2016

In sintesi il valore di P50 è pari a 2508 ore equivalenti con la GE e pari a 2514 ore equivalenti con la V162.

Le valutazioni fatte sono il meglio che si poteva fare con i dati ed il materiale a disposizione.

5 APPENDICE A

X [m]	Y [m]	attuale		con GE - 6.0 MW		con V162 - 6.0 MW	
		Net AEP [MWh]	Wake loss [%]	Net AEP [MWh]	Wake loss [%]	Net AEP [MWh]	Wake loss [%]
474537	4459345	178.238	0.34	144.957	18.95	144.267	19.34
474929	4458992	181.365	0.45	142.916	21.56	142.259	21.92
474274	4458796	176.180	0.30	135.439	23.35	134.675	23.79
475669	4458488	176.385	0.19	143.268	18.93	142.697	19.25
474052	4457619	171.647	0.14	134.360	21.84	133.635	22.26
472535	4457388	168.427	0.14	125.662	25.5	124.846	25.98
470794	4457940	163.417	0.11	126.316	22.79	125.555	23.25
469016	4457572	166.464	0.06	136.360	18.13	135.734	18.51
471357	4456229	175.486	0.42	129.491	26.52	128.699	26.97
470866	4456094	186.332	0.24	141.152	24.43	140.347	24.86
471676	4452874	161.403	0.01	143.253	11.26	142.926	11.46

6 APPENDICE B

	WGS84		Turbine		h mozzo
	E	N			[m]
wtg1	467771	4453929	6.0	MW	119.0
wtg2	468499	4454374	6.0	MW	119.0
wtg3	468560	4453486	6.0	MW	119.0
wtg4	469091	4452614	6.0	MW	119.0
wtg5	470190	4452749	6.0	MW	119.0
wtg6	469321	4453215	6.0	MW	119.0
wtg7	469355	4453708	6.0	MW	119.0
wtg8	469562	4454303	6.0	MW	119.0
wtg9	470482	4454471	6.0	MW	119.0
wtg10	470250	4453739	6.0	MW	119.0
wtg11	471146	4453910	6.0	MW	119.0
wtg12	470991	4453208	6.0	MW	119.0
wtg13	471642	4453319	6.0	MW	119.0
wtg14	471825	4454463	6.0	MW	119.0
Totale			84.00	MW	

10 anni GE 6.0MW	Energia annua			ore equivalenti		
	P50	P 75	P 90	(P 50)	(P 75)	(P 90)
	[GWh/anno]	[GWh/anno]	[GWh/anno]	[h]	[h]	[h]
wtg1	15.677	14.226	12.921	2613	2371	2153
wtg2	14.444	13.127	11.942	2407	2188	1990
wtg3	15.351	13.958	12.705	2559	2326	2117
wtg4	16.320	14.851	13.529	2720	2475	2255
wtg5	16.041	14.632	13.365	2673	2439	2227
wtg6	16.135	14.697	13.402	2689	2449	2234
wtg7	15.045	13.705	12.500	2507	2284	2083
wtg8	15.219	13.865	12.647	2536	2311	2108
wtg9	14.536	13.263	12.116	2423	2210	2019
wtg10	15.749	14.377	13.143	2625	2396	2190
wtg11	15.849	14.487	13.260	2642	2414	2210
wtg12	15.862	14.499	13.273	2644	2417	2212
wtg13	16.368	14.954	13.681	2728	2492	2280
wtg14	16.242	14.817	13.535	2707	2470	2256
Totale	218.8	199.5	182.0			
Media unitaria				2605	2375	2167

1 anno GE 6.0MW	Energia annua			ore equivalenti		
	P50	P 75	P 90	(P 50)	(P 75)	(P 90)
	[GWh/anno]	[GWh/anno]	[GWh/anno]	[h]	[h]	[h]
wtg1	15.677	14.084	12.652	2613	2347	2109
wtg2	14.444	12.996	11.693	2407	2166	1949
wtg3	15.351	13.819	12.440	2559	2303	2073
wtg4	16.320	14.703	13.248	2720	2450	2208
wtg5	16.041	14.486	13.087	2673	2414	2181
wtg6	16.135	14.550	13.123	2689	2425	2187
wtg7	15.045	13.568	12.240	2507	2261	2040
wtg8	15.219	13.727	12.384	2536	2288	2064
wtg9	14.536	13.130	11.864	2423	2188	1977
wtg10	15.749	14.233	12.869	2625	2372	2145
wtg11	15.849	14.342	12.984	2642	2390	2164
wtg12	15.862	14.354	12.997	2644	2392	2166
wtg13	16.368	14.804	13.397	2728	2467	2233
wtg14	16.242	14.669	13.254	2707	2445	2209
Totale	218.8	197.5	178.2			
Media unitaria				2605	2351	2122

10 anni V162	Energia annua			ore equivalenti		
	P50 [GWh/anno]	P 75 [GWh/anno]	P 90 [GWh/anno]	(P 50) [h]	(P 75) [h]	(P 90) [h]
wtg1	15.769	14.310	12.997	2628	2385	2166
wtg2	14.478	13.158	11.971	2413	2193	1995
wtg3	15.426	14.026	12.766	2571	2338	2128
wtg4	16.443	14.963	13.631	2740	2494	2272
wtg5	16.139	14.722	13.447	2690	2454	2241
wtg6	16.219	14.773	13.472	2703	2462	2245
wtg7	15.089	13.746	12.537	2515	2291	2090
wtg8	15.258	13.901	12.680	2543	2317	2113
wtg9	14.574	13.297	12.147	2429	2216	2025
wtg10	15.795	14.420	13.182	2633	2403	2197
wtg11	15.909	14.541	13.310	2652	2424	2218
wtg12	15.937	14.568	13.336	2656	2428	2223
wtg13	16.457	15.035	13.756	2743	2506	2293
wtg14	16.327	14.895	13.606	2721	2482	2268
Totale	219.8	200.4	182.8			
Media unitaria				2617	2385	2177

1 anno V162	Energia annua			ore equivalenti		
	P50 [GWh/anno]	P 75 [GWh/anno]	P 90 [GWh/anno]	(P 50) [h]	(P 75) [h]	(P 90) [h]
wtg1	15.769	14.167	12.727	2628	2361	2121
wtg2	14.478	13.027	11.721	2413	2171	1954
wtg3	15.426	13.886	12.501	2571	2314	2083
wtg4	16.443	14.813	13.347	2740	2469	2224
wtg5	16.139	14.574	13.167	2690	2429	2194
wtg6	16.219	14.625	13.192	2703	2438	2199
wtg7	15.089	13.609	12.276	2515	2268	2046
wtg8	15.258	13.762	12.416	2543	2294	2069
wtg9	14.574	13.164	11.894	2429	2194	1982
wtg10	15.795	14.276	12.907	2633	2379	2151
wtg11	15.909	14.396	13.033	2652	2399	2172
wtg12	15.937	14.423	13.059	2656	2404	2176
wtg13	16.457	14.885	13.469	2743	2481	2245
wtg14	16.327	14.746	13.323	2721	2458	2220
Totale	219.8	198.4	179.0			
Media unitaria				2617	2361	2131

7 APPENDICE C

10 anni GE 6.0-164	Energia annua			ore equivalenti		
	P50 [GWh/anno]	P 75 [GWh/anno]	P 90 [GWh/anno]	(P 50) [h]	(P 75) [h]	(P 90) [h]
WTG1	15.801	14.253	12.860	2633	2376	2143
WTG2	15.603	14.056	12.664	2601	2343	2111
WTG3	15.360	13.857	12.505	2560	2310	2084
WTG4	15.428	13.938	12.596	2571	2323	2099
WTG5	14.769	13.341	12.056	2462	2224	2009
WTG7	14.873	13.457	12.183	2479	2243	2030
WTG8	14.816	13.420	12.163	2469	2237	2027
WTG6	13.730	12.447	11.291	2288	2074	1882
WTG9	14.269	12.931	11.727	2378	2155	1954
WTG10	15.953	14.446	13.090	2659	2408	2182
WTG11	16.095	14.578	13.214	2682	2430	2202
WTG13	16.164	14.638	13.265	2694	2440	2211
WTG12	16.487	14.936	13.540	2748	2489	2257
WTG14	15.904	14.424	13.092	2651	2404	2182
WTG15	14.797	13.442	12.221	2466	2240	2037
WTG16	14.892	13.529	12.303	2482	2255	2050
WTG18	14.882	13.508	12.271	2480	2251	2045
WTG17	14.331	13.001	11.805	2389	2167	1967
WTG19	15.356	13.856	12.506	2559	2309	2084
WTG20	14.615	13.206	11.938	2436	2201	1990
WTG21	14.300	12.913	11.665	2383	2152	1944
WTG22	15.401	13.884	12.520	2567	2314	2087
WTG23	16.234	14.612	13.153	2706	2435	2192
WTG24	14.609	13.209	11.949	2435	2201	1991
WTG25	14.798	13.388	12.119	2466	2231	2020
WTG26	14.557	13.192	11.963	2426	2199	1994
WTG27	14.680	13.329	12.113	2447	2221	2019
WTG28	14.856	13.499	12.278	2476	2250	2046
WTG29	14.868	13.532	12.329	2478	2255	2055
WTG30	15.487	14.084	12.822	2581	2347	2137
WTG31	13.975	12.685	11.523	2329	2114	1921
WTG34	15.330	13.940	12.688	2555	2323	2115
WTG33	15.077	13.719	12.497	2513	2287	2083
WTG32	16.426	14.956	13.633	2738	2493	2272
WTG35	14.252	12.926	11.732	2375	2154	1955
WTG36	14.663	13.280	12.034	2444	2213	2006
WTG37	14.247	12.882	11.654	2375	2147	1942
WTG39	15.002	13.530	12.206	2500	2255	2034
WTG38	14.145	12.774	11.541	2357	2129	1923
WTG40	16.161	14.534	13.069	2693	2422	2178
WTG41	16.256	14.625	13.157	2709	2437	2193
WTG42	15.119	13.619	12.268	2520	2270	2045

WTG44	15.253	13.767	12.430	2542	2294	2072
WTG43	15.772	14.211	12.807	2629	2369	2134
WTG45	14.395	13.027	11.795	2399	2171	1966
WTG46	15.417	13.978	12.683	2569	2330	2114
WTG47	15.267	13.865	12.602	2545	2311	2100
WTG49	16.579	15.048	13.670	2763	2508	2278
WTG48	16.026	14.566	13.253	2671	2428	2209
WTG50	17.188	15.554	14.083	2865	2592	2347
WTG51	16.236	14.666	13.253	2706	2444	2209
WTG52	17.158	15.478	13.966	2860	2580	2328
WTG54	16.576	14.888	13.369	2763	2481	2228
WTG53	16.240	14.615	13.152	2707	2436	2192
WTG55	15.751	14.180	12.766	2625	2363	2128
WTG56	14.443	13.045	11.786	2407	2174	1964
Totale	856.9	775.3	701.8			
Media unitaria				2550	2307	2089

1 anno GE 6.0-164	Energia annua			ore equivalenti		
	P50 [GWh/anno]	P 75 [GWh/anno]	P 90 [GWh/anno]	(P 50) [h]	(P 75) [h]	(P 90) [h]
WTG1	15.801	14.111	12.593	2633	2352	2099
WTG2	15.603	13.916	12.400	2601	2319	2067
WTG3	15.360	13.719	12.245	2560	2286	2041
WTG4	15.428	13.798	12.334	2571	2300	2056
WTG5	14.769	13.208	11.805	2462	2201	1967
WTG7	14.873	13.322	11.929	2479	2220	1988
WTG8	14.816	13.286	11.910	2469	2214	1985
WTG6	13.730	12.322	11.056	2288	2054	1843
WTG9	14.269	12.802	11.483	2378	2134	1914
WTG10	15.953	14.302	12.818	2659	2384	2136
WTG11	16.095	14.433	12.939	2682	2405	2156
WTG13	16.164	14.492	12.989	2694	2415	2165
WTG12	16.487	14.787	13.259	2748	2464	2210
WTG14	15.904	14.280	12.820	2651	2380	2137
WTG15	14.797	13.307	11.967	2466	2218	1994
WTG16	14.892	13.394	12.046	2482	2232	2008
WTG18	14.882	13.373	12.016	2480	2229	2003
WTG17	14.331	12.871	11.559	2389	2145	1926
WTG19	15.356	13.717	12.245	2559	2286	2041
WTG20	14.615	13.074	11.689	2436	2179	1948
WTG21	14.300	12.784	11.422	2383	2131	1904
WTG22	15.401	13.746	12.259	2567	2291	2043
WTG23	16.234	14.466	12.879	2706	2411	2146
WTG24	14.609	13.077	11.700	2435	2179	1950

WTG25	14.798	13.254	11.867	2466	2209	1978
WTG26	14.557	13.060	11.714	2426	2177	1952
WTG27	14.680	13.195	11.860	2447	2199	1977
WTG28	14.856	13.364	12.023	2476	2227	2004
WTG29	14.868	13.397	12.072	2478	2233	2012
WTG30	15.487	13.943	12.555	2581	2324	2093
WTG31	13.975	12.558	11.284	2329	2093	1881
WTG34	15.330	13.800	12.424	2555	2300	2071
WTG33	15.077	13.582	12.237	2513	2264	2040
WTG32	16.426	14.806	13.349	2738	2468	2225
WTG35	14.252	12.796	11.488	2375	2133	1915
WTG36	14.663	13.147	11.784	2444	2191	1964
WTG37	14.247	12.754	11.412	2375	2126	1902
WTG39	15.002	13.395	11.952	2500	2232	1992
WTG38	14.145	12.646	11.301	2357	2108	1883
WTG40	16.161	14.388	12.797	2693	2398	2133
WTG41	16.256	14.479	12.883	2709	2413	2147
WTG42	15.119	13.482	12.013	2520	2247	2002
WTG44	15.253	13.629	12.171	2542	2272	2029
WTG43	15.772	14.069	12.540	2629	2345	2090
WTG45	14.395	12.897	11.550	2399	2149	1925
WTG46	15.417	13.838	12.419	2569	2306	2070
WTG47	15.267	13.726	12.340	2545	2288	2057
WTG49	16.579	14.897	13.386	2763	2483	2231
WTG48	16.026	14.421	12.977	2671	2403	2163
WTG50	17.188	15.398	13.790	2865	2566	2298
WTG51	16.236	14.519	12.977	2706	2420	2163
WTG52	17.158	15.323	13.675	2860	2554	2279
WTG54	16.576	14.739	13.090	2763	2456	2182
WTG53	16.240	14.469	12.878	2707	2411	2146
WTG55	15.751	14.039	12.501	2625	2340	2083
WTG56	14.443	12.914	11.541	2407	2152	1923
Totale	856.9	767.5	687.2			
Media unitaria				2550	2284	2045

10 anni V162	Energia annua			ore equivalenti		
	P50 [GWh/anno]	P 75 [GWh/anno]	P 90 [GWh/anno]	(P 50) [h]	(P 75) [h]	(P 90) [h]
WTG1	15.889	14.332	12.932	2648	2389	2155
WTG2	15.690	14.134	12.734	2615	2356	2122
WTG3	15.416	13.908	12.550	2569	2318	2092
WTG4	15.495	13.998	12.651	2582	2333	2109
WTG5	14.807	13.375	12.086	2468	2229	2014
WTG7	14.914	13.494	12.216	2486	2249	2036
WTG8	14.842	13.444	12.185	2474	2241	2031
WTG6	13.729	12.445	11.290	2288	2074	1882
WTG9	14.290	12.950	11.744	2382	2158	1957
WTG10	16.029	14.516	13.153	2672	2419	2192
WTG11	16.171	14.648	13.277	2695	2441	2213
WTG13	16.277	14.741	13.359	2713	2457	2226
WTG12	16.576	15.017	13.613	2763	2503	2269
WTG14	15.990	14.502	13.163	2665	2417	2194
WTG15	14.849	13.488	12.264	2475	2248	2044
WTG16	14.929	13.563	12.333	2488	2260	2056
WTG18	14.902	13.526	12.287	2484	2254	2048
WTG17	14.360	13.028	11.828	2393	2171	1971
WTG19	15.409	13.904	12.549	2568	2317	2092
WTG20	14.631	13.221	11.952	2439	2203	1992
WTG21	14.310	12.922	11.672	2385	2154	1945
WTG22	15.449	13.928	12.559	2575	2321	2093
WTG23	16.318	14.688	13.221	2720	2448	2203
WTG24	14.613	13.212	11.952	2435	2202	1992
WTG25	14.812	13.401	12.130	2469	2233	2022
WTG26	14.576	13.210	11.979	2429	2202	1997
WTG27	14.680	13.329	12.113	2447	2221	2019
WTG28	14.872	13.514	12.291	2479	2252	2049
WTG29	14.929	13.587	12.379	2488	2265	2063
WTG30	15.584	14.172	12.902	2597	2362	2150
WTG31	13.979	12.689	11.527	2330	2115	1921
WTG34	15.363	13.970	12.716	2561	2328	2119
WTG33	15.122	13.760	12.535	2520	2293	2089
WTG32	16.516	15.038	13.708	2753	2506	2285
WTG35	14.252	12.926	11.732	2375	2154	1955
WTG36	14.664	13.280	12.035	2444	2213	2006
WTG37	14.254	12.888	11.659	2376	2148	1943
WTG39	15.021	13.548	12.222	2504	2258	2037
WTG38	14.144	12.773	11.540	2357	2129	1923
WTG40	16.231	14.596	13.126	2705	2433	2188
WTG41	16.310	14.674	13.201	2718	2446	2200

WTG42	15.151	13.647	12.294	2525	2275	2049
WTG44	15.276	13.788	12.449	2546	2298	2075
WTG43	15.812	14.247	12.839	2635	2375	2140
WTG45	14.415	13.045	11.811	2402	2174	1969
WTG46	15.433	13.993	12.697	2572	2332	2116
WTG47	15.293	13.887	12.623	2549	2315	2104
WTG49	16.642	15.106	13.723	2774	2518	2287
WTG48	16.097	14.632	13.312	2683	2439	2219
WTG50	17.267	15.626	14.148	2878	2604	2358
WTG51	16.311	14.733	13.314	2719	2456	2219
WTG52	17.234	15.547	14.028	2872	2591	2338
WTG54	16.665	14.967	13.440	2777	2495	2240
WTG53	16.322	14.689	13.219	2720	2448	2203
WTG55	15.848	14.268	12.845	2641	2378	2141
WTG56	14.488	13.085	11.823	2415	2181	1970
Totale	859.4	777.6	703.9			
Media unitaria				2558	2314	2095

1 anno V162	Energia annua			ore equivalenti		
	P50 [GWh/anno]	P 75 [GWh/anno]	P 90 [GWh/anno]	(P 50) [h]	(P 75) [h]	(P 90) [h]
WTG1	15.889	14.189	12.662	2648	2365	2110
WTG2	15.690	13.993	12.469	2615	2332	2078
WTG3	15.416	13.769	12.289	2569	2295	2048
WTG4	15.495	13.858	12.388	2582	2310	2065
WTG5	14.807	13.241	11.834	2468	2207	1972
WTG7	14.914	13.359	11.962	2486	2227	1994
WTG8	14.842	13.309	11.931	2474	2218	1989
WTG6	13.729	12.321	11.055	2288	2053	1842
WTG9	14.290	12.821	11.500	2382	2137	1917
WTG10	16.029	14.370	12.879	2672	2395	2147
WTG11	16.171	14.501	13.000	2695	2417	2167
WTG13	16.277	14.594	13.081	2713	2432	2180
WTG12	16.576	14.866	13.330	2763	2478	2222
WTG14	15.990	14.357	12.889	2665	2393	2148
WTG15	14.849	13.353	12.008	2475	2226	2001
WTG16	14.929	13.427	12.077	2488	2238	2013
WTG18	14.902	13.391	12.032	2484	2232	2005
WTG17	14.360	12.897	11.582	2393	2150	1930
WTG19	15.409	13.765	12.288	2568	2294	2048
WTG20	14.631	13.089	11.703	2439	2181	1950
WTG21	14.310	12.792	11.429	2385	2132	1905
WTG22	15.449	13.789	12.298	2575	2298	2050
WTG23	16.318	14.541	12.945	2720	2423	2158

WTG24	14.613	13.080	11.703	2435	2180	1950
WTG25	14.812	13.267	11.878	2469	2211	1980
WTG26	14.576	13.077	11.730	2429	2180	1955
WTG27	14.680	13.195	11.860	2447	2199	1977
WTG28	14.872	13.379	12.035	2479	2230	2006
WTG29	14.929	13.451	12.122	2488	2242	2020
WTG30	15.584	14.031	12.634	2597	2338	2106
WTG31	13.979	12.562	11.287	2330	2094	1881
WTG34	15.363	13.830	12.451	2561	2305	2075
WTG33	15.122	13.623	12.274	2520	2270	2046
WTG32	16.516	14.888	13.422	2753	2481	2237
WTG35	14.252	12.796	11.488	2375	2133	1915
WTG36	14.664	13.148	11.785	2444	2191	1964
WTG37	14.254	12.759	11.417	2376	2127	1903
WTG39	15.021	13.412	11.967	2504	2235	1995
WTG38	14.144	12.646	11.300	2357	2108	1883
WTG40	16.231	14.451	12.852	2705	2408	2142
WTG41	16.310	14.527	12.926	2718	2421	2154
WTG42	15.151	13.511	12.038	2525	2252	2006
WTG44	15.276	13.650	12.190	2546	2275	2032
WTG43	15.812	14.105	12.572	2635	2351	2095
WTG45	14.415	12.914	11.565	2402	2152	1928
WTG46	15.433	13.853	12.433	2572	2309	2072
WTG47	15.293	13.749	12.360	2549	2291	2060
WTG49	16.642	14.954	13.437	2774	2492	2239
WTG48	16.097	14.485	13.035	2683	2414	2173
WTG50	17.267	15.469	13.854	2878	2578	2309
WTG51	16.311	14.586	13.036	2719	2431	2173
WTG52	17.234	15.391	13.736	2872	2565	2289
WTG54	16.665	14.818	13.160	2777	2470	2193
WTG53	16.322	14.542	12.944	2720	2424	2157
WTG55	15.848	14.125	12.578	2641	2354	2096
WTG56	14.488	12.954	11.577	2415	2159	1929
Totale	859.4	769.8	689.3			
Media unitaria				2558	2291	2051

8 CERTIFICATI CALIBRAZIONE

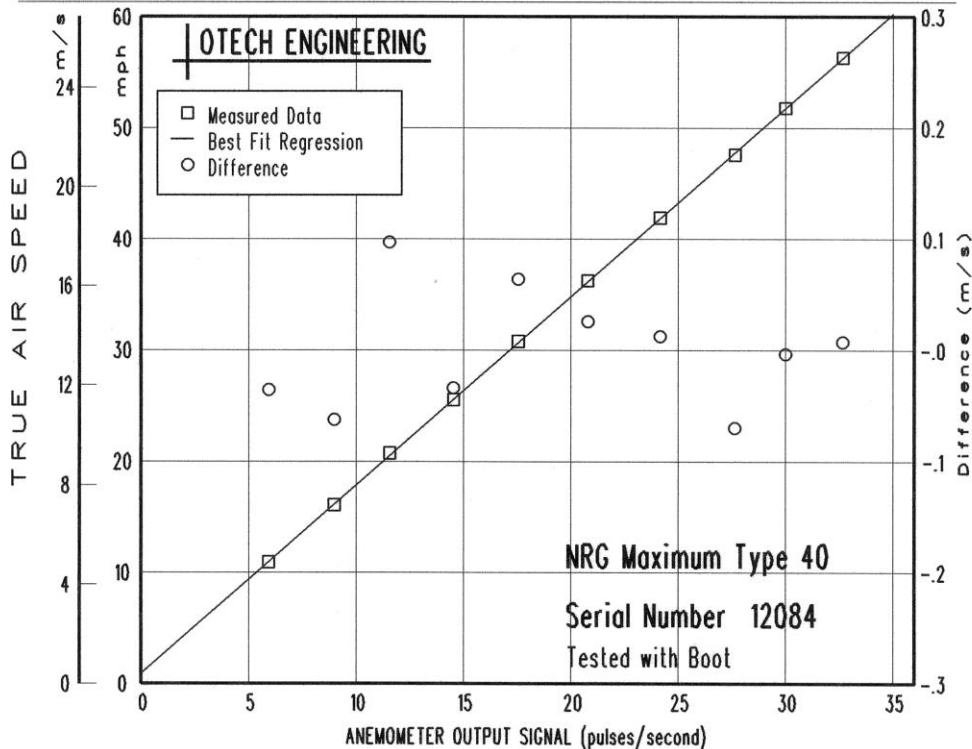
ANEMOMETER CALIBRATION REPORT

-- Summary results of an open atmosphere calibration test --

This calibration was performed by comparing side-by-side readings from the tested anemometer with a heliocoiled reference propeller anemometer. Tests are conducted during calm air conditions at ten near-constant wind speeds. The reference propeller anemometer has been directly compared with the Round Robin 2 anemometer from the Meteorological Standards Institute's Round Robin Experiment. This transfer standard is traceable to the National Institute of Standards and Technologies (NIST) wind tunnel, as well as other authoritative wind tunnels around the world.

Reference Anemometer: R.M.Young Model 27106D/08234, S/N 53818 R.M.Young 30 cm Pitch Propeller, S/N 53818
 Test Start/End: 07-JUN-2002 02:27:36 to 07-JUN-2002 02:36:41 Test Letter/Position: F 1
 Report Date: 22-JUN-2002 Raw Data File Name: R0000607.F02 Test Interval: Variable
 Mean Axial Turbulence Intensity = 0.01 Air Temp (C) 15.2 Air Press (mb) 1020 Air Density (kg/m3) 1.233

Parameter	SI Units	English Units	True Speed	Output Frequency Hz
X-Coefficient, (Slope)	a = 0.7574 m/s / Hz	1.694 mph/Hz	4.9 m/s	5.94
Y-Intercept, (Offset)	b = 0.430 m/s	0.962 mph	9.3 m/s	11.55
Standard Error of Y-Estimate	= 0.057 m/s	0.127 mph	13.8 m/s	17.55
Correlation Coefficient,	r = 0.99997	0.99997	18.7 m/s	24.17
Standard Dev. X-Coefficient	= 0.002 m/s	0.005 mph	23.1 m/s	30.00
Standard Dev. Y-Intercept	= 0.040 m/s	0.090 mph	25.2 m/s	32.67
X-Coefficient (K Intercept)	= 0.7609 m/s / Hz	1.702 mph/Hz	21.3 m/s	27.64
Constant Intercept (K)	= 0.350 m/s	0.783 mph	16.2 m/s	20.79
Number of Data Points,	n = 10	10	11.4 m/s	14.54
Position Adjustment Factor =	1.0156		7.2 m/s	8.98



Program: ANEODRAW.EXE Version 7.43 Latest Revision 27 JAN 2002
 OTECH ENGINEERING 418 Scripps Drive Davis CA 95616 USA (530) 757-2264 johnbermeier@hotmail.com

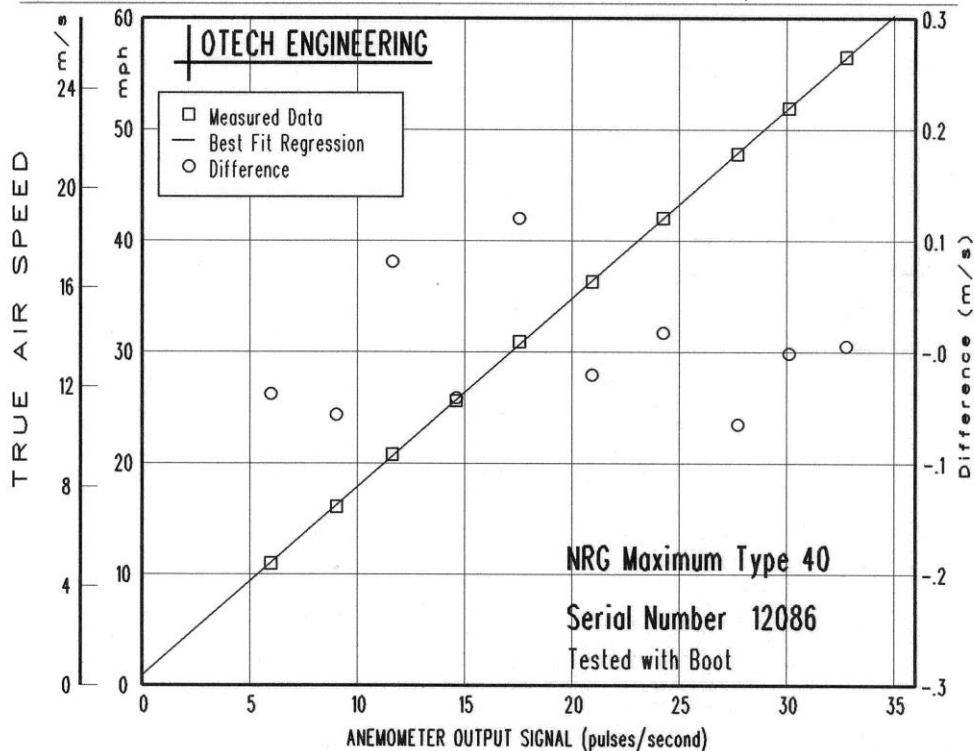
ANEMOMETER CALIBRATION REPORT

-- Summary results of an open atmosphere calibration test --

This calibration was performed by comparing side-by-side readings from the tested anemometer with a heliocoil reference propeller anemometer. Tests are conducted during calm air conditions at ten near-constant wind speeds. The reference propeller anemometer has been directly compared with the Round Robin 2 anemometer from the Meteorological Standards Institute's Round Robin Experiment. This transfer standard is traceable to the National Institute of Standards and Technologies (NIST) wind tunnel, as well as other authoritative wind tunnels around the world.

Reference Anemometer: R.M.Young Model 27106D/08234, S/N 53818 R.M.Young 30 cm Pitch Propeller, S/N 53818
 Test Start/End: 07-JUN-2002 02:27:36 to 07-JUN-2002 02:36:41 Test Letter/Position: F 3
 Report Date: 22-JUN-2002 Raw Data File Name: R0000607.F02 Test Interval: Variable
 Mean Axial Turbulence Intensity = 0.01 Air Temp (C) 15.2 Air Press (mb) 1020 Air Density (kg/m3) 1.233

Parameter	SI Units	English Units	True Speed	Output Frequency Hz
X-Coefficient, (Slope)	a = 0.7582 m/s / Hz	1.696 mph/Hz	4.9 m/s	5.99
Y-Intercept, (Offset)	b = 0.405 m/s	0.907 mph	9.3 m/s	11.63
Standard Error of Y-Estimate	= 0.063 m/s	0.141 mph	13.8 m/s	17.55
Correlation Coefficient,	r = 0.99996	0.99996	18.8 m/s	24.25
Standard Dev. X-Coefficient	= 0.002 m/s	0.005 mph	23.2 m/s	30.10
Standard Dev. Y-Intercept	= 0.044 m/s	0.099 mph	25.3 m/s	32.78
X-Coefficient (K Intercept)	= 0.7605 m/s / Hz	1.701 mph/Hz	21.4 m/s	27.73
Constant Intercept (K)	= 0.350 m/s	0.783 mph	16.3 m/s	20.93
Number of Data Points,	n = 10	10	11.4 m/s	14.62
Position Adjustment Factor =	1.0189		7.2 m/s	9.03



Program: ANEODRAW.EXE Version 7.43 Latest Revision 27 JAN 2002
 OTECH ENGINEERING 418 Scripps Drive Davis CA 95616 USA (530) 757-2264 johnnobermeier@hotmail.com