



Statkraft



Per Ski 21 S.r.l.

ATTIVITÀ DI PROGETTAZIONE

WINDFARM IGLESIAS

GHI 8=C'5 B9 A C @C; =7 C'f5 B5 @G=
DF C8 I 7 =6 =@HAE

PP€Î JI 0EÖËÜÖËÜÖËG

0	10/11/2023	Emissione finale	AMBROSINI	FIASCHI	BERTONERI
Rev.	Data di emissione	Descrizione	Preparato	Controllato	Approvato

WSP E&IS Italy S.r.l

Via S. Caboto, 15 – 20094 Corsico- Milan – Italy

Tel. +39 02 4486 1 - Capitale Sociale i.v. € 190.000,00

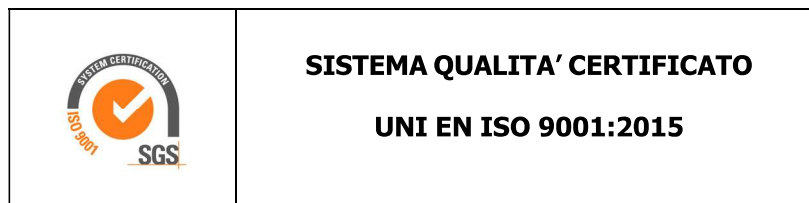
Codice Fiscale/Partita IVA/Reg. Imprese Milano 12363640967 – R.E.A. MI N° 2656546

PEC: Environment.infrastructure@legalmail.it

Fatturazione Elettronica: Codice Destinatario ISHDUAE – PEC: Invoices-woodplc@legalmail.it

**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.**



1.	PREMESSA	4
2.	LA STAZIONE ANEMOMETRICA	5
3.	I DATI ANEMOMETRICI.....	6
4.	VALUTAZIONE DELLA VELOCITÀ DI LUNGO PERIODO (STORICIZZAZIONE).....	6
5.	UBICAZIONE DELL’IMPIANTO EOLICO	8
6.	AEROGENERATORE DI PROGETTO	10
7.	VERIFICHE SUL MODELLO DI CALCOLO WASP	11
8.	PRODUCIBILITÀ LORDA DELL’IMPIANTO.....	12
9.	PRODUCIBILITÀ NETTA DELL’IMPIANTO	13
10.	CONCLUSIONI	14

ALLEGATI:

Nr.	Tipo	DESCRIZIONE
1	Documenti	Scheda della stazione anemometrica, la cui serie di dati è stata utilizzata per le stime e valutazioni dell’impianto in progetto, comprensiva del certificato di calibrazione del sensore di velocità installato e delle schede tecniche della catena di misura strumentale impiegata
2	Tabelle e Grafici	Analisi dati anemometrici con evidenza delle elaborazioni della serie utilizzata per le stime di produzione
3	Grafico	Correlazione tra i dati di velocità media mensile
4	Tabella	File “TAB” dei dati anemometrici stimato dal modello di calcolo WASP nel punto di una turbina (WTG03) che, come ventosità e altitudine, ben rappresenta l’impianto nel suo complesso, utilizzando in ingresso i dati di una stazione, previa verifica del suo posizionamento storico
5	Tavole	Tavole con ubicazione dell’impianto, costituito da un insieme di sei turbine
6	Documenti	Brochure aerogeneratore in progetto
7	Tabella	Producibilità Lorde dell’impianto in 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 ma, soprattutto, è di primaria importanza la presenza di un livello di ventosità in grado di garantire la sostenibilità del progetto.

Oggetto del presente studio, realizzato da TecnoGaia per conto di **Tecnocreo 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 territorio comunale di Iglesias, in provincia del Sud Sardegna, nella regione Sardegna.

Detta stima, per la quale è fondamentale disporre di misure della velocità e della direzione del vento raccolte strumentalmente per un periodo sufficientemente ampio, è stata svolta sulla base dei dati anemometrici di una stazione di misura, suffragata da confronti e correlazioni con dati di altre serie storiche relative a punti appartenenti alla più ampia area analizzata, inerenti allo stesso regime di venti e ben rappresentative del sito in oggetto.

Allo scopo di poter procedere con lo studio, TecnoGaia ha reso disponibili le elaborazioni di alcune serie di dati appartenenti a stazioni installate nella zona del sito interessato, tra le quali ne è stata scelta una, in quanto la più rappresentativa. In particolare, Riferimento 1 (codice RIF1) è stata installata ad Agosto 2008 nel Comune di Gonnese ed ha raccolto dati per oltre sette anni, con disponibilità superiore al 95% di dati validi, con i quali è stata effettuata la valutazione del potenziale eolico atteso dall'impianto in progetto.

Il Committente ha chiesto di svolgere tutte le attività utili per valutare la produzione elettrica attesa da un impianto eolico costituito da un insieme di sei turbine di grande potenza e, allo stesso tempo, di verificare il raggiungimento delle 2000 ore equivalenti annue di funzionamento, come richiesto dalle specifiche normative regionali.

Il processo effettuato può essere suddiviso nelle seguenti attività elementari:

- Analisi, validazione ed elaborazione dei dati anemometrici rilevati dalla stazione installata nei pressi del sito
- Verifica del posizionamento storico della serie di dati disponibili (storicizzazione)
- Valutazione della produzione attesa dall'impianto mediante modello fluidodinamico, al lordo e al netto delle tipiche perdite d'esercizio

2. LA STAZIONE ANEMOMETRICA

La stazione anemometrica denominata "Riferimento 1" (codice RIF1) ha raccolto dati in una località posta entro i 10 km dal baricentro dell'impianto in progetto. Il territorio intercorrente tra il punto di prevista installazione dell'impianto e detta stazione, in virtù della mancanza di significativi ostacoli tra i due riferimenti, anche grazie alle correlazioni con gli altri presidi anemometrici, mantiene caratteristiche tali da poter rappresentare il comportamento della risorsa per un'ampia parte del territorio, compresa quella d'interesse per questo studio.

La stazione era costituita da un sostegno strallato, i cui sensori usati per questo studio erano ad un'altezza pari a 20 m dal suolo, e dotata della seguente strumentazione:

Apparecchiatura	H (dal suolo)	Tipo
Sensore: VELOCITÀ	20 m	NRG mod. 40C
Sensore: DIREZIONE	20 m	NRG mod. 200P
Acquisitore	1.5 m	Secondwind mod. Nomad 2

Il data-logger, di tipo Secondwind Nomad 2, che ha registrato le grandezze di direzione e velocità, pre-elabora i dati campionati e registra i risultati ogni 10 minuti su apposita memoria magnetica.

Le coordinate del punto di misura e le principali caratteristiche del sito di installazione della stazione sono le seguenti:

- ✓ Coordinate in metri nel sistema Geografico WGS84:
 Latitudine: **39° 14' N**
 Longitudine: **8° 27' E**
- ✓ Altitudine (s.l.m.): **100 m**
- ✓ Orografia del punto di installazione: **collinare**
- ✓ Orografia circostante: **collinare**
- ✓ Utilizzo del terreno: **incolto**
- ✓ Ostacoli nelle immediate vicinanze: **nessuno**

Copia della scheda di installazione della stazione, comprensiva del certificato di calibrazione del sensore di velocità installato sulla stessa nonché delle schede tecniche della catena di misura, con evidenza dei modelli dei sensori di velocità e direzione installati, sono inclusi nell'**Allegato 1**.

3. I DATI ANEMOMETRICI

Alcuni dati identificativi e di ubicazione di detta stazione, nonché della serie di dati utilizzata nelle simulazioni, appartenente al sensore installato sulla stessa, sono riportati di seguito:

Codice	Denominazione	Coordinate Geografiche WGS84		Quota (s.l.m.) (m)	Altezza sost. (m)	Periodo di misura disponibile	
		N	E			Inizio	Fine
RIF1	Riferimento 1	39° 14'	8° 27'	100	20	Agosto 2008	Aprile 2016

I risultati delle elaborazioni statistiche dei dati validati, di cui l'**Allegato 2** riporta le tabelle e grafici relativi, evidenziano una disponibilità, per il periodo di 12 mesi scelto, del 100%, e vengono riassunti qui sotto:

Codice Stazione	Periodo	Periodo di misura utilizzato		H misura	V med	Energia	Param. distribuzione	
	(mesi)	Inizio	Fine	s.l.s.	(m/s)	(W/m ²)	Vc (m/s)	k
RIF1_1Y	12.0	01/04/2015	31/03/2016	20	4.87	153	5.30	1.60

Si sottolinea che, ai fini della valutazione di producibilità, le analisi e le verifiche ad essa connesse, è stata invece utilizzata l'intera serie di dati:

Codice Stazione	Periodo	Periodo di misura utilizzato		H misura	V med	Energia	Param. distribuzione	
	(mesi)	Inizio	Fine	s.l.s.	(m/s)	(W/m ²)	Vc (m/s)	k
RIF1	93.6	20/08/2008	07/04/2016	20	5.03	169	5.47	1.59

4. VALUTAZIONE DELLA VELOCITÀ DI LUNGO PERIODO (STORICIZZAZIONE)

Nonostante la discreta consistenza temporale della serie di dati utilizzati (oltre 7 anni), al fine di verificare il posizionamento storico della velocità media rilevata rispetto al lungo periodo, è stata svolta l'attività di storicizzazione di tali dati. La valutazione della velocità media del vento attesa nel lungo periodo in un sito candidato all'installazione di un impianto eolico è infatti 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.

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 anemometrici storici e mettendo in correlazione i dati rilevati contemporaneamente dalle stesse con quella rilevata nel sito in cui si vuole valutare la velocità media di lungo periodo. I punti del territorio a cui fanno riferimento le serie da

confrontare devono essere possibilmente nelle medesime condizioni orografiche di esposizioni ai venti ed abbastanza vicini in modo che si possa ipotizzare siano soggetti agli stessi regimi di vento; è comunque possibile, mediante confronti e correlazioni, verificare la validità di queste condizioni.

Nel caso specifico, si dispone di una serie quasi ventennale appartenente ad una stazione storica di proprietà di TecnoGaia molto rappresentativa per una larga area della Sardegna Sud-Sud/Ovest.

I dettagli della sua localizzazione sono esposti nella tabella seguente:

Codice	Coordinate Geografiche WGS84	Alt. (s.l.m.)	H	Periodo di misura	
		(m)	(m)	Inizio	Fine
STO1	Lat. 39° 10' Long. 8° 26'	25	15	Agosto 2004	*** attiva ***

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

1. Confronto degli andamenti dei dati contemporanei di velocità media mensile della stazione di "Riferimento 1" e della serie storica "STO1"
2. Correlazioni tra i dati contemporanei di velocità media mensile della serie di dati disponibili con quelli della serie storica
3. Storicizzazione dei dati della serie di Riferimento 1 con l'utilizzo dei parametri caratteristici della correlazione

Il confronto degli andamenti dei dati contemporanei tra le due serie anemometriche ha dato esito positivo; il coefficiente di correlazione buono, abbinato alla consistenza del numero di valori correlati, esprime la bontà/validità del procedimento e consente di accettare la correlazione svolta.

I parametri delle rette di regressione tra le medie mensili possono essere utilizzati come fattori di trasformazione della distribuzione del vento da un punto all'altro dell'area. Infatti, tali fattori spiegano, se pur in modo molto esemplificativo, i fenomeni di accelerazione o decelerazione della vena fluida del vento che scorre su un'area interessata dagli stessi venti.

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

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

E per analogia che:

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

Nel caso specifico, utilizzando i parametri a e b che appartengono alla retta di regressione delle correlazioni sopra descritte, che minimizza lo scarto quadratico dei residui, si ottiene che la ventosità misurata da Riferimento 1 è inferiore di quasi 1 punto percentuale rispetto a quella attesa sul lungo periodo.

Pertanto, la velocità media annua stabile nel tempo di **“Riferimento 1” a 20 m dal suolo**, da utilizzare nelle successive elaborazioni, è pari a **5.07 m/s**.

Il grafico di detta correlazione è disponibile nella **Figura** facente parte dell'**Allegato 3**.

La rosa dei venti e la distribuzione di Weibull, dedotte dal modello sulla base dei dati storicizzati della stazione Riferimento 1, sono riportate nell'**Allegato 4**. Esse si riferiscono all'altezza di mozzo di 135.0 m e ad un punto rappresentativo, per ventosità ed altitudine, all'impianto in progetto.

5. UBICAZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO

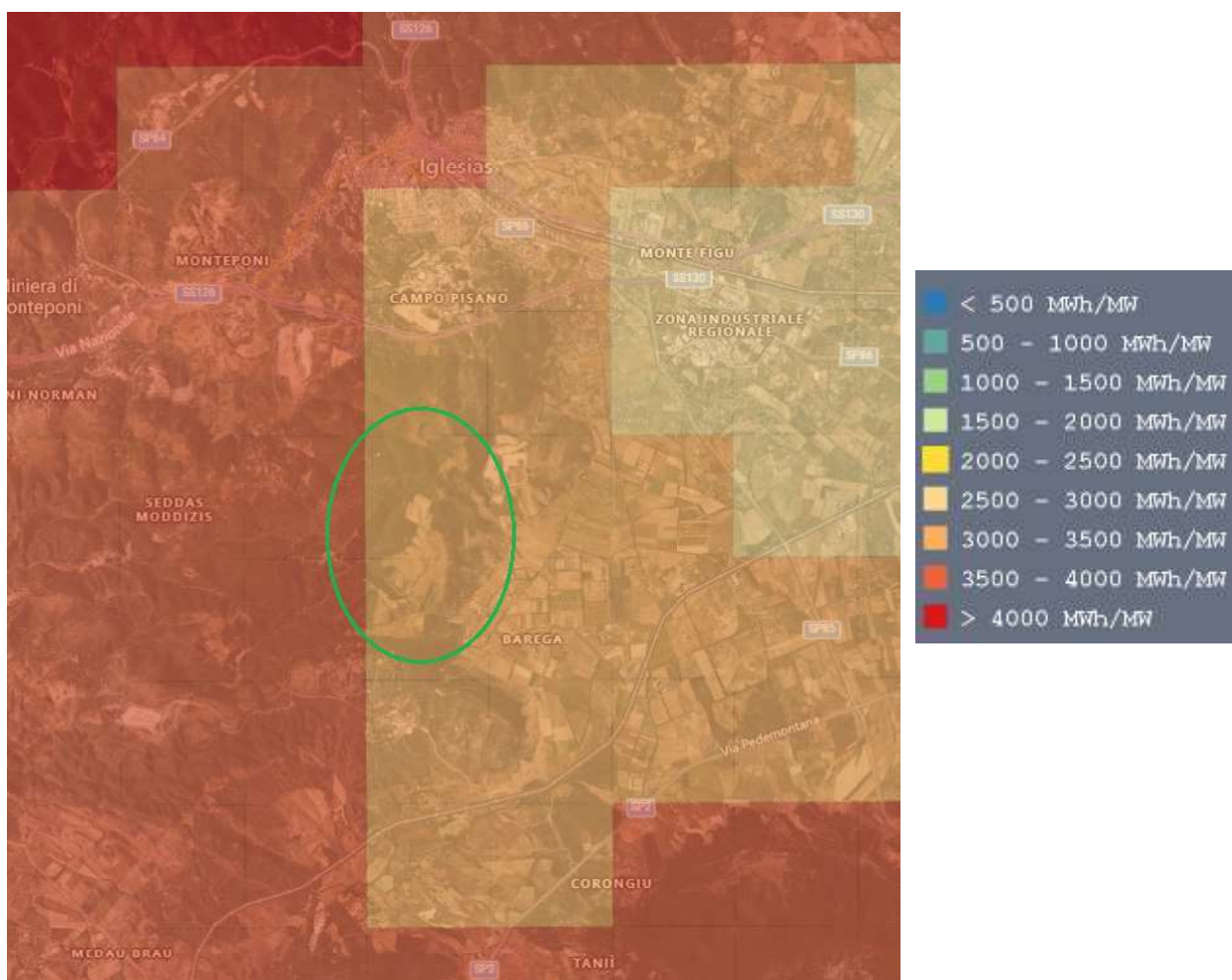
L'impianto in progetto è ubicato nella Regione Sardegna, nel territorio del Comune di Iglesias. L'altitudine media del sito è pari a circa 300 m sul livello del mare.

Nella tabella sottostante vengono riportati gli elementi identificativi dell'ubicazione delle turbine in progetto.

ID	Coordinate WGS84 Fuso 32		Coordinate ED50 Fuso 32		El [m]
	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	
WTG01	459,145	4,346,009	459,228	4,346,202	297
WTG02	459,786	4,346,114	459,869	4,346,307	267
WTG03	459,988	4,346,666	460,071	4,346,859	301
WTG04	459,798	4,347,371	459,881	4,347,564	320
WTG05	460,407	4,348,030	460,490	4,348,223	350
WTG06	459,444	4,346,798	459,527	4,346,991	297

Nelle **Tavole 1 e 2** dell'**Allegato 5** 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.

Si evidenzia che l'area d'interesse ricade all'interno dei territori considerati idonei dall'ente regionale, con Delibera 59-90 del 27.11.2020 - Allegato e) (riferimento al tematismo producibilità specifica dell'Atlante Eolico di RSE - <http://atlanteolico.rse-web.it/>, avendo una potenza specifica fluidodinamica pari o superiore a 2.500 MWh/MW a 100 m s.l.t./s.l.m.), come si evince dall'estratto dell'Atlante Eolico RSE sotto riportato.



Estratto dell'Atlante Eolico RSE, producibilità specifica onshore a 100 mt s.l.t.

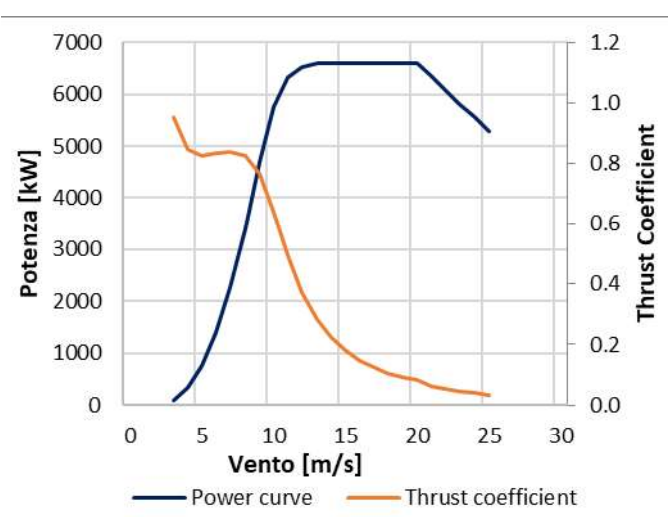
6. AEROGENERATORE DI PROGETTO

Per la valutazione di producibilità è stato indicato dal Committente un modello di aerogeneratore di grande taglia, le cui caratteristiche tecniche principali sono riportate nella tabella sottostante.

COSTRUTTORE	MODELLO	MW	DIAMETRO ROTORE (m)	H MOZZO (m)	CLASSE IEC
SIEMENS GAMESA	SG 6.6-170	6.6	170.0	135.0	S

La curva di potenza utilizzata per le simulazioni è riferita alla densità standard dell'aria di 1.225 kg/m³, corrispondente al livello del mare (0 m). Esse è disponibile graficamente nella tabella sottostante, unitamente alla sua curva di spinta (Thrust Coefficient), utile al calcolo delle interferenze tra gli aerogeneratori.

Turbina		SG 6.6-170		Diametro		170.0	
Altezza di mozzo		135.0		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					



La brochure della turbina indicata è disponibile nell'**Allegato 6**.

7. VERIFICHE SUL MODELLO DI CALCOLO WASP

Tutte le elaborazioni, le stime e le valutazioni in seguito descritte sono state effettuate con il codice (o modello) di calcolo WASP (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.

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 600 km², precisamente un rettangolo di 30x20 km, con curve di livello con passo di quota di 10 metri derivate dal database Tinitaly, modello di elevazione digitale (DEM) senza soluzione di continuità di tutto il territorio italiano, mentre la rugosità del terreno è derivata dal database Corine land cover 2018.

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.

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

La prima verifica (approssimazione della curva di Weibull) ha dato esiti non pienamente soddisfacenti, con scostamenti contenuti nel raffronto tra i valori di ventosità, ma differenze più elevate nella comparazione tra i parametri di energia specifica. Nel caso specifico, trattandosi di variazioni percentuali negative (5% circa), il modello potrebbe sottostimare la risorsa energetica e, da un punto di vista prettamente cautelativo, questo aspetto potrebbe anche essere visto in modo positivo.

Per quanto riguarda la verifica del gradiente, la stazione, nel primo periodo di monitoraggio, era provvista anche di due sensori posti alle quote di 50 e 40 m dal suolo ed è pertanto noto il suo profilo verticale. Esso è pari a 0.18 sia per tutti i venti che per solo quelli superiori ai 4 m/s, ovvero quelli che maggiormente interessano il funzionamento delle turbine eoliche di grande taglia. È stato quindi confrontato tale valore con quanto invece stimato dal modello di calcolo alle stesse altezze. Quest'ultimo è ancora più elevato, essendo pari a 0.23. Un'ulteriore simulazione, sempre tramite modello di calcolo, svolta tra l'altezza di misura utilizzata per la valutazione, 20 m, e quella del mozzo ipotizzato, 135 m, ha confermato sostanzialmente il valore precedente. A questo punto, adottando un atteggiamento cautelativo, si consiglierebbe l'utilizzo del gradiente misurato. Tuttavia, verifiche con altre serie di dati, nella disponibilità di TecnoGaia per uso interno, hanno indicato come l'utilizzo del valore di gradiente sperimentale (misurato) comporterebbe una possibile sovrastima del sito in progetto. Per tale motivo, si ritiene corretto e preferibile estrapolare all'altezza di mozzo ipotizzata la serie di dati misurata alla sua

altezza di misura, successivamente storicizzata con la metodologia descritta in precedenza, utilizzando un alfa più contenuto, pari a 0.12.

Il risultato del processo intrapreso è qui rappresentato:

Codice Stazione	H estrapolata	V med	Energia	Param. distribuzione	
	s.l.s.	(m/s)	(W/m ²)	Vc (m/s)	k
RIF1_HH135	135.0	6.38	346	6.95	1.58

8. PRODUCIBILITÀ LORDA DELL'IMPIANTO

Nella seguente tabella viene riportata la sintesi della producibilità lorda attesa per l'impianto considerato, frutto delle simulazioni con WASP, con il modello di turbina indicato dal Committente.

IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI IGLESIAS (SU)			
Produzione Lorda attesa			
Costruttore	Modello	P Lorda (MWh/a)	Ore annue eq. (MWh/MW)
SIEMENS GAMESA	SG 6.6-170	121,663	3072

Il dettaglio per ciascuna turbina è invece reso disponibile nella Tabella dell'**Allegato 7**. Essa riporta, in ordine, per ciascuna colonna:

- L'identificativo con riferimento alla tavola grafica allegata
- Le coordinate chilometriche nel sistema di riferimento UTM ED50 – Fuso 32
- 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 attesa (lorda al netto della scia) e la potenza nominale della macchina

Seguono, in calce, le medie ed i totali per le colonne interessate.

9. PRODUCIBILITÀ NETTA DELL'IMPIANTO

Alla producibilità lorda riportata nel Capitolo precedente, che non include alcuna perdita, 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 delle turbine e O&M, nonché una volta disponibile il progetto elettrico esecutivo dell'impianto.**

Perdite considerate	IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI IGLESIAS (SU)
	%
Densità dell'aria (1.175 kg/m ³)	-2.6
Disponibilità aerogeneratori	-3.0
Disponibilità aerogeneratori (non contrattuale)	-0.5
Disponibilità B.O.P.	-1.0
Disponibilità rete	-0.2
Perdite elettriche dell'impianto	-1.5
Perdite ambientali	-0.5
Prestazione aerogeneratori	-1.5
Totale perdite	-10.3

Disponibilità Contrattuale degli Aerogeneratori: 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 aerogeneratori: tale perdita tiene conto della degradazione pale, isteresi e prestazione non ottimale delle turbine.

Ne risulta pertanto una produzione netta:

IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI IGLESIAS (SU) Produzione Netta			
Costruttore	Modello	P Netta (P_{50%}) (MWh/a)	Ore annue eq. (MWh/MW)
SIEMENS GAMESA	SG 6.6-170	109,087	2755

10. CONCLUSIONI

Il presente studio riporta la valutazione di produzione attesa dall'impianto eolico in progetto nel territorio comunale di Iglesias (SU). Esso ha carattere preliminare per la valutazione della produzione attesa, ma anche lo specifico obiettivo di verificare il soddisfacimento dei requisiti anemologici richiesti dalla normativa della Regione Sardegna nell'ambito dell'iter autorizzativo.

Tali requisiti si riassumono nella durata della misura e nel raggiungimento delle 2000 ore equivalenti annue.

La durata minima e la consistenza (disponibilità) delle misurazioni viene superata e, inoltre, un processo di storicizzazione, il cui esito è stato positivo, ha consentito di verificare la rappresentatività dei risultati ottenuti dalle elaborazioni della serie disponibile per il lungo periodo.

Il requisito tecnico di far ricadere l'impianto in territori con 2.500 MWh/MW a 100 m s.l.t./s.l.m. e di ore equivalenti di funzionamento (≥ 2000 ore/anno), sia a livello di impianto nella sua globalità, sia per ciascuna singola turbina, sono soddisfatti.

La produzione attesa dall'impianto con questi regimi di vento risulta essere interessante, in particolare ipotizzando l'impiego dell'aerogeneratore di progetto che è caratterizzato da una buona altezza del sostegno e da un efficiente rapporto potenza/diametro del rotore.

All'ottenimento del titolo abilitativo, nell'ottica volta, più che a suffragare le valutazioni di produzione attesa di questo studio, a predisporre quelle informazioni tipicamente richieste dagli advisor finanziari, si consiglia la messa in opera di un'ulteriore stazione anemometrica, opportunamente posizionata rispetto alla disposizione degli aerogeneratori dell'impianto in autorizzazione. Inoltre, si consiglia di approfondire la qualificazione anemometrica ad adeguate altezze dal suolo, tramite misure con tecnologie di Remote Sensing, seppur di breve durata, oltre ad uno studio più articolato che, tra le

altre cose, valuti le incertezze dei processi e delle metodologie applicati al fine di determinare il valore di produzione atteso con data probabilità ($P_{75\%}$, $P_{90\%}$,) solitamente richiesto per il finanziamento.


Sedi operative:
- Via Matteotti, 311 – SCALA P – Int.10 – 25063 **Gardone Val Trompia (BS)**
Tel. 030 2056980 – Fax 030 831100

E-mail: info@tecnogaia.it
E-mail PEC info@pec.tecnogaia.com

Sede Legale:
Via Matteotti, 311 – 25063 **Gardone Val Trompia (BS)**

Cod. Fisc. & P. IVA 13029730150
Cap. Soc. € 119.000,00 interamente versato
Iscrizione nel Registro Imprese Brescia N° REA 496849

ALLEGATO 1

		QUALIFICAZIONE DEI DATI ANEMOLOGICI DI UN SITO <i>Scheda della stazione anemometrica</i>			
Fornitore: TECNOGAIA			Sito: IGLESIAS		
Data	Codifica documento	Archivio	Compilato da		
Sezione A) – Dati identificativi della stazione anemometrica					
NOME STAZIONE (max 16 car.) : <u>RIFERIMENTO 1</u>			Codice : <u>RIF1</u>		
Sezione B) – Dati identificativi delle apparecchiature					
SENSORE VEL. H dal suolo <u>20</u> (m) Tipo <u>NRG</u> MOD. <u>MAX40C</u> N° INVENT: _____					
SENSORE VEL. H dal suolo <u> </u> (m) Tipo _____ MOD. _____ N° INVENT: _____					
SENSORE DIR. H dal suolo <u>20</u> (m) Tipo <u>NRG</u> MOD. <u>200P</u> N° INVENT: _____					
SENSORE DIR. H dal suolo <u> </u> (m) Tipo _____ MOD. _____ N° INVENT: _____					
Settore di direzione zero : <u>NORD</u> Senso di rotaz. positivo verso il settore : <u>EST</u>					
ACQUISITORE Tipo <u>SECONDIWND</u> MOD. <u>NOMAD2</u> N° INVENT. _____					
SOSTEGNO Tipo _____ H <u>50/20</u> (m) _____ N° MATR. _____					
CONTENITORE DELLE APPARECCHIATURE Tipo <u>SecondWind</u>					
Verifica in uscita effettuata da : <u>BONSI</u>				Data : <u>31/07/08</u>	
Sezione C) – Dati relativi alla localizzazione della stazione anemometrica ed al sito					
Comune di : <u>GONNESA</u> Provincia : <u>CI</u> Regione : <u>SARDEGNA</u>					
Tavoletta IGMI: <u>PORTOSCUSO</u>			Foglio n° : <u>232 I SE</u>		
Coordinate del Reticolo UTM WGS84			Lat. <u>39° 14' N</u> , Long. <u>8° 27' E</u>		
Altitudine in metri s.l.m.: <u>100 m</u>			Caratteristiche orografiche : <u>CRINALE</u>		
Utilizzo del terreno :			Accessibilità : <u>BUONA</u>		
Note : _____					
Sezione D) – Procedura di gestione della stazione e cambio cartuccia					
Effettuata da : <u>Tecnogaia</u> per conto di : <u>Tecnogaia</u>					
Indirizzo e Telefono : _____					
Note : _____					
Stazione anemometrica installata da : <u>BONSI</u>				data : <u>20/08/08</u>	

Kalibrierlaboratorium für Strömungsgeschwindigkeit von Luft

Calibration laboratory for velocity of air flow

Akkreditiert durch die / *accredited by the*

Akkreditierungsstelle des DKD bei der

PHYSIKALISCH-TECHNISCHEN BUNDESANSTALT (PTB)



Deutsche WindGuard
Wind Tunnel Services GmbH
Varel



Kalibrierschein *Calibration Certificate*

Kalibrierzeichen
Calibration label



Gegenstand <i>Object</i>	Cup Anemometer
Hersteller <i>Manufacturer</i>	NRG Systems USA Hinesburg
Typ <i>Type</i>	#40(S)
Fabrikat/Serien-Nr. <i>Serial number</i>	Body: TG07-965 Cup: TG07-965
Auftraggeber <i>Customer</i>	TecnoGaia S.r.l. I-20099 Sesto San Giovanni
Auftragsnummer <i>Order No.</i>	VT07361
Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines <i>Number of pages of the certificate</i>	3
Datum der Kalibrierung <i>Date of calibration</i>	05.12.2007

Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI). Der DKD ist Unterzeichner der multi-lateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine.

Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.

This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The DKD is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates.

The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung sowohl der Akkreditierungsstelle des DKD als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit.

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of both the Accreditation Body of the DKD and the issuing laboratory. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

Stempel
Seal



Datum
Date

05.12.2007

Leiter des Kalibrierlaboratoriums
Head of the calibration laboratory

Dipl. Phys. D. Westermann

Bearbeiter

Person in charge

Tech. Ass. Inf. H. Westermann

Kalibriergegenstand*Object*

Cup Anemometer

Kalibrierverfahren*Calibration procedure*MEASNET - Cup Anemometer Calibration Procedure – 09 1997
ISO 3966 – Measurement of fluid in closed conduits - 1977**Ort der Kalibrierung***Place of calibration*

Windtunnel of Deutsche WindGuard, Varel

Messbedingungen*Test Conditions*

wind tunnel area ¹⁾	10000 cm ²
anemometer frontal area ²⁾	185 cm ²
diameter of mounting pipe ³⁾	16 mm
blockage ratio ⁴⁾	0.019 [-]
blockage correction ⁵⁾	1.000 [-]
average WindGuard reference ⁶⁾	12.6 1/s (NRG #40)
present WindGuard reference ⁷⁾	12.53 1/s

Umgebungsbedingungen*Test conditions*

air temperature	19.0 deg	± 1.0 K
air pressure	1007.7 hPa	± 1.0 hPa
relative air humidity	44.4 %	± 2.5 %

Dateiinformation*File info*

C:\ak\aktuell\07_4046.kor

Anmerkungen*Remarks*

-

Auswertesoftware*Software version*

2.0

- ¹⁾ Querschnittsfläche der Auslassdüse des Windkanals
²⁾ Vereinfachte Querschnittsfläche (Schattenwurf) des Prüflings inkl. Montagerohr
³⁾ Durchmesser des Montagerohrs
⁴⁾ Verhältnis von 2) zu 1)
⁵⁾ Korrekturfaktor durch die Verdrängung der Strömung durch den Prüfling
⁶⁾ Referenzwert des Referenzanemometers bei 10 m/s (Mittelwert)
⁷⁾ Aktueller Wert des Referenzanemometers

Dieser Kalibrierschein wurde elektronisch erzeugt*This calibration certificate has been generated electronically*

Kalibrierergebnis:

Result:

Anzeige Pruefling	Stroemungs- geschwindigkeit	Erweiterte Messunsicherheit
1/s	m/s	m/s
5.140	4.213	0.10
7.604	6.156	0.10
10.020	8.042	0.10
12.478	9.990	0.10
15.105	11.982	0.10
17.618	13.969	0.10
20.209	15.878	0.11
18.899	14.891	0.10
16.213	12.859	0.10
13.696	10.892	0.10
11.178	8.956	0.10
8.766	7.069	0.10
6.357	5.183	0.10

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k=2$ ergibt. Sie wurde gemäß DKD-3 ermittelt. Der Wert liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % im zugeordneten Wertintervall.

The expanded measurement uncertainty which results from the multiplication of the standard measurement uncertainty and the coverage factor $K=2$ is given. It is determined in conformity with DKD-3. (German Calibration Body) The magnitude lies in an interval with a 95% level of confidence.

Der Deutsche Kalibrierdienst ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine. Die anderen Unterzeichner aus Europa sind zur Zeit die Akkreditierungsstellen in Belgien, Dänemark, Finnland, Frankreich, Irland, Italien, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich. Außerhalb Europas sind zur Zeit Akkreditierungsstellen der Länder Australien, Brasilien, China, Indien, Japan, Kanada, Neuseeland, Singapur, Südafrika, Taiwan, Vereinigte Staaten von Amerika und Vietnam Mitunterzeichner der Übereinkommen.

The German Calibration Service is signatory of the multilateral agreement of the European Cooperation for Accreditation (EA) and the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual acceptance of calibration certificates. The other European signatories are currently the accreditation offices in Belgium, Denmark, Finland, France, Ireland, Italy, The Netherlands, Norway, Austria, Portugal, Sweden, Switzerland, Slovakia, Spain, Czech Republic and the United Kingdom. Outside Europe, the accreditation offices are found in Australia, Brazil, China, India, Japan, Canada, New Zealand, Singapore, South Africa, Taiwan, United States of America and Vietnam as cosignatory of the agreement.

1 Detailed MEASNET¹ Calibration Results

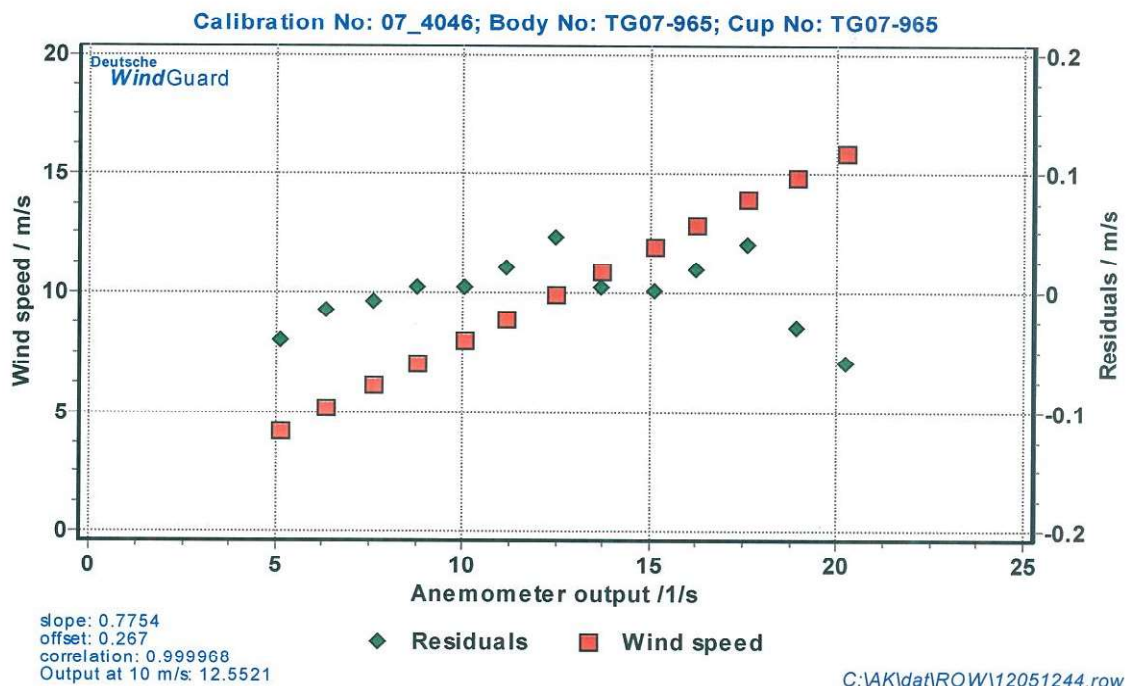
DKD calibration no. 07_4046
Body no. TG07-965
Cup no. TG07-965
Date 05.12.2007
Air temperature 19.0 deg
Air pressure 1007.7 hPa
Humidity 44.4 %



Linear regression analysis

Slope 0.77540 (m/s)/(1/s) \pm 0.00188 (m/s)/(1/s)
Offset 0.267 m/s \pm 0.025 m/s
St.err(Y) 0.033 m/s
Correlation coefficient 0.999968

Remarks no



¹) According to MEASNET Cup Anemometer Calibration Procedure 09/1997. Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services is accredited by MEASNET and by the Deutscher Kalibrierdienst – DKD (German Calibration Service) and Physikalisch Technische Bundesanstalt – PTB (Federal Office for Physics and Technique). Registration: DKD – K – 36801

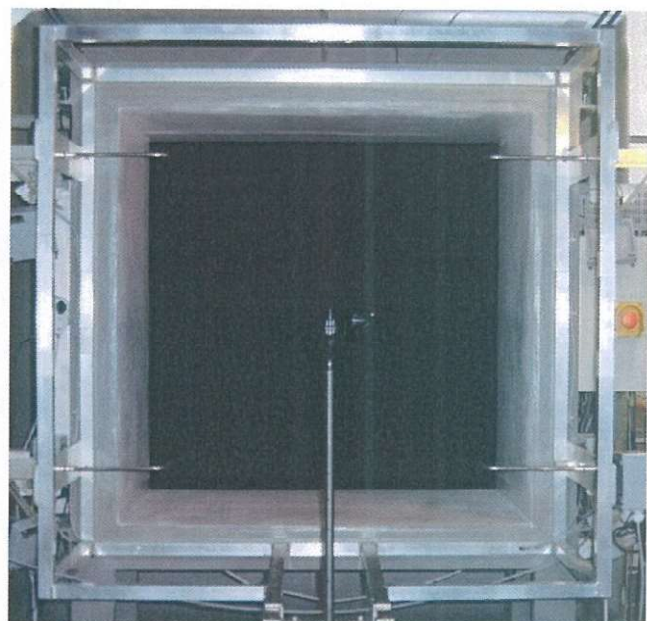
2 Instrumentation

Pos.	Sensor	Manufa.	Identification	Year	Calibration
1	Pitot static tube	Airflow	483/8 Nr. 000142	02	06/02
2	Pitot static tube	Airflow	483/8 Nr. 000143	02	06/02
3	Pitot static tube	Airflow	483/8 Nr. 000144	02	06/02
4	Pitot static tube	Airflow	483/8 Nr. 000145	02	06/02
5	Pressure transducer	Setra	C 239 Nr. 1688081	02	12/04
6	Pressure transducer	Setra	C 239 Nr. 1688082	02	12/04
7	Pressure transducer	Setra	C 239 Nr. 1688083	02	12/04
8	Pressure transducer	Setra	C 239 Nr. 1688084	02	12/04
9	El. Barometer	Vaisala	100 A Nr. X2010004	02	12/04
10	El. Thermometer	Galltec	KPK 1/6-ME	02	12/04
11	El. Humidity sensor	Galltec	KPK 1/6-ME	02	12/04
12	Wind tunnel control	-	-	-	-
13	CAN-BUS / PC	esd	-	04	05/04
14	Anemometer	-	-	-	-
15	Universal Isolator	Knick	P2700 - 58285/8198430	05	01/06



Table 1 Description of the data acquisition system

3 Photo of the calibration set-up



Calibration set-up of the anemometer calibration in the wind tunnel of Deutsche WindGuard, Varel.
The anemometer shown is of the same type as the calibrated one.
Remark: The proportion of the set-up are not true to scale due to imaging geometry.

4 Deviation to MEASNET procedure

The calibration procedure is in all aspects in accordance with the IEC 61400-12-1 Procedure

5 References

- [1] J. Mander, D. Westermann, 08 2005 - Verfahrensweisung DKD-Kalibrierung von Windgeschwindigkeitssensoren
- [2] IEC 61400-12-1 12/2005 - Wind Turbine Power Performance Testing
- [3] ISO 3966 1977 - Measurement of fluid flow in closed conduits
- [4] MEASNET 09 1997 - Cup Anemometer Calibration Procedure

SPECIFICATIONS

NRG #40C Anemometer

FEATURES

- The standard anemometer used in the wind energy industry
- Short distance constant
- Simple, durable design



The NRG #40C anemometer is the industry standard anemometer used worldwide. NRG #40 anemometers have recorded wind speeds of 96 m/s (214 mph). Their low moment of inertia and unique bearings permit very rapid response to gusts and lulls. Because of their output linearity, these sensors are ideal for use with various data retrieval systems. A four pole magnet induces a sine wave voltage into a coil producing an output signal with a frequency proportional to wind speed. The #40C is constructed of rugged Lexan cups molded in one piece for repeatable performance. A protective rubber terminal boot is included.

SPECIFICATIONS

Description	Sensor type	3-cup anemometer
	Applications	<ul style="list-style-type: none">• wind resource assessment• meteorological studies• environmental monitoring
	Sensor range	1 m/s to 96 m/s (2.2 mph to 214 mph) (highest recorded)
	Instrument compatibility	all NRG loggers
Output signal	Signal type	low level AC sine wave, frequency linearly proportional to windspeed
	Transfer function	$m/s = (Hz \times 0.765) + 0.35$ [miles per hour = $(Hz \times 1.711) + 0.78$]
	Accuracy	within 0.1 m/s (0.2 mph) for the range 5 m/s to 25 m/s (11 mph to 55 mph)
	Calibration	each anemometer individually calibrated, calibration reports provided via electronic download
	Output signal range	0 Hz to 125 Hz (highest recorded)

Global leaders in wind assessment technology



110 Riggs Road · Hinesburg · VT 05461 USA · TEL (802) 482-2255 · FAX (802) 482-2272 · EMAIL sales@nrgsystems.com

SPECIFICATIONS

Response characteristics	Threshold	0.78 m/s (1.75 miles per hour)
	Distance constant (63% recovery)	3.0 m (10 feet)
	Moment of inertia	$68 \times 10^{-6} \text{ S-ft}^2$
	Swept diameter of rotor	190 mm (7.5 inches)
Installation	Mounting	onto a 13 mm (0.5 inch) diameter mast with cotter pin and set screw
	Tools required	0.25 inch nut driver, petroleum jelly, electrical tape
Environmental	Operating temperature range	-55 °C to 60 °C (-67 °F to 140 °F)
	Operating humidity range	0 to 100% RH
Physical	Connections	4-40 brass hex nut/post terminals
	Weight	0.14 kg (0.3 pounds)
	Dimensions	<ul style="list-style-type: none"> • 3 cups of conical cross-section, 51 mm (2 inches) dia. • 81 mm (3.2 inches) overall assembly height
Materials	Cups	one piece injection-molded black polycarbonate
	Body	housing is black ABS plastic
	Shaft	beryllium copper, fully hardened
	Bearing	modified Teflon, self-lubricating
	Magnet	Indox 1, 25 mm (1 inch) diameter, 13 mm (0.5 inch) long, 4 poles
	Coil	single coil, bobbin wound, 4100 turns of #40 wire, shielded for ESD protection
	Boot	protective PVC sensor terminal boot included
	Terminals	brass

Global leaders in wind assessment technology



110 Riggs Road · Hinesburg · VT 05461 USA · TEL (802) 482-2255 · FAX (802) 482-2272 · EMAIL sales@nrgsystems.com

SPECIFICATIONS

NRG #200P Wind Direction Vane

FEATURES

- The standard wind direction vane used in the wind energy industry
- Simple, durable design
- Corrosion-resistant materials



The NRG #200P wind direction vane is the industry standard wind direction vane used worldwide. The thermoplastic and stainless steel components resist corrosion and contribute to a high strength-to-weight ratio. The vane is directly connected to a precision conductive plastic potentiometer located in the main body. An analog voltage output directly proportional to the wind direction is produced when a constant DC excitation voltage is applied to the potentiometer. A rubber terminal boot is included.

SPECIFICATIONS

Description	Sensor type	continuous rotation potentiometric wind direction vane
	Applications	<ul style="list-style-type: none"> • wind resource assessment • meteorological studies • environmental monitoring
	Sensor range	360° mechanical, continuous rotation
	Instrument compatibility	all NRG loggers
Output signal	Signal type	Analog DC voltage from conductive plastic potentiometer, 10K ohms
	Transfer function	Output signal is a ratiometric voltage
	Accuracy	potentiometer linearity within 1%
	Dead band	8° Maximum, 4° Typical
	Output signal range	0 V to excitation voltage (excluding deadband)
Power requirements	Supply voltage	Regulated potentiometer excitation of 1 V to 15 V DC
Response characteristics	Threshold	1 m/s (2.2 miles per hour)
Installation	Mounting	onto a 13 mm (0.5 inch) diameter mast with cotter pin and set screw
	Tools required	0.25 inch nut driver, petroleum jelly, electrical tape
Environmental	Operating temperature range	-55 °C to 60 °C (-67 °F to 140 °F)



Global leaders in wind assessment technology

110 Riggs Road · Hinesburg · VT 05461 USA · TEL (802) 482-2255 · FAX (802) 482-2272 · EMAIL sales@nrgsystems.com

SPECIFICATIONS

	Operating humidity range	0 to 100% RH
	Lifespan	50 million revolutions (2-6 years normal operation)
Physical	Connections	4-40 brass hex nut/post terminals
	Weight	0.14 kg (0.3 pounds)
	Dimensions	<ul style="list-style-type: none">• 21 cm (8.3 inches) length x 12 cm (4.3 inches) height• 27 cm (10.5 inches) swept diameter
Materials	Body	black UV stabilized static-dissipating plastic
	Shaft	stainless steel
	Bearing	stainless steel
	Wing	black UV stabilized injection molded plastic
	Boot	protective PVC sensor terminal boot included
	Terminals	brass

Global leaders in wind assessment technology



110 Riggs Road · Hinesburg · VT 05461 USA · TEL (802) 482-2255 · FAX (802) 482-2272 · EMAIL sales@nrghsystems.com

NOMAD[®] 2

WIND RESOURCE DATA LOGGER



The Wind Industry's Most Flexible Data Logger



SECONDWIND

NOMAD™ 2 WIND DATA LOGGER SPECIFICATIONS

SENSOR INPUTS

12 counter inputs	<ul style="list-style-type: none">Configurable for AC & pulse anemometers, other frequency-output devices, and high/low digital or relay state signalingFrequency range DC to 2 kHzHigh display resolution with low frequency anemometersInput high/low threshold configurable for 0V or 3VConfigurable filtering for low frequency devices1-second count integration, $\pm 0.02\%$ accuracy
8 analog inputs	<ul style="list-style-type: none">Configurable range of 0 to 2.5V or 5V12-bit analog to digital conversion1-second sampling, $\pm 0.02\%$ accuracyDirect interface to potentiometer wind vanes, 10k thermistors, and analog-output transducers
Fault detection	<ul style="list-style-type: none">Feedback input from 2.5V+ excitation output for wiring and device fault detection
Internal temperature	<ul style="list-style-type: none">1-second sampling, $\pm 2^\circ\text{C}$ accuracy
Power supplies	<ul style="list-style-type: none">Measurement of two 9V batteries and 12V power

OUTPUTS

2.5V+ excitation:	<ul style="list-style-type: none">2.5V+ smart-switched excitation distributed to all input terminal blocks for energy-conserving measurement of potentiometers and thermistorsCalibrated to $\pm 5\text{mV}$, 25 ppm/$^\circ\text{C}$, 250 mA max
12V transducer power	<ul style="list-style-type: none">12V+ smart-switched transducer power output distributed to all input terminal blocks for energy-conserving operation of electronic transducers1 Amp maximum
12V modem power	<ul style="list-style-type: none">12V+ configurable switched modem power output for energy-conserving operation of cellular & other modems1 Amp maximum
Relay output	<ul style="list-style-type: none">For de-icing or other control applicationsSPST dry contact, 1 Amp maximum, AC or DCModbus-controlled

POWER SUPPLY

9 Volt batteries:	<ul style="list-style-type: none">2 parallel standard 9V batteries in sliding receptaclesUp to 6 months operation with alkaline, up to one year with lithium (-40°C) batteries that have no shipping restrictions
12 Volt Power:	<ul style="list-style-type: none">12V (10-18V DC) input for internal primary or rechargeable batteries, external DC power supply, or regulated solar panelTwo-screw removable internal mounting for lead-acid batteries for higher power transducer, controls, and communication gear, standard sizes up to 20 AH, extreme environment sizes up to 8 AH
Solar:	<ul style="list-style-type: none">Optional on-board solar charging regulator/controller

SERIAL PORTS

	<ul style="list-style-type: none">3 independent RS232C serial ports, up to 115 kBaud
Local port	<ul style="list-style-type: none">Direct straight-cable connection to laptop or PCStandard pinout DB9, DCE
Remote port	<ul style="list-style-type: none">Connects to modem, radio, or asynch network adapterAuto-wakeup Rx inputInternally connected for SWI-supplied modem optionsField-wireable terminals for customer-installed devices
Device Port:	<ul style="list-style-type: none">Connects to and logs from communicating transducers including multifunction Phaser® power transducers & ultrasonic anemometersPollable Modbus RTU for SCADA and other general applications

ESD PROTECTION

- All inputs, outputs, and serial port signaling transient and fault protected
- No additional lightning protection needed

USER INTERFACE

Local Display:	<ul style="list-style-type: none">4 x 20 alphanumeric character display, LCD or VFDConfigurable smart-switched powerAutomatic temperature-compensating LCD contrast
Keypad	<ul style="list-style-type: none">7-key sealed membrane keypad
Remote interface	<ul style="list-style-type: none">Full display, configuration, data transfer, & firmware upgradability by local port or modem connection to any PC via NOMAD Desktop™
Status light:	<ul style="list-style-type: none">Heartbeat LED indicates operational status independent of display

INPUT AND DATA PROCESSING

Wind speed	<ul style="list-style-type: none">Slope & offset scaling, auto-zeroing for counter inputs
Wind direction	<ul style="list-style-type: none">Modulo 360° and true vector processingDeadband location correction
Temperature	<ul style="list-style-type: none">Thermistor linearization to device accuracy ($\pm 0.1^\circ\text{C}$)
Math functions	<ul style="list-style-type: none">Average, standard deviation, maximum, time of maximum, minimum, time of minimum, total, cycles, sample value
Recording intervals	<ul style="list-style-type: none">1 minute, 10 minutes, hourly, or daily in any combination for all inputs and math functions

DATA STORAGE

Media	<ul style="list-style-type: none">Industry/consumer standard Compact Flash, up to 256MBRead/write-able by any notebook or desktop PC via PCMCIA adapter or any USB-type Compact Flash adapterFull -40° to 85°C operation rated devices available
Formats	<ul style="list-style-type: none">Card directory & file formats are fully Windows™ compatibleAny FAT (PC) formatted Compact Flash card fully usableData written to daily files in named monthly subdirectoriesEach datum in standard IEEE floating point format, indexed for positive database ID independent of file name/locationEach datum time-stamped in Universal Time (UT/GMT), configurable for time zone & daylight savings offsets
Transfer	<ul style="list-style-type: none">Files transferable by card removal, local serial connection, remote dial-up connection, or as e-mail attachments

PHYSICAL

Operating temp:	<ul style="list-style-type: none">-40° to 85°C all specifications (Vacuum Fluorescent Display)
LCD temperature:	<ul style="list-style-type: none">LCD operates from -20° to 70°C, storage -30° to 80°C
Internal RT clock	<ul style="list-style-type: none">± 1 minute/month accuracy, internet time-server adjustableBacked up by socketed 2032 Lithium coin cell (10 year life)
Wire & cabling	<ul style="list-style-type: none">12 six-screw, 0.2" (5mm) cage clamp style terminal blocksSignal, ground, excitation, switched & unswitched 12V power distributed to each of 8 terminal blocksStandard SMA-F bulkhead connector for external antennasFour 3/4" npt/pg21 knockouts for cable & conduit installation
Enclosure	<ul style="list-style-type: none">Integrated waterproof instrument enclosure, wire and cable junction box, and lockable rain shedUpper section NEMA4/IP66 (watertight), lower section NEMA3R (rain tight) or NEMA4 with cable glands16 ga. steel, 14 ga. mounting flanges, TGIC powdercoated14 x 12 x 5.5 inches (350 x 300 x 140mm), 20 lbs. (9 kg)Mini-rack mounting for internal modem optionsSwing-out panels for modem and 12V battery accessSurface, truss-tower, or tube-tower mountingSingle no-tools padlockable hasp closure

AVAILABLE OPTIONS

- Vacuum Fluorescent Display
- GSM/GPRS, CDMA, and AMPS cellular modems
- Satellite modem (Iridium)
- Landline telephone (POTS) modem
- Integrated solar charging systems, including charge regulator, panel, mounting brackets, and lead-acid batteries

ALLEGATO 2

GUIDA ALL' INTERPRETAZIONE DELLE TABELLE E DEI GRAFICI

- TABELLA A :** Tabulazione della curva di durata della velocità del vento ottenuta dai dati sperimentali.
- Al variare della velocità (valore medio nei 10 minuti) con passo di 0.5 m/s, sono riportati il numero di ore in cui tale velocità è superata e la relativa percentuale del tempo totale riferito ad un anno.
- Sono inoltre stimati i parametri della distribuzione di Weibull, velocità caratteristica V_C e fattore di forma k , e sulla base di tale distribuzione sono riportati i valori calcolati della velocità media V_{med} , dello scarto quadratico medio $sqmV$, della velocità media cubica V_{cub} e della potenza specifica P_v .
- GRAFICO 1 :** Riporta quattro curve:
- curva di durata sperimentale (curva con contrassegno -□-) i cui valori in ordinata riportano la percentuale del tempo totale (dell'anno) in cui la velocità del vento è superata;
 - curva di durata di Weibull (curva nera continua) ottenuta da quella sperimentale linearizzata applicando il metodo di interpolazione coi minimi quadrati, essa è definita dai due parametri V_C e k indicati;
 - istogramma che riporta in ordinata, in unità arbitrarie, un valore proporzionale alla frequenza della velocità del vento compresa tra i diversi intervalli di velocità di ampiezza 0.5 m/s;
 - distribuzione di frequenza della corrispondente distribuzione di Weibull (curva nera continua che interpola l'istogramma).
- GRAFICO 2 :** Riporta la distribuzione polare delle frequenze delle direzioni del vento (rosa dei venti).
- TABELLA B :** Sono riportati i parametri della velocità del vento per ciascun settore di direzione e per quelle non definite (indicate in tabella con NoDir quando mancano i dati di direzione), la percentuale dei valori di calma (con velocità del vento minore od uguale a 0.5 m/s) e gli stessi parametri calcolati indipendentemente dalla direzione (riga Totale).
- Più precisamente in tabella sono riportate le seguenti informazioni, avendo indicato con V_j l'i-esimo valor medio nei 10 minuti della velocità del vento nella sequenza totale di n valori:
- colonna 1 : numero d'ordine del settore di direzione secondo frequenze crescenti;
 - colonna 2 : nome del settore da Nord a NNO in senso orario;
 - colonna 3 : frequenza percentuale della direzione del vento nei diversi settori;
 - colonna 4 : numero di rilievi registrati n ;

- colonna 5 : media aritmetica delle velocità : $V_{med} = \sum_i \frac{1}{n} \cdot V_i$
- colonna 6 : scarto quadratico medio delle velocità : $sigV = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_i (V_i - V_{med})^2}$
- colonna 7 : media cubica delle velocità : $V_{cub} = \sqrt[3]{\frac{1}{n} \cdot \sum_i V_i^3}$
- colonna 8 : valore massimo della velocità : $V_{max} = \max_i \{V_i\}$
- colonna 9 : potenza specifica media P_v

TABELLA C : Sono riportati i parametri caratteristici della velocità del vento rilevati in ciascun mese dell'anno; con i dati medi mensili sono poi ottenuti i parametri stagionali (in realtà riferiti a trimestri praticamente coincidenti con le stagioni) e quelli annuali. Più precisamente in tabella sono riportate per ogni mese le seguenti informazioni:

- colonna 1 : nome del mese;
- colonna 2 : numero di mesi equivalenti di acquisizione, pari al rapporto tra il numero totale di dati acquisiti entro quel mese (anche in anni diversi), ed il numero totale di dati attesi nel periodo di quel dato mese dell'anno;
- colonna 3 : velocità media nel mese (in m/s);
- colonna 4 : scarto quadratico medio della velocità nel mese (in m/s);
- colonna 5 : velocità media cubica nel mese (in m/s);
- colonna 6 : velocità massima nel mese (in m/s);
- colonna 7 : potenza specifica media della vena fluida nel mese (in W/m²);
- colonna 8 : energia specifica media del vento nel mese (in kWh/m²).

Dai dati medi mensili sono poi calcolati i valori medi stagionali delle stesse grandezze in colonna e quindi i valori medi totali annuali. Questi ultimi valori stimano i parametri della velocità del vento medio annuale dando lo stesso peso alle componenti stagionali indipendentemente dalla numerosità dei dati acquisiti nei diversi mesi dell'anno.

Il calcolo assume significato solo se per ogni mese dell'anno è disponibile un minimo di dati acquisiti Meq maggiore di almeno il 20%.

GRAFICO 3 : Riporta gli andamenti della velocità massima, della velocità media (-□-) e dello scarto quadratico medio della velocità del vento nelle diverse direzioni. L'angolo giro è stato suddiviso in 72 settori di 5° ciascuno. All'angolo 0° corrisponde il Nord e si deve considerare positivo il senso di rotazione orario (all'angolo 90° corrisponde l'Est, ecc.).

GRAFICO 4 : Indica la distribuzione dell'energia specifica della vena fluida in kWh/m² nelle diverse direzioni. L'angolo giro è stato suddiviso in 72 settori di 5° ciascuno. All'angolo 0° corrisponde il Nord e si deve considerare positivo il senso di rotazione orario (all'angolo 90° corrisponde l'Est, ecc.).

Il grafico tiene conto per ciascuna direzione sia della frequenza del vento che della sua intensità, esso infatti evidenzia i settori di direzione del vento con maggior contenuto energetico.

GRAFICO 5 : Riporta l'istogramma delle velocità massime, medie e dello scarto quadratico medio della velocità nei 12 mesi dell'anno.

GRAFICO 6 : Riporta mese per mese l'andamento dell'energia specifica intrinseca alla vena fluida in kWh/m². Il grafico mette in evidenza le componenti stagionali della risorsa eolica.

GRAFICO 7 : Riporta gli andamenti della velocità massima, media e dello scarto quadratico medio della velocità nell'arco delle 24 ore del giorno; per ogni intervallo di 10 minuti della giornata è riportata la media dei valori registrati, nei diversi giorni dell'anno, nell'intervallo corrispondente.

GRAFICO 8 : Riporta l'istogramma della potenza specifica media della vena fluida in W/m² nell'arco delle 24 ore del giorno; per ogni intervallo di 10 minuti della giornata è riportata la media delle potenze rilevate, nei diversi giorni dell'anno, nell'intervallo corrispondente. Il grafico mette in evidenza la componente giornaliera della risorsa eolica.

TABELLA D : Sono riportati parametri statistici relativi ai valori ottenuti per la turbolenza T del vento definita come rapporto percentuale tra il valore dello scarto quadratico medio della velocità del vento rilevato nei 10 minuti ed il corrispondente valore medio:

$$T = 100 \cdot \text{sig}V(10') / V_{\text{med}}(10')$$

Il valore di turbolenza viene calcolato solo per velocità medie nei 10 minuti superiori a 0.5 m/s, in tabella i parametri statistici della variabile T sono classificati separatamente per settori di direzione e per classi di velocità. In particolare sono riportati:

- colonna 1 : settore di direzione o classe di velocità;
- colonna 2 : percentuale di occorrenze (nel settore o nella classe);
- colonna 3 : numero di occorrenze n (nel settore o nella classe);
- colonna 4 : turbolenza media T_{med} (nel settore o nella classe);
- colonna 5 : scarto quadratico medio della turbolenza $\text{sig}T$ (nel settore o nella classe);

- colonna 6 : valore percentile al 5%, $T_{5\%}$ (nel settore o nella classe), esso rappresenta un valore minimo di turbolenza che è superato con una probabilità del 95%;
- colonna 7 : valore percentile al 95%, $T_{95\%}$ (nel settore o nella classe), esso rappresenta un valore massimo di turbolenza che è superato con una probabilità del 5%.

La prima riga Totale rappresenta i parametri della distribuzione della turbolenza per tutte le velocità del vento superiori al valore di calma di 0.5 m/s, mentre la seconda riga Totale* (contrassegnata da *) rappresenta i parametri della distribuzione della turbolenza solo per velocità del vento superiori a 4 m/s.

In questo Totale* non vengono quindi considerate le classi di velocità minori di 4 m/s, quelle in cui l'aerogeneratore non produce, e pertanto in esso sono riportati i parametri della distribuzione della turbolenza che andrebbe ad interessare l'aerogeneratore.

GRAFICO 9 : Riporta l'istogramma della distribuzione dell'intensità di turbolenza T della velocità del vento nell'intervallo di dieci minuti e la corrispondente curva di durata sperimentale.

Nel grafico sono riportate altre due curve (tratto continuo blu) che rappresentano la distribuzione di frequenza e la curva di durata dei valori di turbolenza calcolati con le sole velocità del vento superiori a 4 m/s, quelle di interesse per l'aerogeneratore.

TABELLA E : Sono riportati parametri statistici relativi ai valori ottenuti per il rapporto di raffica R della velocità del vento definito come rapporto tra il valore massimo della velocità del vento rilevato nei 10 minuti ed il corrispondente valore medio:

$$R = \max V(10') / V_{med}(10')$$

Il valore del rapporto di raffica viene calcolato solo per velocità medie nei 10 minuti superiori a 0.5 m/s, in tabella i parametri statistici della variabile R sono classificati separatamente per settori di direzione e per classi di velocità. In particolare sono riportati:

- colonna 1 : settore di direzione o classe di velocità;
- colonna 2 : percentuale di occorrenze (nel settore o nella classe);
- colonna 3 : numero di occorrenze n (nel settore o nella classe);
- colonna 4 : rapporto di raffica medio R_{med} (nel settore o nella classe);
- colonna 5 : scarto quadratico medio del rapporto di raffica $sigR$ (nel settore o nella classe);
- colonna 6 : valore percentile al 5%, $R_{5\%}$ (nel settore o nella classe), esso rappresenta un valore minimo del rapporto di raffica che è superato con una probabilità del 95%;

- colonna 7 : valore percentile al 95%, $R_{95\%}$ (nel settore o nella classe), esso rappresenta un valore massimo del rapporto di raffica che è superato con una probabilità del 5%.

La prima riga Totale rappresenta i parametri della distribuzione del rapporto di raffica per tutte le velocità del vento superiori al valore di calma di 0,5 m/s, mentre la seconda riga Totale* (contrassegnata da *) rappresenta i parametri della distribuzione del rapporto di raffica solo per velocità del vento superiori a 4 m/s.

In questo Totale* non vengono quindi considerate le classi di velocità minori di 4 m/s, quelle in cui l'aerogeneratore non produce, e pertanto in esso sono riportati i parametri della distribuzione del rapporto di raffica che andrebbe ad interessare l'aerogeneratore.

GRAFICO 10 : Riporta l'istogramma della distribuzione del rapporto di raffica R della velocità del vento nell'intervallo di dieci minuti e la corrispondente curva di durata sperimentale.

Nel grafico sono riportate altre due curve (tratto continuo blu) che rappresentano la distribuzione di frequenza e la curva di durata dei valori di rapporto di raffica calcolati con le sole velocità del vento superiori a 4 m/s, quelle di interesse per l'aerogeneratore.

TABELLA G : Sono riportati parametri statistici relativi ai valori dello scarto quadratico medio della direzione del vento misurati per ciascuno dei 10 minuti. Tale grandezza rappresenta la turbolenza della direzione del vento.

Il valore dello scarto quadratico medio della direzione, indicato in tabella con D , viene considerato solo per velocità medie nei 10 minuti superiori a 0,5 m/s, in tabella i parametri statistici della variabile D sono classificati separatamente per settori di direzione e per classi di velocità. In particolare sono riportati:

- colonna 1 : settore di direzione o classe di velocità;
- colonna 2 : percentuale di occorrenze (nel settore o nella classe);
- colonna 3 : numero di occorrenze n (nel settore o nella classe);
- colonna 4 : media della variabile scarto direzione D_{med} (nel settore o nella classe);
- colonna 5 : scarto quadratico medio della variabile scarto direzione $sigD$ (nel settore o nella classe);
- colonna 6 : valore percentile al 5%, $D_{5\%}$ (nel settore o nella classe), esso rappresenta un valore minimo di scarto della direzione che è superato con una probabilità del 95%;
- colonna 7 : valore percentile al 95%, $D_{95\%}$ (nel settore o nella classe), esso rappresenta un valore massimo di scarto della direzione che è superato con una probabilità del 5%.

La prima riga Totale rappresenta i parametri della distribuzione dello scarto quadratico medio della direzione per tutte le velocità del vento superiori al valore di calma di 0.5 m/s, mentre la seconda riga Totale* (contrassegnata da *) rappresenta i parametri della distribuzione della variabile scarto direzione solo per velocità del vento superiori a 4 m/s.

In questo Totale* non vengono quindi considerate le classi di velocità minori di 4 m/s, quelle in cui l'aerogeneratore non produce, e pertanto in esso sono riportati i parametri della distribuzione dello scarto quadratico medio della direzione, turbolenza della direzione, che andrebbe ad interessare l'aerogeneratore.

GRAFICO 12 : Riporta l'istogramma della distribuzione dello scarto quadratico medio della direzione del vento, o turbolenza della direzione, D nell'intervallo di dieci minuti e la corrispondente curva di durata sperimentale.

Nel grafico sono riportate altre due curve (tratto continuo blu) che rappresentano la distribuzione di frequenza e la curva di durata dei valori di scarto direzione calcolati con le sole velocità del vento superiori a 4 m/s, quelle di interesse per l'aerogeneratore.

TABELLA H : Sono riportati i parametri statistici ed i valori delle misure di temperatura rilevati in ciascuno dei mesi dell'anno. In particolare sono riportati:

- colonna 1 : nome del mese;
- colonna 2 : numero di mesi equivalenti di acquisizione, pari al rapporto tra il numero totale di dati acquisiti entro quel mese (anche in anni diversi), ed il numero totale di dati attesi nel periodo di quel dato mese dell'anno;
- colonna 3 : numero di rilievi registrati
- colonna 4 : temperatura minima T_{min} (in °C)
- colonna 5 : temperatura media T_{med} (in °C)
- colonna 6 : temperatura massima T_{max} (°C)

Dai dati medi mensili sono poi calcolati i valori medi totali annuali delle stesse grandezze in colonna.

GRAFICI 13/14 : Riportano gli andamenti della temperatura minima, massima e media nell'arco dei mesi dell'anno e nell'arco delle 24 ore del giorno.

STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1 - Regione: Sardegna (Cod. RIF1_1Y)

Periodo di elaborazione: 01/04/2015 - 31/03/2016 (numero giorni: 366)

Percentuale dati disponibili = 99,9 % (52650 dati su 52704)

Velocita' del vento V in m/s rilevata a 20 m dal suolo
Tabella A : CURVA DI DURATA DELLA VELOCITA' DEL VENTO

m/s	ore/anno	%	m/s	ore/anno	%
0.0	8760.0	100.00	0.5	8385.8	95.73
1.0	8113.8	92.62	1.5	7792.5	88.96
2.0	7370.7	84.14	2.5	6876.1	78.49
3.0	6292.2	71.83	3.5	5657.6	64.59
4.0	5008.6	57.18	4.5	4355.2	49.72
5.0	3732.1	42.60	5.5	3183.1	36.34
6.0	2696.2	30.78	6.5	2286.1	26.10
7.0	1940.3	22.15	7.5	1619.6	18.49
8.0	1336.2	15.25	8.5	1075.7	12.28
9.0	842.1	9.61	9.5	630.1	7.19
10.0	455.4	5.20	10.5	322.4	3.68
11.0	223.1	2.55	11.5	156.9	1.79
12.0	111.6	1.27	12.5	79.0	0.90
13.0	56.7	0.65	13.5	42.9	0.49
14.0	33.4	0.38	14.5	25.1	0.29
15.0	17.0	0.19	15.5	11.8	0.13
16.0	7.7	0.09	16.5	5.5	0.06
17.0	3.0	0.03	17.5	1.7	0.02
18.0	1.3	0.02	18.5	0.8	0.01
19.0	0.5	0.01	19.5	0.0	0.00
20.0	0.0	0.00	20.5	0.0	0.00
21.0	0.0	0.00	21.5	0.0	0.00
22.0	0.0	0.00	22.5	0.0	0.00
23.0	0.0	0.00	23.5	0.0	0.00
24.0	0.0	0.00	24.5	0.0	0.00
25.0	0.0	0.00	25.5	0.0	0.00
26.0	0.0	0.00	26.5	0.0	0.00
27.0	0.0	0.00	27.5	0.0	0.00
28.0	0.0	0.00	28.5	0.0	0.00
29.0	0.0	0.00	29.5	0.0	0.00
30.0	0.0	0.00	30.5	0.0	0.00

Parametri della distribuzione di Weibull :	Vc = 5.30	k = 1.60
---	------------------	-----------------

Parametri della velocità del vento calcolati con la distribuzione di Weibull:		
Vmed = 4.76 m/s	sqmV = 3.05 m/s	Vcub = 6.44 m/s
Potenza specifica della vena fluida		Pv = 164 W/m2

Tabella A

STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1 - Regione: Sardegna (Cod. RIF1_1Y)

Periodo di elaborazione: 01/04/2015 - 31/03/2016 (numero giorni: 366)

Percentuale dati disponibili = 99.9 % (52650 dati su 52704)

Velocita' del vento V in m/s rilevata a 20 m dal suolo

Grafico 1 : CURVE DI DURATA E DISTRIBUZIONE DI FREQUENZA DELLA VELOCITA' DEL VENTO

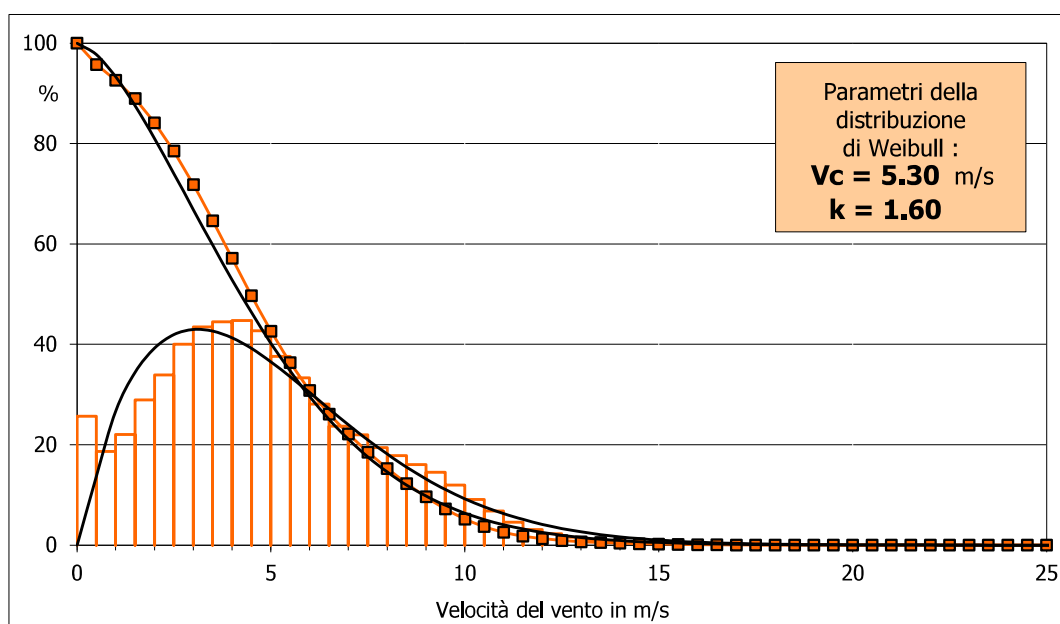
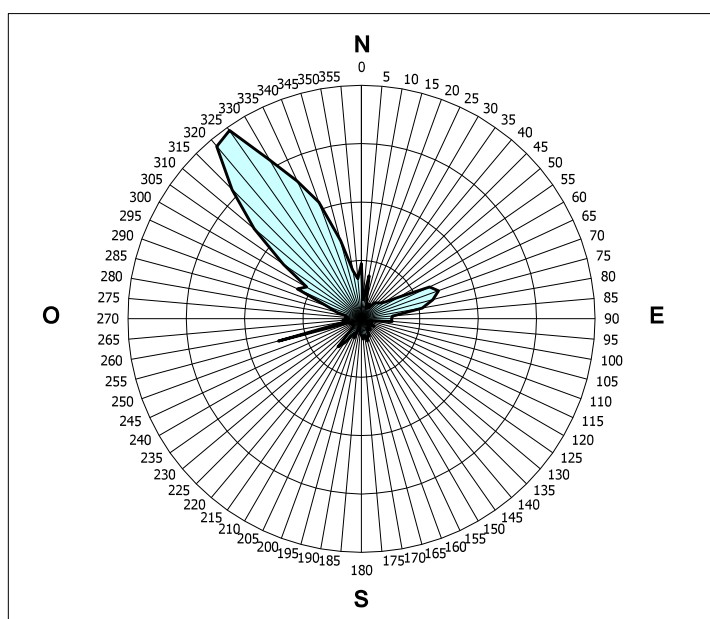


Grafico 2 : FREQUENZE DELLE DIREZIONI DEL VENTO (ROSA DEI VENTI)



Grafici 1 e 2

STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1 - Regione: Sardegna (Cod. RIF1_1Y)

Periodo di elaborazione: 01/04/2015 - 31/03/2016 (numero giorni: 366)

Percentuale dati disponibili = 99.9 % (52650 dati su 52704)

Velocita' del vento V in m/s rilevata a 20 m dal suolo
Tabella B : PARAMETRI DELLA VELOCITA' DEL VENTO PER SETTORI DI DIREZIONE

	Sett.	%	n	Vmed (m/s)	sigV (m/s)	Vcub (m/s)	Vmax (m/s)	Pv (W/m ²)
4°	N	4.5	2376	3.27	1.68	4.07	13.0	41
8°	NNE	1.7	877	3.10	1.57	3.80	10.1	34
3°	ENE	5.1	2666	5.17	2.27	6.06	14.6	136
5°	E	3.7	1933	4.99	2.25	5.87	13.2	124
12°	ESE	1.0	540	4.38	2.12	5.31	12.2	92
11°	SSE	1.5	799	4.64	2.63	5.89	11.3	125
9°	S	1.6	825	4.81	2.18	5.70	12.4	113
7°	SSO	2.2	1184	4.52	2.09	5.41	13.7	97
6°	OSO	2.3	1224	4.46	2.54	5.76	13.1	117
10°	O	1.5	809	4.12	2.41	5.47	16.1	100
2°	ONO	8.5	4454	5.26	2.59	6.40	15.0	160
1°	NNO	18.1	9552	6.25	2.87	7.40	19.5	248
	NoDir	44.0	23162	4.93	2.82	6.35	19.3	157
	Calme	4.3	2249	(velocità del vento minore o uguale a 0.5 m/s)				
	Totale =		52650	4.87	2.86	6.29	19.5	153

Tabella C : PARAMETRI DELLA VELOCITA' DEL VENTO NEI MESI DELL'ANNO

Mese	Meq.	Vmed (m/s)	sigV (m/s)	Vcub (m/s)	Vmax (m/s)	Pv (W/m ²)	Ev (kWh/m ²)
Dic	1.00	3.14	1.67	3.88	9.4	36	27
Gen	1.00	4.74	2.86	6.18	15.3	144	107
Feb	1.04	5.73	3.01	7.09	19.3	218	147
Mar	1.00	5.29	3.13	6.86	17.7	198	147
Apr	1.00	5.29	3.19	6.92	19.5	203	146
Mag	1.00	4.94	2.90	6.36	16.7	158	117
Giu	1.00	4.59	2.69	5.92	14.6	127	92
Lug	1.00	5.32	2.76	6.51	13.1	169	126
Ago	1.00	4.94	2.45	5.97	12.5	131	97
Set	1.00	4.75	2.75	6.10	13.9	139	100
Ott	0.99	4.46	2.47	5.67	16.0	112	83
Nov	1.00	5.26	3.23	6.90	17.4	201	145

Stagione	Vmed (m/s)	sigV (m/s)	Vcub (m/s)	Vmax (m/s)	Pv (W/m ²)	Ev (kWh/m ²)
Inverno (Dic - Feb)	4.50	2.78	5.96	19.3	130	281
Primavera (Mar - Mag)	5.17	3.08	6.72	19.5	186	411
Estate (Giu - Ago)	4.95	2.65	6.15	14.6	142	315
Autunno (Set - Nov)	4.82	2.85	6.26	17.4	150	328

Anno	4.86	2.85	6.29	19.5	152	1334
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	------------	-------------

Nota : Meq.= Numero equivalente di mesi con rilevazione di dati

Tabelle B e C

STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1 - Regione: Sardegna (Cod. RIF1_1Y)

Periodo di elaborazione: 01/04/2015 - 31/03/2016 (numero giorni: 366)

Percentuale dati disponibili = 99.9 % (52650 dati su 52704)

Velocita' del vento V in m/s rilevata a 20 m dal suolo

Grafico 3 : VELOCITA' MAX, MEDIA E S.Q.M. DELLE VELOCITA' PER SETTORE DI DIREZIONE

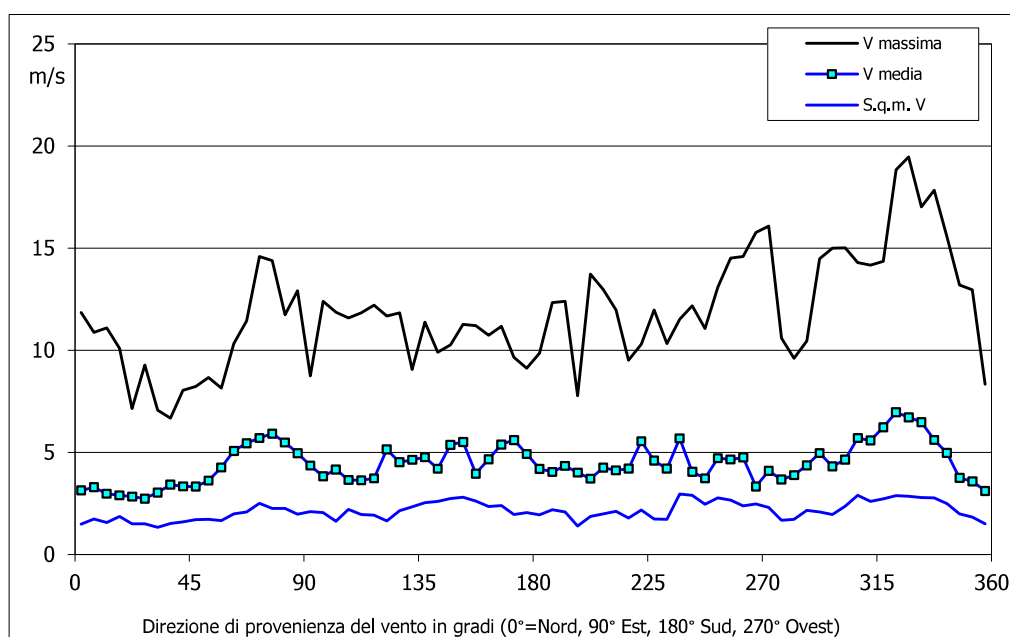
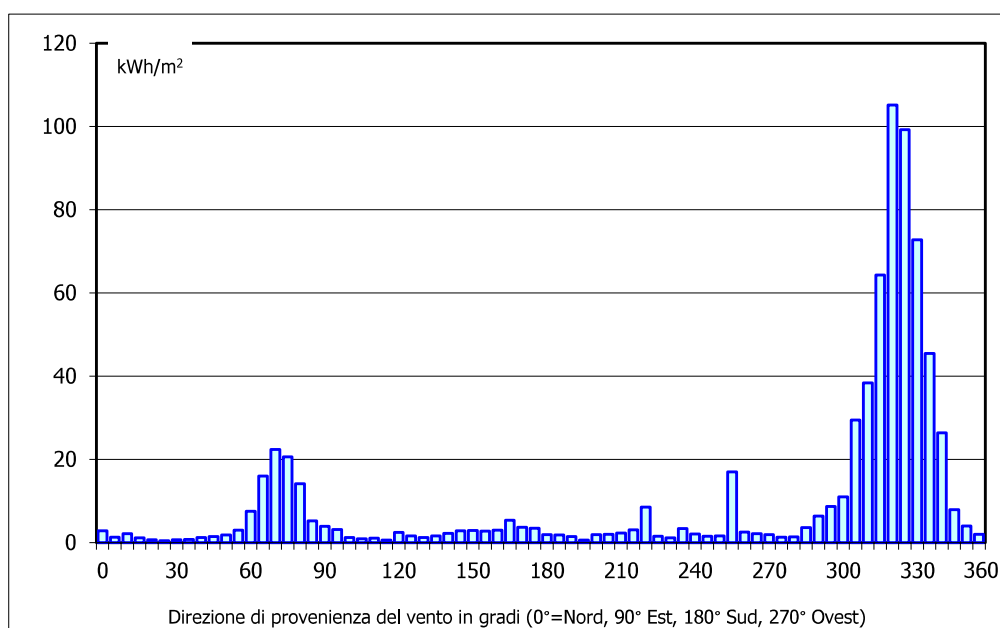


Grafico 4 : ENERGIA SPECIFICA DELLA VENA FLUIDA IN kWh/m² PER SETTORE DI DIREZIONE



Grafici 3 e 4

STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1 - Regione: Sardegna (Cod. RIF1_1Y)

Periodo di elaborazione: 01/04/2015 - 31/03/2016 (numero giorni: 366)

Percentuale dati disponibili = 99.9 % (52650 dati su 52704)

Velocita' del vento V in m/s rilevata a 20 m dal suolo

Grafico 5 : VELOCITA' MAX, MEDIA E S.Q.M. DELLE VELOCITA' NEI 12 MESI DELL'ANNO

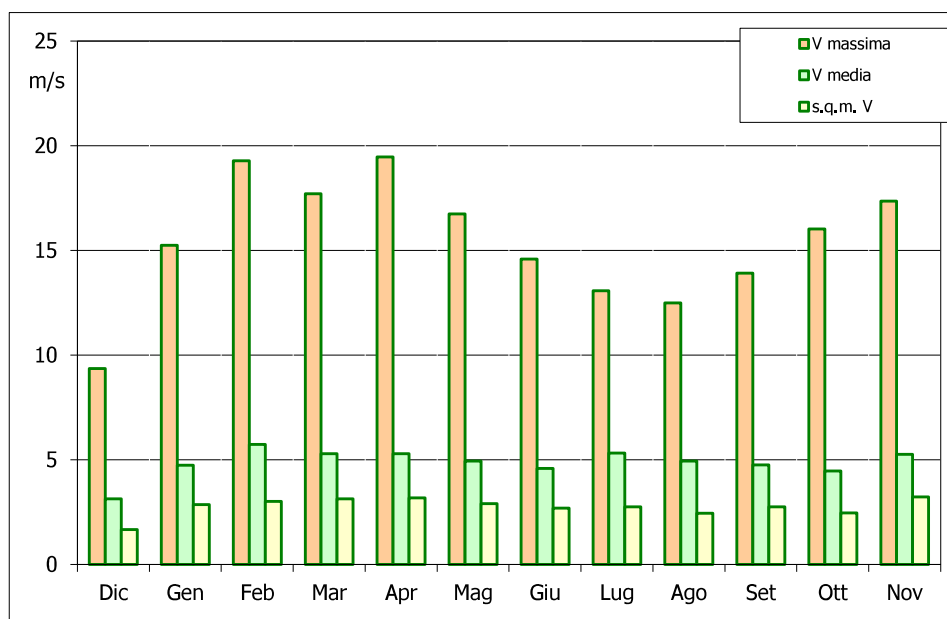
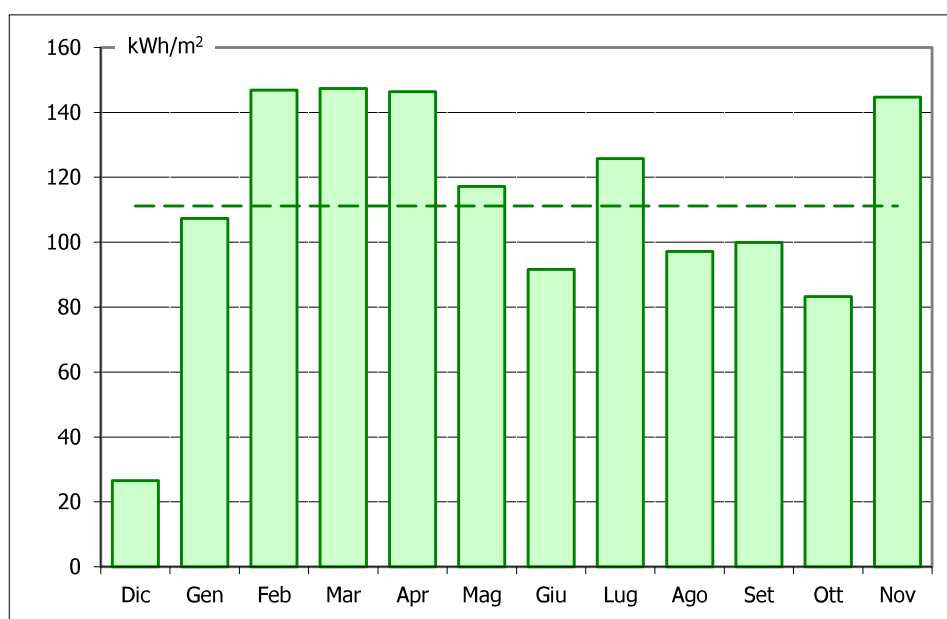


Grafico 6 : ENERGIA SPECIFICA MEDIA MENSILE DELLA VENA FLUIDA IN kWh/m2



Grafici 5 e 6

STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1 - Regione: Sardegna (Cod. RIF1_1Y)

Periodo di elaborazione: 01/04/2015 - 31/03/2016 (numero giorni: 366)

Percentuale dati disponibili = 99.9 % (52650 dati su 52704)

Velocita' del vento V in m/s rilevata a 20 m dal suolo

Grafico 7 : VELOCITA' MAX, MEDIA E S.Q.M. DELLE VELOCITA' NELLE 24 ORE DEL GIORNO

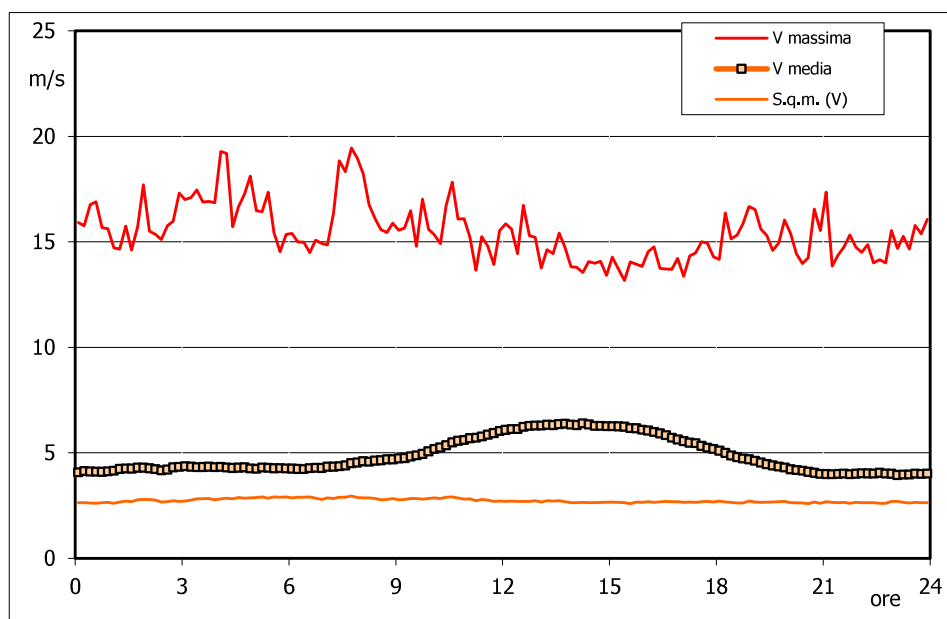
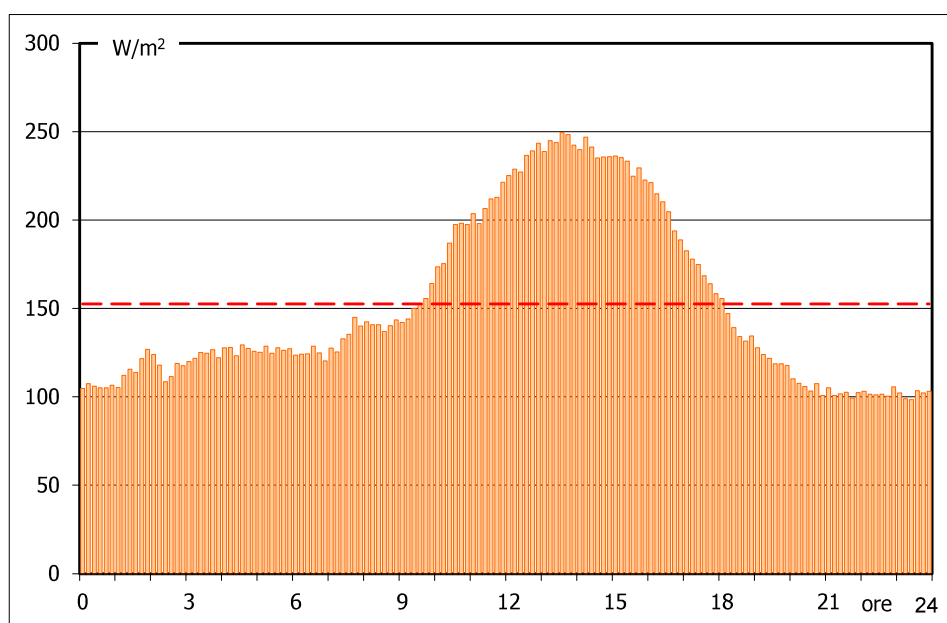


Grafico 8 : POTENZA SPECIFICA MEDIA DELLA VENA FLUIDA IN W/m² NELLE 24 ORE



Grafici 7 e 8

STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1 - Regione: Sardegna (Cod. RIF1_1Y)

Periodo di elaborazione: 01/04/2015 - 31/03/2016 (numero giorni: 366)

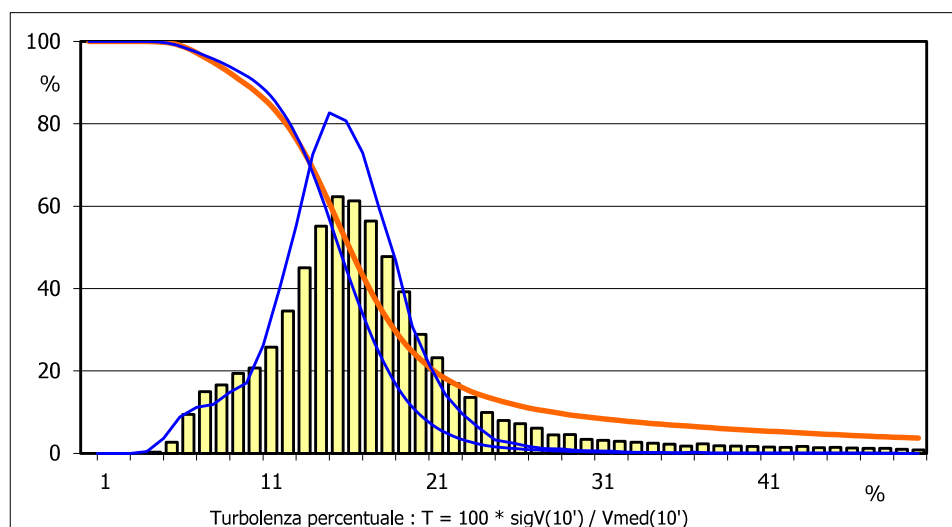
Percentuale dati disponibili = 99.9 % (52650 dati su 52704)

Velocita' del vento V in m/s rilevata a 20 m dal suolo
Tabella D : PARAMETRI DELLA DISTRIBUZIONE DI TURBOLENZA VELOCITA' DEL VENTO

 Turbolenza : $T = 100 * \text{sigV}(10') / V_{\text{med}}(10')$

Settore direzione	%	n	Tmed	sigT	T_5%	T_95%
Nord	4.7	2376	20.4	16.3	6.2	59.0
Nord-NordEst	1.7	877	22.4	18.1	6.2	62.9
Est-NordEst	5.3	2666	16.8	12.5	6.2	42.6
Est	3.8	1933	17.8	11.9	7.6	45.4
Est-SudEst	1.1	540	20.2	12.6	6.8	43.6
Sud-SudEst	1.6	799	21.4	14.1	9.2	57.5
Sud	1.6	825	19.0	10.3	10.4	37.8
Sud-SudOvest	2.3	1184	18.9	11.0	8.2	40.4
Ovest-SudOvest	2.4	1224	21.0	13.4	7.6	51.3
Ovest	1.6	809	22.5	10.3	12.9	44.5
Ovest-NordOvest	8.8	4454	19.6	10.0	11.2	38.4
Nord-NordOvest	19.0	9552	16.2	9.1	9.1	27.7
Nessuna Direzione	46.0	23162	18.3	11.2	7.2	42.3
Totale =	95.7	50401	18.3	11.5	7.5	42.7

Classe velocità m/s	%	n	Tmed	sigT	T_5%	T_95%
V < 4	40.3	20298	23.2	16.2	7.1	60.6
4 < V < 8	43.8	22072	14.9	4.5	7.2	22.0
8 < V < 12	14.6	7360	15.4	2.9	11.1	20.3
12 < V < 16	1.2	625	16.4	2.4	12.6	20.6
16 < V < 20	0.1	46	15.3	1.6	12.4	18.2
V > 20	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Totale* =	57.2	30103	15.1	4.1	7.9	21.6

Grafico 9 : DISTRIBUZIONE DELLA TURBOLENZA PERCENTUALE DELLA VELOCITA' DEL VENTO

Tabella D e Grafico 9

STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1 - Regione: Sardegna (Cod. RIF1_1Y)

Periodo di elaborazione: 01/04/2015 - 31/03/2016 (numero giorni: 366)

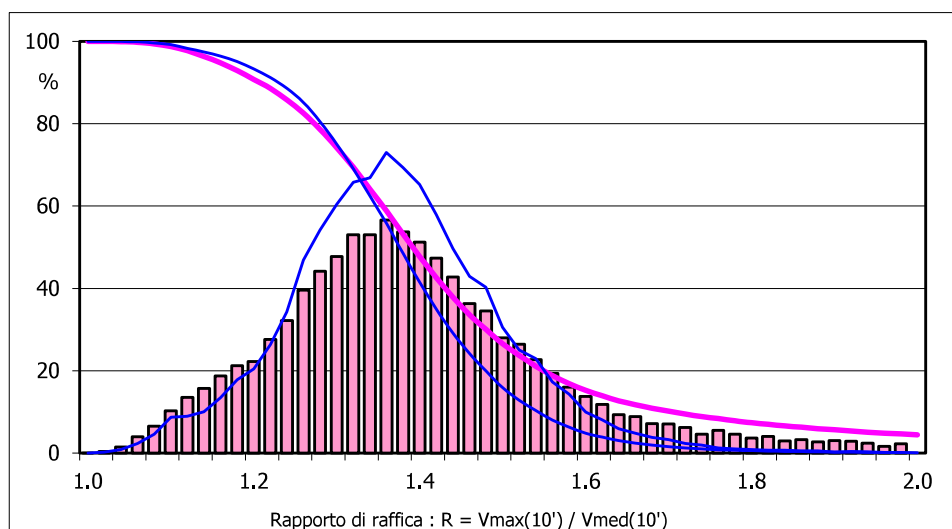
Percentuale dati disponibili = 99.9 % (52650 dati su 52704)

Velocita' del vento V in m/s rilevata a 20 m dal suolo
Tabella E : PARAMETRI DELLA DISTRIBUZIONE DEL RAPPORTO VELOCITA' VENTO MAX / MED

 Rapporto di raffica : $R = V_{max}(10') / V_{med}(10')$

Settore direzione	%	n	Rmed	sigR	R_5%	R_95%
Nord	4.7	2376	1.51	0.43	1.12	2.35
Nord-NordEst	1.7	877	1.55	0.50	1.12	2.62
Est-NordEst	5.3	2666	1.43	0.33	1.13	1.94
Est	3.8	1933	1.46	0.32	1.16	2.03
Est-SudEst	1.1	540	1.52	0.33	1.13	2.10
Sud-SudEst	1.6	799	1.55	0.36	1.19	2.30
Sud	1.6	825	1.50	0.27	1.24	1.92
Sud-SudOvest	2.3	1184	1.49	0.29	1.17	1.96
Ovest-SudOvest	2.4	1224	1.53	0.32	1.16	2.14
Ovest	1.6	809	1.59	0.26	1.28	2.04
Ovest-NordOvest	8.8	4454	1.50	0.27	1.24	1.87
Nord-NordOvest	19.0	9552	1.41	0.24	1.20	1.70
Nessuna Direzione	46.0	23162	1.48	0.30	1.15	1.94
Totale =	95.7	50401	1.47	0.30	1.16	1.95

Classe velocità m/s	%	n	Rmed	sigR	R_5%	R_95%
V < 4	40.3	20298	1.58	0.43	1.14	2.43
4 < V < 8	43.8	22072	1.40	0.14	1.16	1.61
8 < V < 12	14.6	7360	1.41	0.11	1.24	1.57
12 < V < 16	1.2	625	1.44	0.09	1.29	1.58
16 < V < 20	0.1	46	1.40	0.07	1.27	1.52
V > 20	0.0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Totale* =	57.2	30103	1.40	0.13	1.18	1.60

Grafico 10 : DISTRIBUZIONE DEL RAPPORTO DI RAFFICA DELLA VELOCITA' DEL VENTO

Tabella E e Grafico 10

STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1 - Regione: Sardegna (Cod. RIF1_1Y)

Periodo di elaborazione: 01/04/2015 - 31/03/2016 (numero giorni: 366)

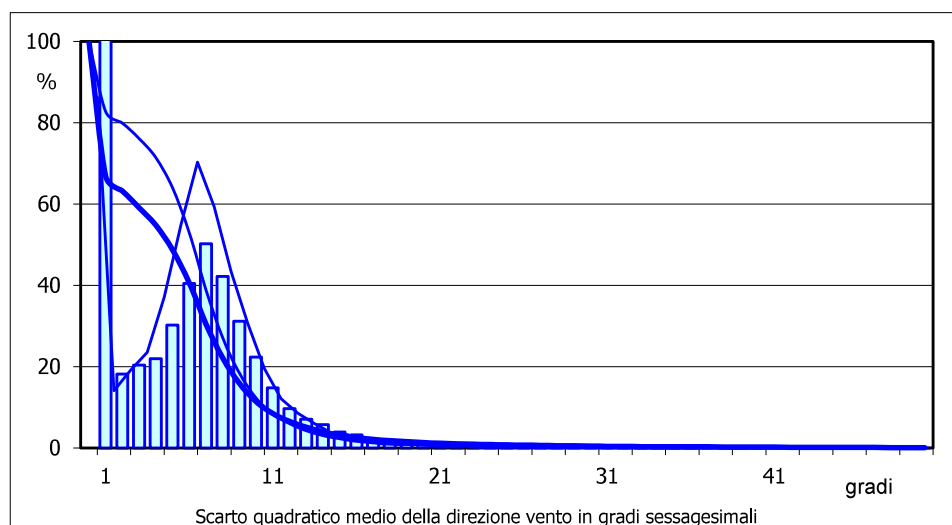
Percentuale dati disponibili = 99.9 % (52650 dati su 52704)

Velocità del vento V in m/s rilevata a 20 m dal suolo
Tabella G : PARAMETRI DELLA DISTRIBUZIONE DELLO SCARTO Q. M. DELLA DIREZIONE VENTO

D = Scarto quadratico medio della direzione vento in ° nei 10 minuti

Settore direzione	%	n	Dmed	sigD	D_5%	D_95%
Nord	8.7	2376	3.3	5.6	0.1	11.5
Nord-NordEst	3.2	877	4.0	6.6	0.1	14.9
Est-NordEst	9.8	2666	4.6	4.9	0.2	11.0
Est	7.1	1933	3.6	4.4	0.1	9.9
Est-SudEst	2.0	540	4.5	7.3	0.1	17.5
Sud-SudEst	2.9	799	6.5	7.7	0.1	18.2
Sud	3.0	825	6.1	6.8	0.1	16.0
Sud-SudOvest	4.3	1184	4.4	7.1	0.1	16.4
Ovest-SudOvest	4.5	1224	3.6	7.3	0.1	16.7
Ovest	3.0	809	7.5	7.7	0.2	19.7
Ovest-NordOvest	16.4	4454	6.8	5.8	0.2	14.7
Nord-NordOvest	35.1	9552	6.0	3.6	0.3	10.4
Nessuna Direzione	0.0	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Totale =	51.7	27239	5.4	5.5	0.2	13.1

Classe velocità m/s	%	n	Dmed	sigD	D_5%	D_95%
V < 4	36.9	10053	3.5	6.4	0.1	14.7
4 < V < 8	46.8	12744	6.3	4.9	0.2	13.3
8 < V < 12	15.2	4145	7.0	3.1	0.5	10.6
12 < V < 16	1.0	281	6.8	2.7	1.0	8.9
16 < V < 20	0.1	16	6.3	1.8	0.8	8.2
V > 20	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Totale* =	32.6	17186	6.5	4.5	0.3	12.6

Grafico 12 : DISTRIBUZIONE DELLO SCARTO QUADRATICO MEDIO DELLA DIREZIONE VENTO

Tabella G e Grafico 12

STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1 - Regione: Sardegna (Cod. RIF1_1Y)

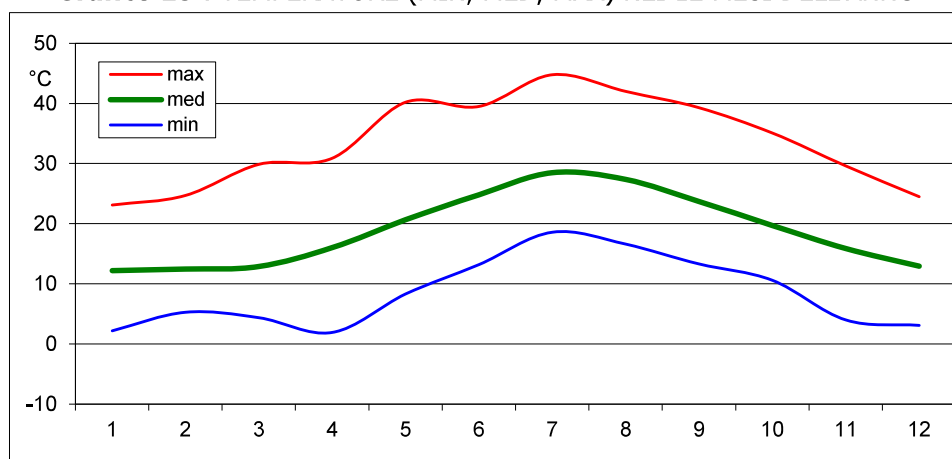
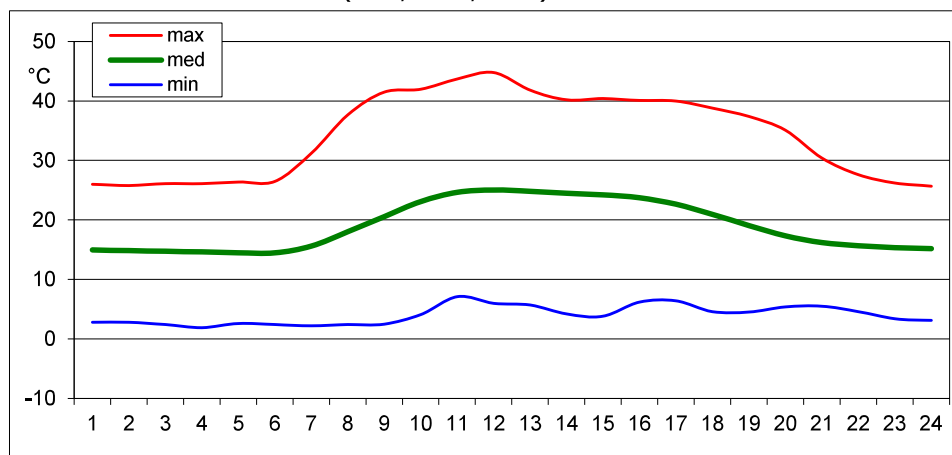
Periodo di elaborazione: 01/04/2015 - 31/03/2016 (numero giorni: 366)

Percentuale dati disponibili = 99.9 % (52650 dati su 52704)

Velocita' del vento V in m/s rilevata a 20 m dal suolo
Tabella H : TEMPERATURE MINIME MEDIE E MASSIME NEI MESI DELL'ANNO

Mese	Meq.	n° misure	Tmin (°C)	Tmed (°C)	Tmax (°C)
Gen	1,00	4464	2,2	12,2	23,1
Feb	1,04	4176	5,3	12,5	24,7
Mar	1,00	4464	4,4	12,9	29,9
Apr	1,00	4320	1,9	16,0	30,9
Mag	1,00	4464	8,3	20,7	40,2
Giu	1,00	4320	13,2	24,8	39,5
Lug	1,00	4464	18,6	28,5	44,8
Ago	1,00	4464	16,6	27,4	42,0
Set	1,00	4320	13,3	23,7	39,3
Ott	0,99	4268	10,6	19,7	35,1
Nov	1,00	4320	4,0	15,9	29,6
Dic	1,00	4464	3,1	13,0	24,5
Anno		52508	1,9	19,0	44,8

Nota : Meq.= Numero equivalente di mesi con rilevazione di dati

Grafico 13 : TEMPERATURE (MIN, MED, MAX) NEI 12 MESI DELL'ANNO

Grafico 14 : TEMPERATURE (MIN, MED, MAX) NELLE 24 ORE DEL GIORNO MEDIO

Tabella H e Grafici 13 e 14

ALLEGATO 3

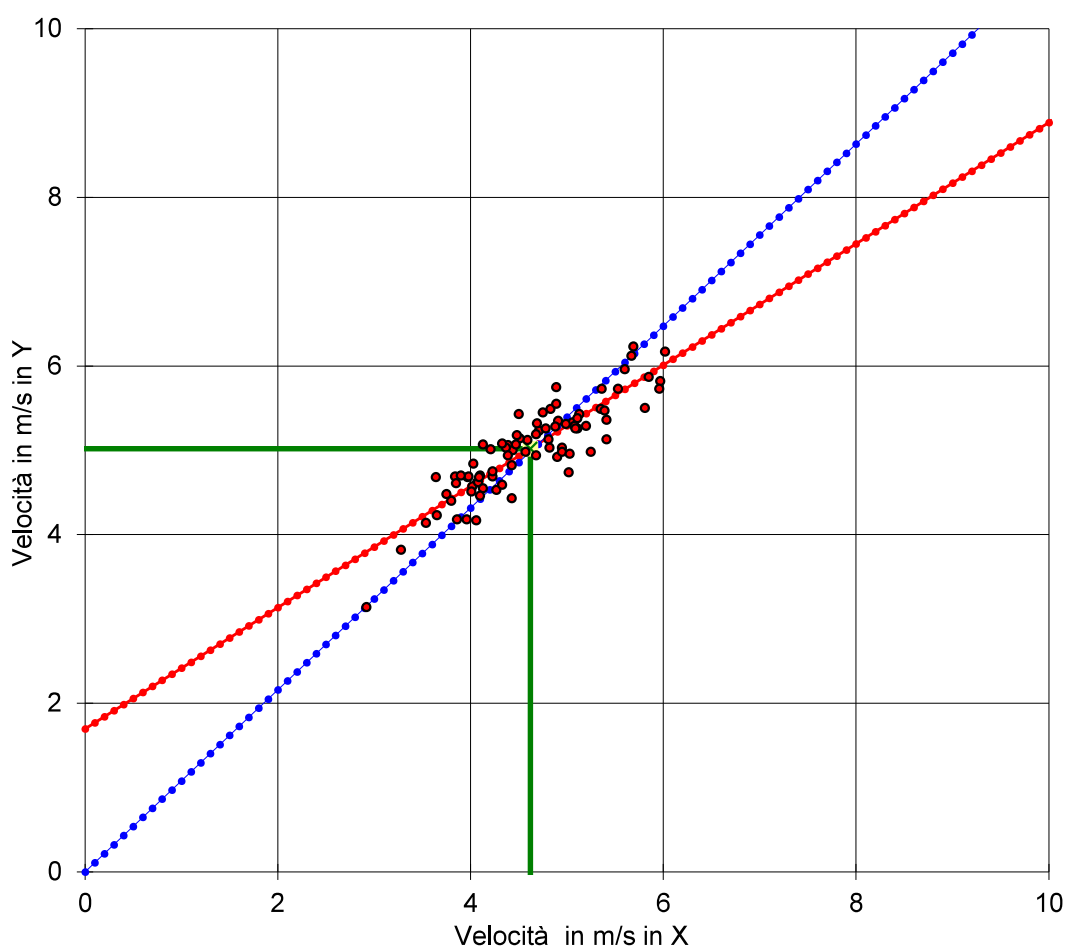
CORRELAZIONE TRA LE VELOCITA' MEDIE MENSILI RILEVATE A:

Variabile X: TA di **STORICA 1** (codice: ST01) a 15 m dal suolo
 Variabile Y: TA di **RIFERIMENTO 1** (codice: RIF1) a 20 m dal suolo

Coefficiente di correlazione = **0.885** (Regressione lineare con 84 punti)

($Y = A * X + B$) : **A = 0.719 ; B = 1.697** ($Y = C * X$) : **C = 1.079**

V media(X) = 4.621 ; V media(Y) = 5.020 ($Y_m = R * X_m$) : **R = 1.086**



Valore Storico in (X) = 4.695 m/s Valore Misurato in (Y) = 5.031 m/s

Valore Storico in Y (Y=A * X + B) = 5.074 m/s ks = 1.009

Valore Storico in Y (Y=C * X) = 5.067 m/s ks = 1.007

Valore Storico in Y (Ym = R * Xm) = 5.101 m/s ks = 1.014

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

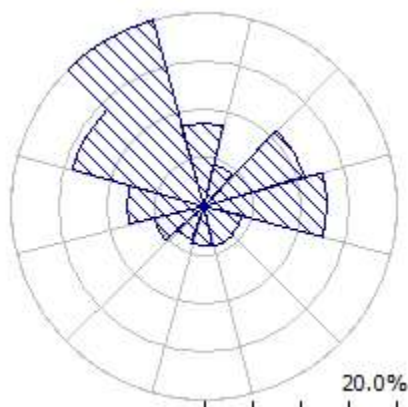
Figura

ALLEGATO 4

STAZIONE: RIFERIMENTO 1

Observed Wind Climate

(nel punto dell'aerogeneratore **WTG03** all'altezza di **135 m** dal suolo)



	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
A	6.3	4.8	7.1	9.2	5.2	4.6	5.3	6.4	7.9	9.3	8.3	8.2
K	1.68	1.58	1.91	2.28	1.41	1.30	1.72	1.72	1.79	1.95	2.05	2.31
U	5.64	4.33	6.31	8.15	4.74	4.26	4.73	5.71	7.03	8.25	7.36	7.27
P	257	126	307	563	195	162	147	258	458	674	455	395
f	8.7	4.4	10.9	12.6	4.1	4.2	4.1	3.7	5.3	7.9	14.2	19.9

U	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	All
1.0	45	82	23	6	93	128	55	40	24	13	13	8	30
2.0	92	142	62	24	136	159	115	86	58	36	40	30	62
3.0	115	157	90	44	140	149	143	111	80	56	64	56	83
4.0	122	148	109	64	130	129	147	122	94	71	84	80	97
5.0	119	128	117	81	113	106	135	121	101	82	97	100	104
6.0	109	102	115	94	94	85	115	111	101	89	104	112	104
7.0	94	78	106	101	76	66	91	97	96	91	104	115	99
8.0	78	56	93	102	59	50	68	81	87	88	98	111	90
9.0	62	39	77	97	45	37	48	65	77	83	89	99	79
10.0	48	26	61	88	34	27	32	50	65	75	76	84	66
11.0	36	17	47	76	25	20	21	37	54	66	63	66	53
12.0	26	11	34	62	18	14	13	27	43	57	49	49	41
13.0	18	6	24	49	12	10	8	18	34	47	38	35	30
14.0	12	4	16	37	9	7	4	13	26	38	27	23	22
15.0	8	2	10	26	6	5	2	8	19	30	19	14	15
16.0	5	1	6	18	4	3	1	5	14	23	13	8	10
17.0	3	1	4	12	3	2	1	3	10	17	9	5	7
18.0	2	0	2	7	2	1	0	2	7	12	5	2	4
19.0	1	0	1	4	1	1	0	1	5	9	3	1	3
20.0	1	0	1	3	1	1	0	1	3	6	2	1	2
21.0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	4	1	0	1
22.0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	3	1	0	1
23.0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0
24.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
25.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
26.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

A and U are given in m/s, P in W/m² and the frequencies of occurrence in per mille and per cent (f).

ALLEGATO 5

Ubicazione ge

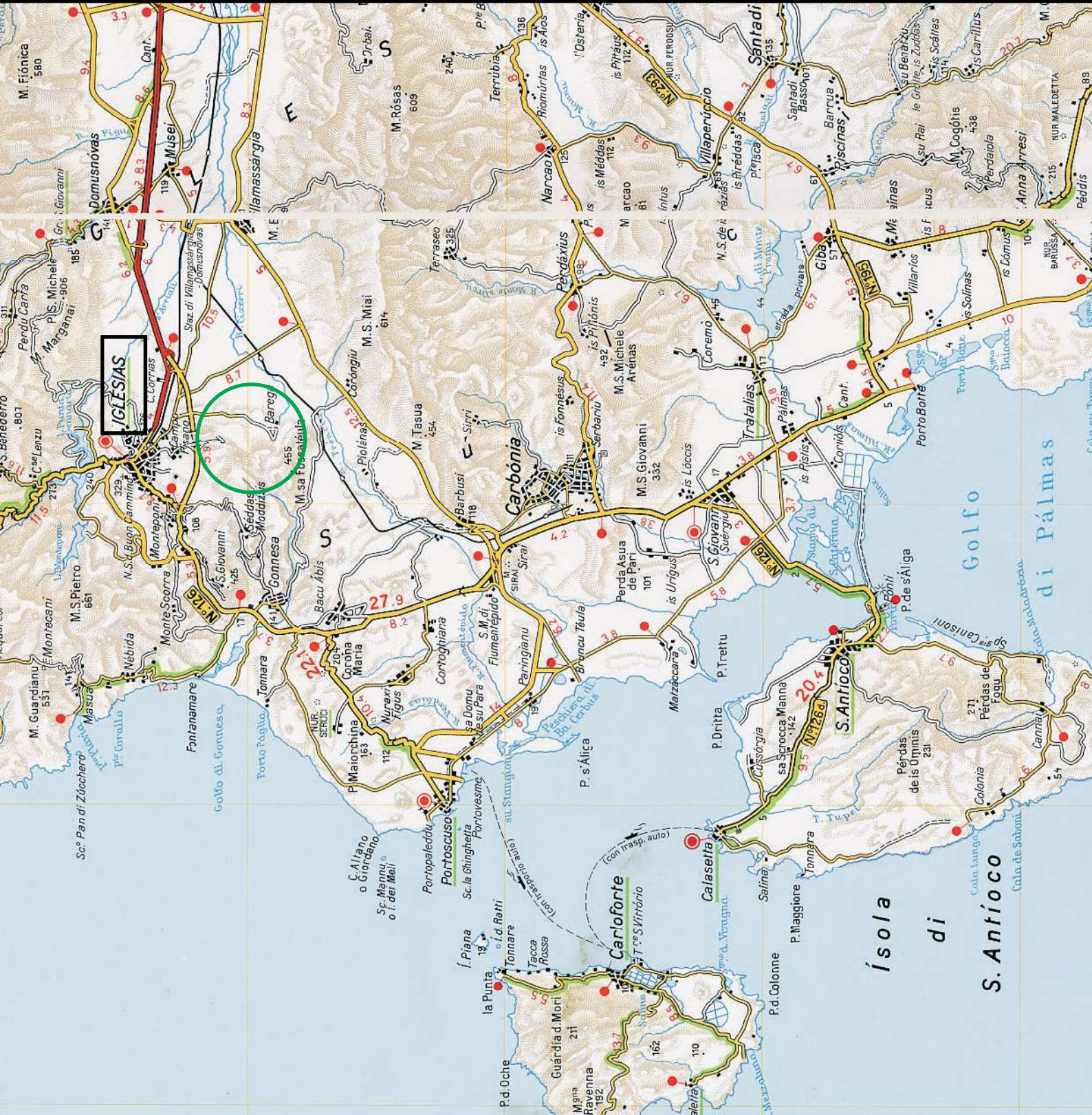
Scala 1:200.0



Sito eolico



Regione



Ubicazione degli

LEGENDA

Aerogen



Sito eolico



Confini r



Confini p



Confini c



Cartina di base IGM, IGLIAS 233 IV NO



ALLEGATO 6



Siemens Gamesa 5.X Enhanced performance



Flexible power output and two rotor sizes to enhance performance at any sites

Siemens Gamesa evolved generation of turbines conceived to deliver a competitive value proposition for our customers

Siemens
Gamesa, your
technology
partner

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 almost 134 GW installed throughout the world, equips us with the right tools for providing the suitable technological solutions for each project delivering a competitive LCoE.

We know what this means: track record, commitment and passion for what we do. And we deliver it now to our customers.

Siemens Gamesa 5.X is a generation of turbines that offers:

- Flexible power output and two rotor sizes for a competitive LCoE.
- Site adaptability to configure the suitable solution for each project.
- Versatility, a highly flexible design for logistics, construction and service.



Siemens Gamesa technology

The Siemens Gamesa 5.X onshore platform has its roots in Siemens Gamesa geared technology, in which we have extensive knowledge and expertise. This include a doubly-fed generator and partial converter combination and a compact drive train design with a three-stage gearbox. The result is a wind turbine designed to enhance performance and LCoE.

Siemens Gamesa 5.X goes one step further to become a platform that combines a flexible power rating from 5.6 MW to 7.0 MW with two rotors of 155 and 170 meters, to obtain high performance in all wind conditions.

SG 6.6-155, SG 6.6-170 and SG 7.0-170 turbines mean greater AEP per wind turbine and enhanced CAPEX for the project. This is also due to their versatility, with a modular, flexible design for 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 control strategies that enable intelligent load reduction and a greater applicability for the Siemens Gamesa 5.X platform in different wind conditions.

- A modular, enhanced 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, 185 and site-specific	115, 135, 155, 165, 185 m and site-specific
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

Finland

Tarvonsalmenkatu 19
FI-02600 Espoo

Italy

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

Poland

Zupnicza street 11
3rd Floor
03-821 Warsaw

Austria

Siemensstrasse 90
Vienna 1210

France

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

Via Vipiteno 4
20128 Milan

Singapore

60 MacPherson Road
Singapore, 348615

Brazil

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

97 allée Alexandre Borodine
Cedre 3, 69800 Saint Priest

Japan

14F Tokyo Shiodome Building
1-9-1, Higashi Shimbashi
Minato-ku, Tokyo

South Africa

Siemens Park
300 Janadel Avenue
Halfway House
Midrand 1685

Canada

1577 North Service Road East
Oakville, Ontario L6H 0H6

Germany

Beim Strohhaus 17-31
20097 Hamburg

Mexico

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

South Korea

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

Chile

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

BCB business center in Kiel
Hopfenstr. 1 D
24114 Kiel

Morocco

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

Sweden

Evenemangsgatan 21
169 79 Solna

China

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

Mary-Sommerville-Straße 14
28359 Bremen

Greece

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

Netherlands

Prinses Beatrixlaan 800
2595 BN Den Haag

Turkey

Esentepe mahallesi Kartal
Yakacik Yolu No 111
34870 Kartal
Istanbul

500, Da Lian Road
Yangpu District
200082 Shanghai

India

No. 489, GNT Road
Thandalkazhani Village
Vadagarai PO, Redhills
Chennai 600052

Norway

Nydalsveien 33
NO-0484 Oslo

United Kingdom

Arena Business Centre
Watchmoor Park
Riverside Way
Camberley, GU15 3YL

Croatia

Heinzelova 70 A
10000 Zagreb

Indonesia

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

Pakistan

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

United States

11950 Corporate Boulevard
Orlando, FL 32826

Egypt

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

Ireland

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

Philippines

10th Floor
8767 Paseo de Roxas, Makati

Regus, Eco Tower
Bonifacio City, Manila

Vietnam

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

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.

08/2023

ALLEGATO 7

IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI IGLESIAS (SU) – REGIONE SARDEGNA

Stazione di riferimento	RIF1_HH135
Modello aerogeneratore	Siemens Gamesa SG 6.6-170
Potenza nominale	6.6 MW
Diametro Rotore	170 m
Altezza di mozzo	135.0 m

AG / RIF.	Coordinate UTM ED50 - Fuso 32		Base macchina (m s.l.m.)	Dati al mozzo						
	Longitudine	Latitudine		Stima svolta con WASP			Ore equiv. (MWh/MW)			
				H mozzo (m)	V (m/s)	P Lorda (MWh/a)	Perdite per scia (%)	P Lorda netto scie (MWh/a)	Ore equiv. (MWh/MW)	
WTG01	459,228	4,346,202	297	135.0	6.50	20,723	5.65	19,553	2963	
WTG02	459,869	4,346,307	267	135.0	6.31	19,702	8.18	18,090	2741	
WTG03	460,071	4,346,859	301	135.0	6.69	21,756	8.41	19,926	3019	
WTG04	459,881	4,347,564	320	135.0	6.66	21,620	2.56	21,067	3192	
WTG05	460,490	4,348,223	350	135.0	7.11	23,884	1.00	23,645	3583	
WTG06	459,527	4,346,991	297	135.0	6.42	20,331	4.67	19,382	2937	
MEDIE				305	135.0	6.62	21,336	5.08	20,277	3072
TOTALI						128,016		121,663		

Note:

1) Producibilità lorda calcolata con curva di potenza alla densità dell'aria di 1.225 kg/m³, corrispondente alla quota del mare