

REGIONE  
BASILICATA



Provincia MATERA



COMUNE DI ALIANO (MT)



**PROGETTO DEFINITIVO RELATIVO ALLA REALIZZAZIONE DI UN  
IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 5 AEROGENERATORI E  
DALLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N.**

ID\_VIP: 8890

RELAZIONE ANEMOLOGICA

ELABORATO

**A.5**

PROPONENTE:



**SKI 04 s.r.l.**

via Caradosso n.9  
Milano 20123  
P.IVA 11412940964  
CF 11479190966

CONSULENZA:

PROGETTO E SIA:



**ATECH srl**

Via Caduti di Nassirya, 55  
70124- Bari (BA)  
pec: atechsrl@legalmail.it  
Ing. Alessandro Antezza

Il DIRETTORE TECNICO  
Ing. Orazio Tricarico



**SOLARITES s.r.l.**

piazza V. Emanuele II n.14  
Ceva (CN) 12073

EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
1	APRILE 2024	B.C.C	A.A. - O.T.	A.A. - O.T.	Riscontro nota MIC_SABAP-BAS 08/03/2024 0003002-P
0	GIUGNO 2022	B.C.C	A.A. - O.T.	A.A. - O.T.	Progetto Definitivo

# Impianto eolico in Località "Le Serre" nel Comune di Aliano (MT)

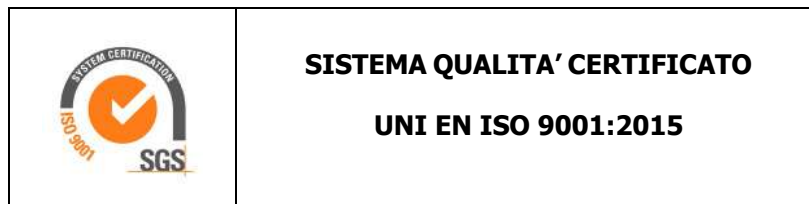
## Studio anemologico e Valutazione della Produzione Eolica attesa

### Revisione 1

CLIENTE	REVISIONE				REDAZIONE
 Statkraft	N°	MESE	ANNO	LUOGO	C. Gaioni
	00	Marzo	2024	GARDONE VAL TROMPIA	
					<b>APPROVAZIONE</b>
					C. Mazzarella
					
<b>ORDINE RIF.</b>	Accettazione offerta 274_BS_2023_Rev1 del 26/11/2023 e successivi accordi				

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

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



## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DATI DI VENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>LOCALIZZAZIONE IMPIANTO .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>AEROGENERATORE .....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>ELABORAZIONE DATI DI VENTO .....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>MODELLO DI CALCOLO .....</b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>AREA DI APPLICAZIONE DEL MODELLO .....</b>	<b>12</b>
<b>8</b>	<b>VERIFICHE SUL MODELLO .....</b>	<b>12</b>
8.1	Verifica dell'approssimazione della curva di Weibull.....	13
8.2	Verifica del gradiente al suolo della velocità del vento .....	14
8.3	Analisi di micrositing .....	15
8.4	Anemometro virtuale.....	16
<b>9</b>	<b>PRODUCIBILITÀ LORDA DELL'IMPIANTO .....</b>	<b>18</b>
<b>10</b>	<b>PRODUZIONE ATTESA AL NETTO DELLE PERDITE D'IMPIANTO .....</b>	<b>18</b>
<b>11</b>	<b>VERIFICA REQUISITI MINIMI PIEAR (1.2.1.3).....</b>	<b>21</b>
<b>12</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>22</b>

✓ *Allegato 1: Tavola*

✓ *Allegato 2: Brochure aerogeneratore di progetto*

✓ *Allegato A: Risultati dell'indagine anemometrica e valutazione della ventosità di lungo periodo*

## 1 PREMESSA

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

Oggetto del presente studio, realizzato da Tecnogaia per conto di **SKI 04 S.r.l.**, è la caratterizzazione anemologica di un sito e la conseguente valutazione di producibilità (o della produzione attesa) di un impianto eolico sito in Località "Le Serre" del territorio comunale di Aliano, nella Provincia di Matera, Regione Basilicata. Detta stima è stata svolta sulla base dei dati anemometrici di una stazione di misura, nel proseguo denominata Riferimento 1 (RIF1), suffragata da confronti e verifiche con altri dati appartenenti alla più ampia area considerata.

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

1. Analisi, validazione ed elaborazione dei dati anemometrici disponibili
2. Predisposizione della mappa territoriale in ingresso al modello con curve di livello e rugosità
3. Simulazione del campo di vento mediante modello WASP
4. Valutazioni della produzione annua di lungo periodo attesa dall'impianto lorda ed al netto delle perdite stimate ( $P_{50\%}$ )
5. Verifica del rispetto dei requisiti minimi anemologici e di producibilità, richiesti dalla normativa regionale

La presente relazione è completata dall'**Allegato A**, riguardante l'analisi dei dati raccolti con la stazione RIF1 utilizzata per le valutazioni e che soddisfa i requisiti temporali richiesti dalla normativa regionale.

Lo studio costituisce una revisione del precedente TG013/2022, del Marzo 2022, e ne differisce, a seguito di specifiche integrazioni richieste dal Committente, per l'aggiunta di una ulteriore stazione anemometrica in area sito e per la riduzione del numero di aerogeneratori, dagli originali 6 agli attuali 5, senza alcuna variazione delle loro geometrie e senza alcuna modifica della potenza unitaria.

Si sottolinea che la scelta del Committente, come la Tavola dell'Allegato 1 e l'Allegato A riportano, di aver già provveduto lo scorso anno, alla messa in opera di un'ulteriore stazione anemometrica, opportunamente posizionata rispetto alla disposizione degli aerogeneratori dell'impianto in autorizzazione, è volta, più che a suffragare le valutazioni di produzione attesa di questo studio, a predisporre quelle informazioni tipicamente richieste dagli advisor finanziari, per ridurre ulteriormente le incertezze complessive delle stime, al fine di meglio intercettare i servizi del credito.

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

## 2 DATI DI VENTO

Per le valutazioni di producibilità nel seguito descritte sono stati utilizzati sia i dati di una stazione anemometrica tutt'oggi attiva, denominata Riferimento 1, sia quelli raccolti da oltre 9 mesi, dalla stazione anemometrica denominata "Aliano" cod. 1748, installata e gestita a cura di TecnoGaia. Si segnala che, al fine di ulteriore verifica della coerenza della serie di dati impiegata, è stato svolto un ulteriore confronto tra dette stazione ed altre serie anemometriche d'area a queste prossime, con buoni risultati, a suffragare la bontà della rappresentatività della risorsa da parte delle stazioni anemometriche scelte per il sito d'interesse.

I processi di analisi dei dati anemometrici disponibili di Riferimento 1, di validazione e di loro successiva elaborazione, per il periodo di un anno preso a riferimento, sono ampiamente illustrati nell'**Allegato A**, cui bisogna riferirsi per approfondimenti e verifiche. Relativamente alle simulazioni con modello è stata invece utilizzata l'intera serie di dati disponibili, di oltre 20 anni. Infatti, tale stazione può essere definita storica ed il suo valore medio annuo misurato valido anche per il lungo periodo.

Le tabelle di seguito, riportando alcuni dati sulla stazione anemometrica RIF1 e sull'elaborazione dei dati raccolti, riassumono il contenuto del monitoraggio anemometrico della stessa:

Nome Stazione	Codice Stazione	H Torre s.l.s.	Coordinate Geografiche WGS84		Altitudine
			Latitudine	Longitudine	m s.l.m.
Riferimento 1	RIF1	15	40° 26' N	15° 54' E	1375

Nome Stazione	Codice Stazione	Periodo di rilevazione		N° mesi
		Data inizio	Data fine	
Riferimento 1	RIF1_1Y	12/05/2022	12/05/2023	12

Inoltre, le tabelle di seguito, riportando alcuni dati sulla stazione anemometrica Aliano cod. 1748 e sull'elaborazione dei dati raccolti, riassumono il contenuto del monitoraggio anemometrico della stessa:

Nome Stazione	Codice Stazione	H Torre s.l.s.	Coordinate Geografiche WGS84		Altitudine
			Latitudine	Longitudine	m s.l.m.
Aliano	1748	97.5	40° 19' N	16° 11' E	797

Nome Stazione	Codice Stazione	Periodo di rilevazione		N° mesi
		Data inizio	Data fine	
Aliano	1748	29/06/2023	31/03/2024	9.1

### 3 LOCALIZZAZIONE IMPIANTO

Il sito in oggetto si trova nel Comune di Aliano, in Provincia di Potenza, nella parte meridionale della Regione Basilicata. L'area geografica che lo ospita, nel suo contesto più ampio, è caratterizzata da un'orografia mediamente complessa. Nel particolare, il sito destinato ad ospitare l'impianto si colloca sulle sommità, o in prossimità, del rilievo collinare di appartenenza, senza alcun rilievo e/o altro ostacolo influente posto in prossimità dello stesso che possa occludere il fluire del vento per alcuni chilometri. La ventosità predominante, come frequenza, risulta proveniente dai settori Nord e Sud/Ovest mentre, come livello energetico, soprattutto da Sud/Ovest.

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

- Altitudine media: **797 m slm**
- Orografia del sito: **mediamente complessa**
- Orografia circostante il sito: **mediamente complessa**
- Utilizzo del terreno: **pascolo / incolto**

Per il sito in oggetto sono state ipotizzate cinque postazioni per aerogeneratori di grande taglia in punti aventi una buona esposizione; per esse non si riscontrano infatti ostacoli al flusso del vento. Nell'intorno dell'area di installazione degli aerogeneratori si rileva la presenza di alcuni impianti eolici in esercizio da alcuni anni, a rimarcare la buona vocazione eolica dell'area più estesa circostante e già ritenuta idonea per tale sfruttamento. Gli stessi sono però a distanze tali da non comportare alcuna interferenza all'impianto in progetto. Questa è la rappresentazione dell'impianto in progetto su immagini satellitari:





Nella tabella sottostante viene fornito il layout dell'impianto, sulla base delle indicazioni di progetto ricevute dal Committente, con le coordinate riportate, rispettivamente, nei sistemi UTM WGS84, UTM ED50 e GAUSS-BOAGA.

Turbina	Quota (m slm)	COORDINATE UTM WGS84		COORDINATE UTM ED50		COORDINATE GAUSS-BOAGA		FUSO
		Long. E	Lat. N	Long. E	Lat. N	Long. E	Lat. N	
SG01	805	599,391	4,463,707	599,457	4,463,899	2,619,400	4,463,713	33 / Est
SG02	840	599,995	4,463,563	600,061	4,463,755	2,620,004	4,463,569	
SG03	800	600,822	4,463,547	600,888	4,463,739	2,620,831	4,463,553	
SG05	782	600,406	4,463,079	600,472	4,463,271	2,620,415	4,463,085	
SG06	761	601,649	4,462,574	601,715	4,462,766	2,621,658	4,462,580	

Nella **Tavola** dell'**Allegato 1** viene riportata l'ubicazione di detto sito su stralcio di cartografia stradale in scala 1:200.000 e, con maggior dettaglio, su stralcio di cartografia IGMI in scala 1:25.000.

Nella tabella sottostante sono invece riportate le inter-distanze tra gli aerogeneratori d'impianto in metri (in alto a destra) e in diametri di un rotore da 155 m (in basso a sinistra). Come si può notare dalla tabella, tutte le posizioni hanno una inter-distanza apice pala di almeno 3 diametri di rotore tra loro, in ottemperanza allo specifico requisito normativo.

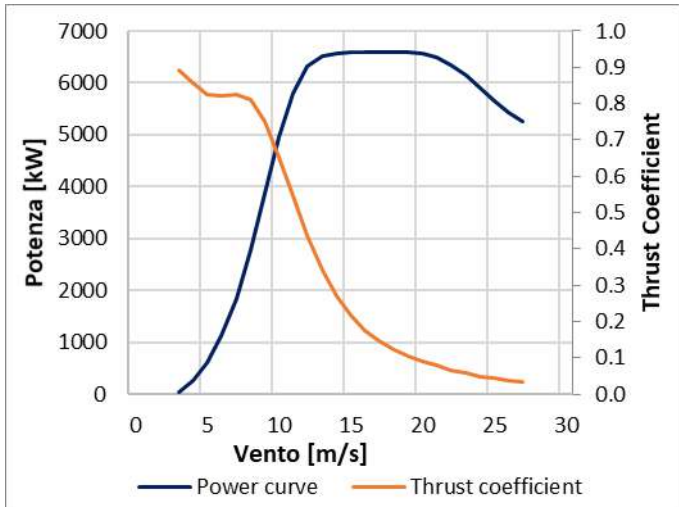
Inter-D	SG01	SG02	SG03	SG05	SG06
SG01		621	1,440	1,193	2,527
SG02	4.0		827	634	1,928
SG03	9.3	5.3		627	1,277
SG05	7.7	4.1	4.0		1,343
SG06	16.3	12.4	8.2	8.7	

#### 4 AEROGENERATORE

Per la valutazione di producibilità è stato indicato l'aerogeneratore Siemens Gamesa SG 6.0-155 con potenza pari a 6.6 MW. La curva di potenza utilizzata è quella calcolata alla densità dell'aria di 1.225 kg/m<sup>3</sup>, corrispondente alla quota del mare (0 m s.l.m.). Di seguito, sono rappresentate nel loro sviluppo sia la curva di potenza (P) che la rispettiva curva di spinta (Ct), utile per la determinazione delle perdite per effetto scia.

Costruttore	Modello	Potenza [MW]	Diametro Rotore [m]	H mozzo [m]	Classe IEC
Siemens Gamesa	SG 6.0-155	6.6 MW	155	122.5	IIA

Turbina		SG 6.0-155		Diametro		155 m	
Altezza di mozzo		122.5 m		Classe IEC		IIA	
Vento (m/s)	Potenza (kW)	Thrust Coefficient					
0	-	-					
1	-	-					
2	-	-					
3	47	0.894					
4	252	0.856					
5	613	0.825					
6	1128	0.821					
7	1840	0.825					
8	2775	0.812					
9	3868	0.750					
10	4948	0.653					
11	5812	0.545					
12	6309	0.436					
13	6513	0.342					
14	6578	0.269					
15	6595	0.216					
16	6599	0.176					
17	6600	0.147					
18	6599	0.123					
19	6592	0.105					
20	6562	0.090					
21	6486	0.078					
22	6342	0.067					
23	6137	0.058					
24	5894	0.049					
25	5652	0.043					
26	5434	0.037					
27	5262	0.033					



## 5 ELABORAZIONE DATI DI VENTO

I risultati conseguiti dalla lettura, validazione ed elaborazione dei dati del sensore di velocità installato sulla stazione anemometrica RIF1 e di quello sommitale della stazione 1748, sono sintetizzati nelle tabelle sottostanti, sia per il periodo di un anno che per quello di nove mesi, per i periodi riportati al Capitolo 2.

Stazione anemometrica	H torre	Periodo rilevazione	Disponibilità dati validati	Velocità media	Energia	Parametri distribuzione di Weibull	
codice	m	mesi	%	m/s	W/m <sup>2</sup>	Vc (m/s)	K
RIF1	15	12	98.3	5.06	298	5.72	1.35

Stazione anemometrica	H torre	Periodo rilevazione	Disponibilità dati validati	Velocità media	Energia	Parametri distribuzione di Weibull	
codice	m	mesi	%	m/s	W/m <sup>2</sup>	Vc (m/s)	K
1748	97.5	9.1	100	6.00	307	6.75	1.72

Nell'**Allegato A** sono riportate informazioni di maggior dettaglio sull'analisi statistica dei dati rilevati dalle stazioni, in particolare l'Allegato si compone dei seguenti documenti:

- **A1:** Raccolta della documentazione tecnica della stazione anemometrica
- **A2:** Tabelle delle disponibilità (giornaliera e mensile) dei dati anemometrici
- **A3:** Risultati delle elaborazioni statistiche dei dati anemometrici
- **A4:** Correlazioni velocità media mensile stazione Aliano 1748 con storica RIF1\_T

La misura a 15 m dal suolo di RIF1 presenta una disponibilità dati del 98.3%, per il periodo di misura di circa un anno considerato, in accordo alle normative regionali.

Inoltre, la misura a 98m di Aliano Cod. 1748, presenta una disponibilità dati del 100% per il periodo di misura di circa nove mesi considerato al momento.

I dati non possono essere considerati 'storici' e di conseguenza si è deciso di utilizzare l'intera serie di dati di RIF1 per le valutazioni successive, oltre a destagionalizzare i dati della 98m Cod. 1748, correlando quest'ultimi coi dati contemporanei storici di RIF1. Di seguito si riportano le tabelle complete delle statistiche principali.

Nome Stazione	Codice Stazione	Periodo di rilevazione		N° mesi
		Inizio	Fine	
Riferimento 1	RIF1_T	Ottobre 2001	*** attiva ***	269

Stazione anemometrica	H torre	Disponibilità dati validati	Velocità media	Energia	Parametri distribuzione di Weibull	
codice	M	%	m/s	W/m <sup>2</sup>	Vc (m/s)	K
RIF1_T	15	90.0	5.70	398	6.28	1.33

Nome Stazione	Codice Stazione	Periodo di rilevazione		N° mesi
		Inizio	Fine	
Aliano	1748	29/06/2023	*** attiva ***	9.1

Stazione anemometrica	H torre	Disponibilità dati validati	Velocità media	Energia	Parametri distribuzione di Weibull	
codice	M	%	m/s	W/m <sup>2</sup>	Vc (m/s)	K
1748	97.5	100	6.00	307	6.75	1.72

## 6 MODELLO DI CALCOLO

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

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

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

## 7 AREA DI APPLICAZIONE DEL MODELLO

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

In questo caso si è utilizzata una mappa di circa 950 km<sup>2</sup>, specificatamente un rettangolo di 32x30 km, con curve di livello derivate da database Tinality (modello digitale senza soluzione di continuità [DEM] dell'intero territorio italiano) con passo di quota di 10 metri, verificate con la cartografia IGM nei dintorni del sito e delle stazioni utilizzate per la valutazione. Per la medesima area si è utilizzata la rugosità del terreno derivata dal database Corine Land 2018.

## 8 VERIFICHE SUL MODELLO

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

valutazione della qualità del processo, utile alla determinazione dell'incertezza inevitabilmente insita nella metodologia utilizzata.

Nello specifico sono state effettuate verifiche sull'approssimazione della distribuzione in ingresso al modello e sul gradiente al suolo, cioè sulla capacità del modello di valutare correttamente le variazioni di velocità del vento al variare dell'altezza dal suolo. Inoltre, grazie alla presenza dell'altra serie di dati appartenente alla stazione localizzata nell'area considerata, si è proceduto anche a svolgere un'analisi di micrositing, al fine di testare il comportamento del modello di calcolo, i cui risultati sono stati soddisfacenti.

### **8.1 Verifica dell'approssimazione della curva di Weibull**

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

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

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

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

Per la valutazione in oggetto, per quanto riguarda RIF1\_T, la prima verifica ha evidenziato una leggera sottostima sui parametri relativi alla velocità e una sovrastima di circa 0.5 punti percentuali sull'energia. La seconda verifica, invece, ha evidenziato scostamenti leggermente maggiori, con sovrastime comunque inferiori al punto percentuale. Le differenze riscontrate sono contenute ed all'interno delle incertezze tipiche di questo processo e si può dunque considerare la verifica soddisfacente.

Relativamente alle medesime verifiche svolte con la seconda serie di dati in sito Cod.1748, la prima è da considerarsi positiva, in quanto vi è assenza di scostamento sul raffronto tra i parametri di energia specifica e una differenza decisamente contenuta sul confronto tra le ventosità (inferiore agli 0.2 punti percentuali).

Gli esiti della seconda verifica denotano la tendenza del modello a sovrastimare, nel punto spaziale dell'anemometro, sia i parametri di ventosità che quelli relativi all'energia, ovvero quelli che influiscono maggiormente sulla stima di produzione. Le differenze riscontrate sono comunque all'interno

delle incertezze tipiche di questo processo (circa un punto percentuale sull'intensità del vento e circa 2 sulla potenza) e si può quindi ritenere soddisfacente la verifica anche per 1748.

## 8.2 Verifica del gradiente al suolo della velocità del vento

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

Nel caso specifico, non disponendo di un valore di gradiente misurato per la stazione RIF1, il confronto può essere svolto unicamente confrontando il valore di gradiente atteso, sulla base del punto di installazione della torre di misura, e quanto stimato dal modello di calcolo nella stessa posizione.

Per soddisfare l'esigenza descritta, è stata effettuata una simulazione sulla verticale della stazione d'area, utilizzando in ingresso al modello i dati della stessa, confrontando i valori di  $\alpha$  stimati tra l'altezza di misura e quella del mozzo utilizzato.

Un valore di gradiente che ci si possa attendere, sulla base della morfologia del territorio di appartenenza della stazione, è di media entità. Il gradiente al suolo stimato dal modello di calcolo è di entità molto inferiore rispetto al valore atteso, determinando uno scostamento sulla ventosità piuttosto elevato. Ciò potrebbe comportare una sensibile sottostima nella conseguente valutazione di produzione. Alla luce di questa verifica, si ritiene preferibile estrapolare la serie di dati misurata da RIF1\_T all'altezza mozzo utilizzando, con atteggiamento cautelativo, un valore comunque inferiore a quanto atteso, ovvero 0.08.

Invece, relativamente alla stazione 1748, disponendo di un valore di gradiente misurato, il confronto può essere svolto confrontando i valori di  $\alpha$  sperimentali, ovvero misurati, e quanto stimato dal modello di calcolo nello stesso punto di installazione delle stazioni di misura alle altezze interessate.

Per soddisfare l'esigenza descritta sono state effettuate diverse simulazioni sulla verticale della stazione, utilizzando in ingresso al modello i dati della stessa e confrontando dapprima i valori di  $\alpha$  stimati fra due altezze di misura e, successivamente, tra le altezze di misura e le altezze mozzo.

Per la verifica in atto sono state svolte le simulazioni fra i sensori a 92 m, 70 m e 50 m, cioè quelli soggetti alla medesima esposizione considerando le interferenze che la torre di misura può esercitare su di essi. I risultati ottenuti hanno evidenziato una buona lettura del gradiente da parte del modello di calcolo. La successiva verifica è stata svolta con una simulazione sulla verticale della stazione

fra la misura del sensore sommitale, 97.5 m, e l'altezza mozzo, 122.5 m. Il gradiente stimato dal modello di calcolo è pari a 0.138, un valore che, raffrontato ai valori sperimentali campionati nel modo sopra indicato, potrebbe portare a una leggera sovrastima della risorsa. Si è dunque deciso di utilizzare un gradiente più cautelativo per estrapolare il sensore sommitale all'altezza mozzo di 122.5, pari circa a 0.12.

Il risultato dell'estrapolazione può essere riassunto nella tabella seguente:

Stazione anemometrica	Altezza estrapolazione	Velocità media	Energia	Parametri distribuzione di Weibull	
codice	m	m/s	W/m <sup>2</sup>	Vc (m/s)	K
1748_S_H122.5	122.5	6.02	311	6.7	1.68

### 8.3 Analisi di micrositing

Quando per valutare la ventosità di un sito si hanno a disposizione serie di dati registrate da più stazioni anemometriche è possibile verificare il comportamento del modello confrontando le stime da esso ottenute utilizzando alternativamente in ingresso i dati di una di esse e il valore misurato dalle altre.

Nelle simulazioni di micrositing, solitamente gli errori sono contenuti quando il modello stima la velocità del vento sulla stazione stessa che l'ha generato, mentre potrebbero essere elevati quando la stessa valuta la ventosità dell'altra stazione in esame, soprattutto in proporzione alla distanza e, ovviamente, all'orografia del territorio intercorrente.

Nel caso specifico, oltre a RIF1, come già evidenziato in precedenza, si dispone dell'altra serie di dati (1748), la quale, oltre ad essere rappresentativa per localizzazione ed altezza di misura, è anche all'interno dell'area del sito in progetto.

A seguito della verifica, nella quale sono state rapportate le velocità medie del vento misurate a quelle stimate da WASP all'interno del modello virtuale nello stesso punto degli anemometri, si è provveduto, facendo riferimento ai risultati emersi sul gradiente al suolo della velocità del vento, ad utilizzare la serie di dati di RIF1 previa sua estrapolazione all'altezza di 122.5 m utilizzando, come già indicato, un valore di gradiente inferiore a quello atteso, seppure di entità superiore a quanto stimato dal modello di calcolo giudicato, per il caso specifico, troppo sottostimato.

Per l'altra serie di dati utilizzata (1748), sono state prese le opportune decisioni, attraverso estrapolazioni all'altezza di mozzo indicata, utilizzando di volta in volta il gradiente sperimentale noto, grazie alla presenza, sulla stessa stazione, di più anemometri a diverse altezze.



I risultati delle verifiche di micrositing sono positivi. Infatti, in queste nuove simulazioni gli errori commessi diminuiscono sensibilmente e possono essere ritenuti più che accettabili in considerazione delle distanze (tra le stazioni) e della complessità territoriale (orografia). Questo aspetto va in qualche misura a confermare le valutazioni intraprese nella scelta del gradiente da utilizzare per l'estrapolazione stessa.

Va comunque sottolineato che la difficoltà del modello di calcolo ad interpretare la ventosità nei diversi punti del territorio analizzato è un fattore che comporterà un aumento nelle incertezze sia legate ai parametri di ventosità che associate al modello di calcolo, incertezze, i cui effetti sulle stime di produzione però, tendono ad essere mitigate dall'approccio cautelativo del presente studio preliminare, atto a valutare la ragionevole sostenibilità del progetto in autorizzazione.

#### 8.4 Anemometro virtuale

Sulla base dei risultati ottenuti ai paragrafi precedenti e relative verifiche e correlazioni svolte tra le serie disponibili, con i dati della stazione Aliano 1748, opportunamente destagionalizzati con RIF1\_T, è stata ricostruita una distribuzione del vento in sito di lungo periodo all'altezza dal suolo di 122.5 m in corrispondenza della posizione dell'aerogeneratore d'impianto **SG03** che, come ventosità e altitudine, ben rappresenta l'intero parco eolico.

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

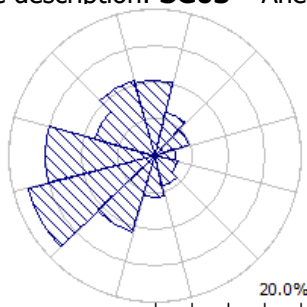
**Nella prima parte della tabella** sono riportati, per ciascuno degli 8 settori di direzione in cui è stato suddiviso l'angolo giro di 360° i seguenti parametri:

- A velocità caratteristica in m/s della distribuzione di Weibull
- k fattore di forma della distribuzione di Weibull
- U velocità media in m/s
- P potenza specifica della vena fluida in W/m<sup>2</sup>
- f frequenza percentuale del settore di provenienza del vento

**Nella seconda parte della tabella** sono riportate le distribuzioni delle velocità del vento per settori di direzione, fornite in input al modello. In particolare, le distribuzioni riportano, per ciascuna classe di velocità del vento di 1 m/s (U) e per ciascuno degli 8 settori di direzione, le frequenze espresse in 'per mille' delle velocità del vento comprese nella classe di velocità e nel settore di direzione. La colonna Total riporta la distribuzione delle velocità indipendenti dalle direzioni del vento.

### 'ANEMOMETRO VIRTUALE'- Observed Wind Climate

Stazione: **Aliano 1748** – Site description: **SG03** – Anemometer height: 122.5 m a.g.l.



-	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
A	6.8	4.8	4.0	3.8	3.8	3.8	4.9	7.5	8.7	8.4	7.2	7.2
k	1.81	1.46	1.70	1.89	1.14	1.25	1.23	1.73	2.25	2.34	2.06	2.00
U	6.05	4.37	3.59	3.39	3.66	3.57	4.61	6.69	7.71	7.45	6.38	6.39
P	288	145	65	48	133	103	229	411	481	420	296	305
f	10.2	6.1	4.8	2.8	3.2	4.2	5.7	10.8	17.9	15.0	8.7	10.6

U	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	All
1.0	31	98	92	78	198	174	134	30	8	7	17	19	46
2.0	73	147	175	181	185	189	151	66	28	27	52	55	79
3.0	100	152	193	215	151	163	138	89	51	52	83	85	97
4.0	115	139	173	194	118	130	119	101	73	76	106	106	106
5.0	118	118	135	145	91	99	99	105	90	95	118	117	107
6.0	113	95	95	93	69	74	81	102	102	109	121	118	103
7.0	102	73	61	52	51	53	65	95	107	114	114	111	95
8.0	87	55	36	25	38	38	51	85	105	111	101	98	84
9.0	71	40	20	11	28	26	40	73	97	101	83	81	72
10.0	56	28	10	4	20	18	31	61	85	86	65	64	59
11.0	42	19	5	1	15	12	23	49	71	70	49	48	46
12.0	31	13	2	0	10	8	18	39	56	53	34	35	35
13.0	22	9	1	0	7	5	13	30	43	38	23	24	25
14.0	15	5	0	0	5	4	10	22	31	25	15	16	17
15.0	10	3	0	0	4	2	7	16	21	16	9	10	12
16.0	6	2	0	0	3	2	5	12	14	10	5	6	7
17.0	4	1	0	0	2	1	4	8	9	5	3	3	5
18.0	2	1	0	0	1	1	3	6	5	3	1	2	3
19.0	1	0	0	0	1	0	2	4	3	1	1	1	2
20.0	1	0	0	0	1	0	2	3	2	1	0	1	1
21.0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	1
22.0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
23.0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
24.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## 9 PRODUCIBILITÀ LORDA DELL'IMPIANTO

La producibilità lorda dell'impianto è stata valutata in rapporto al modello di aerogeneratore indicato dal Committente e raffigurato al Capitolo 4.

I risultati ottenuti con il modello di calcolo sono riportati nella tabella sottostante.

Turbina	Coordinate UTM WGS84		Elev.	HH	Vmed	Prod. Lorda	Perdita Scia	P.Lorda (netto scia)	Ore	Verifica I.D.V.
	Fuso 33									
ID	X [m]	Y [m]	[m]	[m]	[m/s]	[MWh]	[%]	[MWh]	[anno]	[≥0.15]
SG01	599,391	4,463,707	806	122.5	6.25	17,288	0.43	17,214	2608	0.20
SG02	599,995	4,463,563	840	122.5	6.50	18,497	3.74	17,806	2698	0.21
SG03	600,822	4,463,547	799	122.5	6.12	16,654	8.04	15,314	2320	0.18
SG05	600,405	4,463,079	781	122.5	6.02	16,141	3.95	15,504	2349	0.18
SG06	601,649	4,462,574	761	122.5	6.03	16,178	1.75	15,896	2408	0.18
<b>MEDIE</b>			<b>797</b>	<b>122.5</b>	<b>6.18</b>	<b>16,952</b>	<b>3.58</b>	<b>16,347</b>	<b>2477</b>	<b>0.19</b>
<b>TOTALI</b>						<b>84,758</b>		<b>81,734</b>		

## 10 PRODUZIONE ATTESA AL NETTO DELLE PERDITE D'IMPIANTO

La tabella sottostante riporta in sintesi la producibilità lorda.

Producibilità lorda						
Impianto	H Mozzo [m]	Potenza nominale [MW]	N° AG	Potenza impianto [MW]	Producibilità lorda [MWh/anno]	Ore [Ore/anno]
<b>Siemens Gamesa SG 6.0-155</b>	122.5	6.6	5	33	<b>81,734</b>	<b>2477</b>

A tale producibilità lorda 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 ed O&M, nonché una volta disponibile il progetto elettrico esecutivo dell'impianto.**

Perdite considerate	Siemens Gamesa SG 6.0-155
Densità aria (alla densità di 1.12 Kg/m <sup>3</sup> )	-6.3%
Disponibilità aerogeneratori	-3.0%
Disponibilità aerogeneratori – non contrattuale	-0.5%
Disponibilità B.O.P.	-1.0%
Disponibilità rete	-0.2%
Perdite elettriche d’impianto	-1.5%
Perdite ambientali	-0.5%
Performance aerogeneratori	-1.5%
<b>Totale perdite</b>	<b>-13.7%</b>

**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, la seguente producibilità netta:

Producibilità netta P <sub>50%</sub>						
Impianto	Potenza nominale [MW]	N° AG	H mozzo (m)	Potenza impianto [MW]	Producibilità [MWh/anno]	Ore [Ore/anno]
<b>Siemens Gamesa SG 6.0-155</b>	6.6	5	122.5	33	<b>70,507</b>	<b>2137</b>

così distribuita:

Turbina	Elev.	HH	Vmed	Prod. Lorda	Perdita Scia	P.Lorda (netto scia)	Perdite stimate	P Netta P50%	Ore equiv. nette	Verifica I.D.V. (netto)
ID	[m]	[m]	[m/s]	[MWh]	[%]	[MWh]	[%]	[MWh]	[MWh/MW]	[≥0.15]
SG01	806	122.5	6.25	17,288	0.43	17,214	-13.7%	14,850	2250	0.17
SG02	840	122.5	6.50	18,497	3.74	17,806		15,360	2327	0.18
SG03	799	122.5	6.12	16,654	8.04	15,314		13,211	2002	0.15
SG05	781	122.5	6.02	16,141	3.95	15,504		13,374	2026	0.15
SG06	761	122.5	6.03	16,178	1.75	15,896		13,713	2078	0.16
<b>MEDIE</b>	<b>797</b>	<b>122.5</b>	<b>6.18</b>	<b>16,952</b>	<b>3.58</b>	<b>16,347</b>		<b>14,101</b>	<b>2137</b>	<b>0.16</b>

## 11 VERIFICA REQUISITI MINIMI PIEAR (1.2.1.3)

Nella tabella di cui nel seguito si riportano i risultati delle attività di verifica dei requisiti tecnici minimi richiesti dalla Regione per la realizzazione di un impianto eolico in Basilicata.

- Per la determinazione della velocità media annuale del vento a 25 m dal suolo si faccia riferimento al Capitolo 7 dell'**Allegato A**
- Per le ore equivalenti di funzionamento si faccia riferimento alla produzione attesa al Capitolo 10
- Per la densità volumetrica è stata applicata la formula indicata, considerando:
  - Energia prodotta annualmente dalla turbina come sopra determinata
  - Diametro di 155.0 m
  - Altezza totale dell'aerogeneratore (apice pala) pari a 200.0 m essendo l'altezza da terra del mozzo di 122.5 m ed il raggio del rotore pari a 77.5 m

Identificativo della Norma	Requisito tecnico	Valore soglia	Valore di verifica	Esito
a.	Velocità media annua a 25 m dal suolo	$\geq 4$ m/s	5.29 m/s	<b>Positivo</b>
b.	Ore equivalenti di funzionamento (MWh/MW) considerando: Potenza impianto <b>33.0 MW</b> Energia prodotta <b>70,507 MWh/anno</b>	$\geq 2000$ h/anno	$\geq 2000$ per ogni aerogeneratore	<b>Positivo</b>
c.	Densità volumetrica di energia annua unitaria (kWh/(anno·m <sup>3</sup> )) considerando: Energia prodotta <b>14,101 MWh/anno</b> H mozzo <b>122.5 m</b> D rotore <b>155.0 m</b>	$\geq 0.15$	$\geq 0.15$ per ogni aerogeneratore	<b>Positivo</b>
d.	Numero di aerogeneratori	$\leq 30$	5	<b>Positivo</b>

Per i punti b. e c., il superamento della soglia macchina per macchina è riportato nella tabella al Capitolo 10.

## 12 CONCLUSIONI

Il presente rapporto contiene i risultati di valutazione della produzione attesa dall'impianto eolico ricadente in Località "Le Serre" in progetto nel territorio comunale di Aliano (MT).

La valutazione della producibilità è stata ottenuta mediante applicazione di un modello fluidodinamico del vento utilizzando in ingresso una serie di dati anemometrici, previa loro verifica e storicizzazione con anemometro ventennale, appartenenti ad una stazione di rilevamento le cui misure ben caratterizzano un ampio territorio circostante.

La serie di dati di Riferimento 1 Cod. RIF1, le cui caratteristiche soddisfano i requisiti temporali richiesti dalla normativa regionale e quella di Aliano Cod. 1748, sono state ampiamente analizzate nell'**Allegato A** del presente studio. La loro bontà e validità è stata confermata grazie a idonee verifiche tra loro e con altre serie di dati appartenenti alla più ampia area considerata, oltre che a conferme grazie alle analisi di micrositing effettuate.

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

In una fase successiva all'ottenimento del titolo abilitativo sarebbe auspicabile uno studio più approfondito che, tra le altre cose, valuti le incertezze dei processi e delle metodologie applicati.

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

In particolare, nell'ambito delle richieste della normativa regionale in tema di autorizzazioni, detto valore è stato fissato in 2000 ore annue equivalenti, superate nel caso considerato, utilizzando il modello di aerogeneratore ipotizzato.

La medesima normativa fissa altri requisiti tecnici minimi che questo studio ha consentito di verificare con esito positivo.

*ALLEGATO 1*

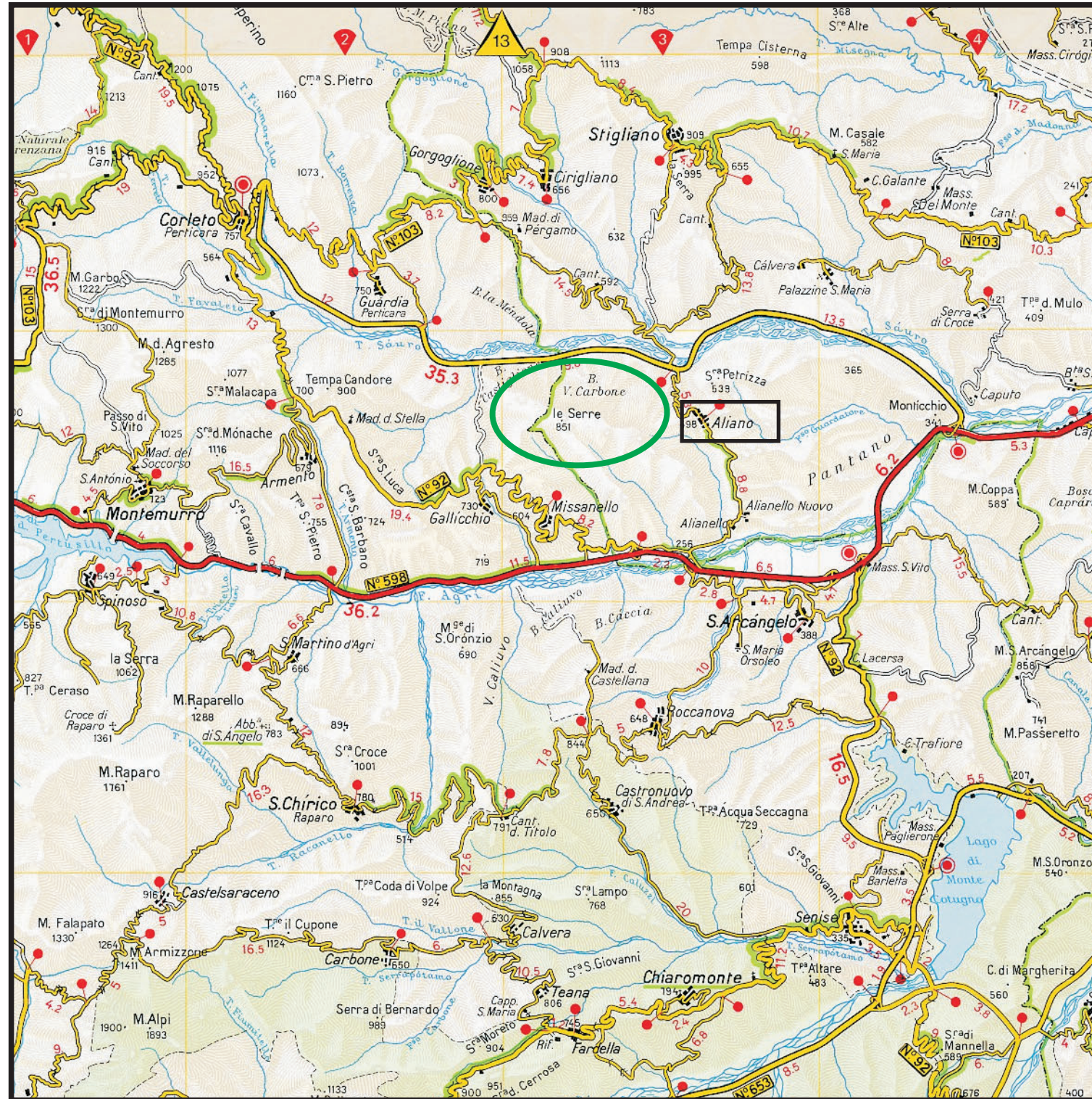
---



# SITO EOLICO "Le Serre"

Comune di Aliano (MT)

## Ubicazione geografica del sito



Scala 1:200.000



 Ubicazione del sito



Regione: BASILICATA

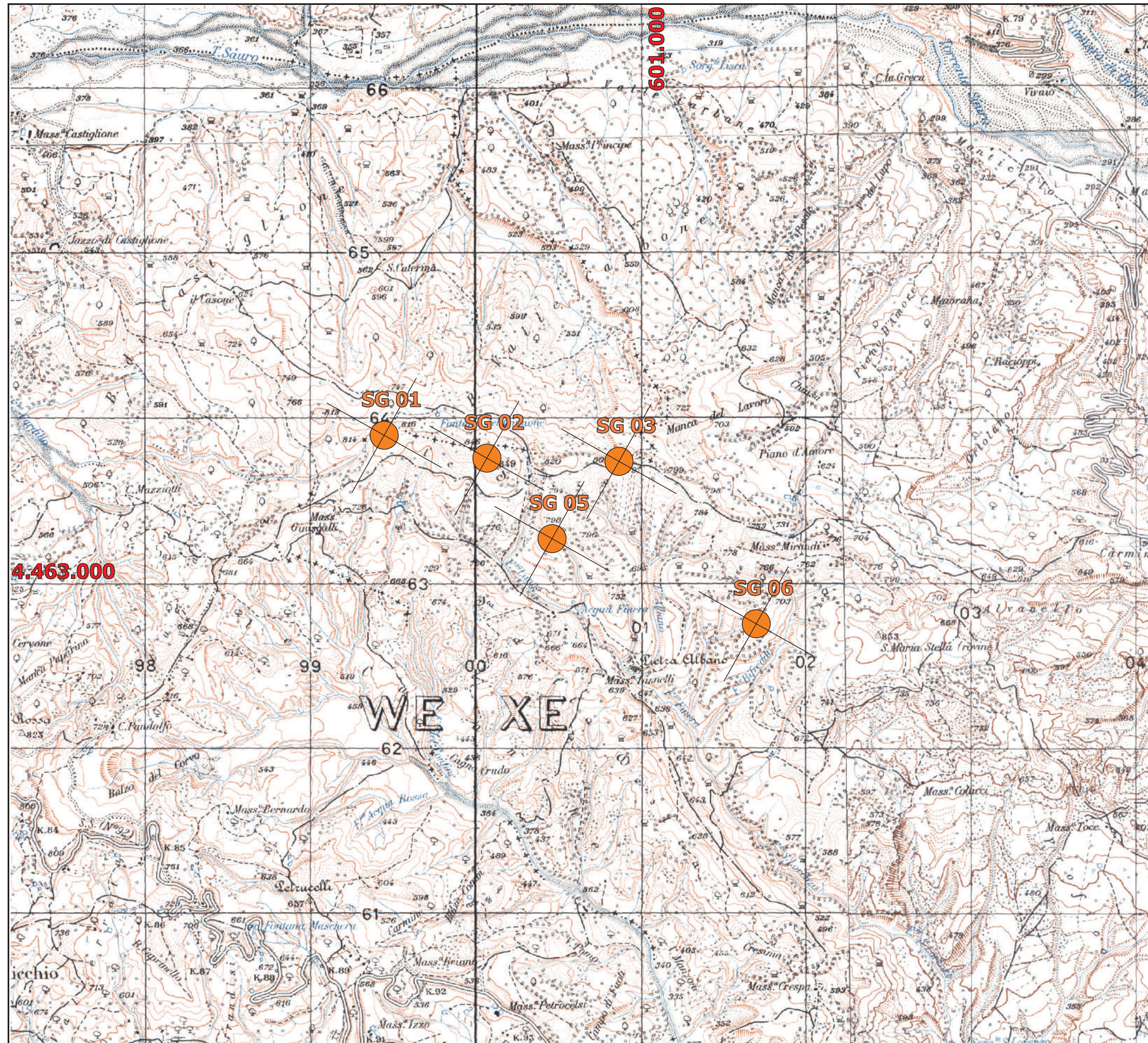
Cartina di base: Atlante stradale d'Italia, Volume SUD 1:200.000, Ediz. TCI, Milano 2004.



# IMPIANTO EOLICO "Le Serre"

Comune di Aliano (MT)

Ubicazione degli Aerogeneratori



## LEGENDA

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

Cartina di base IGMI, serie 25V:  
GALLICCHIO 211 IV NE

Scala 1:25.000



Regione: Basilicata



*ALLEGATO 2*

---



# Siemens Gamesa 5.X Reaching new heights



# Siemens Gamesa technology with benchmark performance and proven reliability

SG 6.6-155 and SG 6.6-170: Siemens Gamesa next-generation solutions conceived to deliver an outstanding value proposition for our customers

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

At Siemens Gamesa, we strive to anticipate opportunities in an increasingly discerning market. Our wind technology expertise, backed by more than 40 years of experience and over 114 GW installed throughout the world, equips us with the right tools for imagining the future, making it present and taking wind energy to the next level.

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

Siemens Gamesa 5.X is a new generation of

turbines that takes Siemens Gamesa to new heights:

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



### Proven technology

The new Siemens Gamesa 5.X onshore platform has its roots in Siemens Gamesa technology, synonymous with innovation, know-how and reliability accredited through experience. Siemens Gamesa 5.X incorporates proven technologies, minimizing risk and guaranteeing reliability for its two new product models: SG 6.6-155 and SG 6.6-170 wind turbines. These include a doubly-fed generator and partial converter combination, a compact drive train design with a three-stage gearbox, and the use of components widely validated on the other Siemens Gamesa platforms. The result is a wind turbine design that gives optimum performance and LCoE.

### Benchmark in power output and rotor size

Siemens Gamesa 5.X goes one step further to become the new generation platform that combines a flexible power rating from 5.6 MW to 6.6 MW with two of the largest rotor diameters in the market, 155 and 170 meters, resulting in maximum performance in high-, medium- and low-wind conditions.

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

### Unique, tailored solutions

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

- Configuring flexible, personalized power modes fully tailored to the needs of each site.
- An extensive catalog of towers with multiple available

technologies and the additional capability to create specific project designs.

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

## Technical specifications



	SG 6.6-155	SG 6.6-170
<b>General details</b>		
Rated power	6.6 MW	
Wind class	Medium and high	Low and medium
Flexible power rating	From 5.6 MW to 6.6 MW	
Control	Pitch and variable speed	
<b>Rotor</b>		
Diameter	155 m	170 m
Swept area	18,869 m <sup>2</sup>	22,697 m <sup>2</sup>
<b>Tower</b>		
Height	90, 102.5, 122.5, 165 m and site-specific	100, 115, 135, 165 m and site-specific
<b>Technology</b>		
Type	Geared	
<b>First prototype</b>		
Date	2021	

**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**

Herring Road 160, Macquarie Park  
Sydney, NSW 2113

885 Mountain Highway  
Melbourne, VIC 3153

**Austria**

Siemensstrasse 90, Vienna 1210

**Brazil**

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

**Canada**

1577 North Service Road East  
Oakville, Ontario L6H 0H6

**Chile**

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

**China**

Siemens Center Beijing, 12th Floor  
No.7 South Wangjing Zhonghuan  
Road, Chaoyang District  
Beijing 100102

500, Da Lian Road, Yangpu District  
200082 Shanghai

**Croatia**

Heinzlova 70 A  
10000 Zagreb

**Denmark**

Borupvej 16  
7330 Brande

Fiskergade 1  
7100 Vejle

**Egypt**

6th Floor, Bureau 175  
2nd Business Sector, Al-Horreya axis  
90 South Road, 5th Settlement  
PO Box: 245/11835 New Cairo

**Finland**

Tarvonsalmenkatu 19  
FI-02600 Espoo

**France**

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

97 allée Alexandre Borodine  
Cedre 3, 69800 Saint Priest

**Germany**

Beim Strohhaus 17-31  
20097 Hamburg

BCB business center in Kiel  
Hopfenstr. 1 D  
24114 Kiel

Mary-Somerville-Straße 14  
28359 Bremen

**Greece**

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

**India**

#334, Block-B, 8th floor  
Futura Tech Park  
Rajiv Gandhi Salai  
Sholinganallur  
Chennai 600119

**Indonesia**

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

**Ireland**

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

**Italy**

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

Via Vipiteno 4, 20128 Milan

**Japan**

Otemachi First Square Tower  
1-5-1 Otemachi, Chiyada-ku  
100-0004 Tokyo

**Korea**

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

**Mexico**

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

Carretera Juchitán, Espinal, km 4  
El Espinal, Oaxaca

**Morocco**

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

**Netherlands**

Prinses Beatrixlaan 800  
2595 BN Den Haag

**Norway**

Østre Aker vei 88, 0596 Oslo

**Philippines**

10F, 8767 Paseo de Roxas  
Makati

**Poland**

Zupnicza street 11, 3rd Floor  
03-821 Warsaw

UL. Galaktyczna 30A  
80-299 Gdansk

**Singapore**

Siemens Center  
60 MacPherson Road  
Singapore 348615

**South Africa**

Siemens Park  
Halfway House  
300 Janadel Avenue  
Midrand 1685

**Sweden**

Evenemangsgatan 21  
169 79 Solna

**Taiwan**

8F-1,/6F N° 126  
Songjiang Road  
Taipei City

**Turkey**

Esentepe mahallesi Kartal  
Yakacik Yolu No 111  
34870 Kartal  
Istanbul

**United Kingdom**

Solais House  
19 Phoenix Cres  
Bellshill ML4 3BF

**USA**

11950 Corporate Boulevard  
Orlando, FL 32826

1150 Northbrook Drive  
Suite 350  
Trevose, PA 19053

1050 Walnut  
Suite 303  
Boulder, CO 80302

**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.

07/2021

www.siemensgamesa.com

Impianto eolico in Località "Le Serre" nel Comune di Aliano (MT)

**Studio anemologico e preliminare Valutazione della Produzione Eolica attesa Rev.1**

## Allegato A

# Risultati dell'indagine anemometrica

**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](mailto:info@tecnogaia.it)  
E-mail PEC: [info@pec.tecnogaia.com](mailto: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

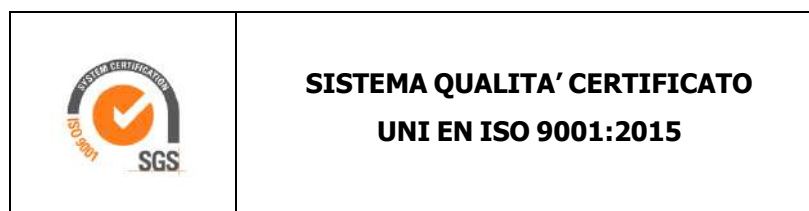


Impianto eolico in Località "Le Serre" nel Comune di Aliano (MT)

**Studio anemologico e preliminare Valutazione della Produzione Eolica attesa Rev.1**

**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.**



**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](mailto:info@tecnogaia.it)  
E-mail PEC: [info@pec.tecnogaia.com](mailto: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

## INDICE

<b>1.</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>LA STAZIONE ANEMOMETRICA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1</b>	<b>I sensori anemometrici .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.</b>	<b>L'acquisitore dati .....</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>GESTIONE DELLA STAZIONE ANEMOMETRICA IN SITO.....</b>	<b>8</b>
<b>4.</b>	<b>LETTURA, TRANSCODIFICA E VALIDAZIONE DEI DATI RACCOLTI IN SITO .....</b>	<b>8</b>
<b>5.</b>	<b>ELABORAZIONE DEI DATI ARCHIVIATI.....</b>	<b>11</b>
<b>5.1</b>	<b>Curva di durata della velocità del vento .....</b>	<b>12</b>
<b>5.2</b>	<b>Turbolenza percentuale della velocità del vento .....</b>	<b>12</b>
<b>5.3</b>	<b>Rapporto di raffica della velocità del vento.....</b>	<b>12</b>
<b>5.4</b>	<b>Gradiente al suolo della velocità del vento.....</b>	<b>12</b>
<b>5.5</b>	<b>Contenuto energetico del vento .....</b>	<b>13</b>
<b>5.6</b>	<b>Energia prodotta da un aerogeneratore .....</b>	<b>13</b>
<b>6.</b>	<b>VALUTAZIONE DELLA VENTOSITA' DI LUNGO PERIODO.....</b>	<b>14</b>
<b>7.</b>	<b>VALUTAZIONE DELLA VENTOSITA' A 25 m DAL SUOLO.....</b>	<b>15</b>
<b>8.</b>	<b>VALUTAZIONE DELLE INCERTEZZE SULLA MISURA DEL VENTO .....</b>	<b>16</b>
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONI DELL'ALLEGATO A.....</b>	<b>17</b>

### Allegati:

- **A1: Raccolta della documentazione tecnica della stazione anemometrica RIF1**
- **A2: Tabelle delle disponibilità dati anemometrici RIF1**
- **A3: Risultati delle elaborazioni statistiche dei dati anemometrici RIF1**
- **A4: Correlazioni velocità media mensile stazione Aliano 1748 con storica RIF1\_T**
- **A5: Raccolta della documentazione tecnica della stazione anemometrica Aliano 1748**
- **A6: Risultati delle elaborazioni statistiche dei dati anemometrici Aliano 1748**

Impianto eolico in Località "Le Serre" nel Comune di Aliano (MT)

**Studio anemologico e preliminare Valutazione della Produzione Eolica attesa Rev.1**

## 1. PREMESSA

Per la qualificazione anemologica di un sito eolico è fondamentale disporre di misure della velocità e della direzione del vento raccolte strumentalmente per un periodo sufficientemente ampio.

A questo scopo TecnoGaia ha messo a disposizione del Committente una serie di dati raccolti con una stazione anemometrica facente parte del suo patrimonio.

La stazione opera, senza soluzione di continuità da diversi anni nei territori di interesse per la realizzazione dell'impianto in oggetto ricadente nel comune di Aliano, in Provincia di Matera, Regione Basilicata.

Il presente documento, reso disponibile in allegato alla relazione di valutazione della producibilità, riporta i risultati delle elaborazioni svolte sui dati di ventosità raccolti dalla stazione denominata Riferimento 1 (Codice RIF1); contiene altresì le caratteristiche delle apparecchiature utilizzate, il rapporto di installazione, quello di manutenzione straordinaria per sostituzione del sensore di velocità, nonché il certificato di calibrazione di quest'ultimo, oltre alle risultanze delle attività svolte di transcodifica e di validazione dei dati.

Al fine di stimare la ventosità che interessa il sito nel lungo periodo si è proceduto alla storicizzazione del periodo preso a riferimento, mediante l'impiego dell'intera serie di dati disponibili di oltre 20 anni.

**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](mailto:info@tecnogaia.it)  
E-mail PEC: [info@pec.tecnogaia.com](mailto: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

Impianto eolico in Località "Le Serre" nel Comune di Aliano (MT)

Studio anemologico e preliminare Valutazione della Produzione Eolica attesa Rev.1

## 2. LA STAZIONE ANEMOMETRICA

La stazione in oggetto è stata installata in data 26/10/2001 ed è costituita da un sostegno d'acciaio strallato di altezza pari a 15 m. Le principali caratteristiche delle apparecchiature installate inizialmente sulla stessa sono le seguenti:

Tipo di apparecchiatura	Altezza dal suolo	Marca	Modello	Matricola
Sensore di velocità	15	NRG	#40C	TG01/11
Sensore di direzione	15	NRG	#200P	TG01/26
Acquisitore	2	NRG	9200PLUS	0449

Come da successivo report di manutenzione, anch'esso allegato, la strumentazione con la quale sono stati acquisiti i dati resi disponibili per questo studio, sono i seguenti:

Tipo di apparecchiatura	Altezza dal suolo	Marca	Modello	Matricola
Sensore di velocità	15	NRG	#40C	2221217
Sensore di direzione	15	NRG	#200P	TG14/2275
Acquisitore	2	SECONDWIND	NOMAD2	#9178

La documentazione tecnica dei sensori e del sistema di acquisizione dati, fornita dalle ditte costruttrici, è resa disponibile nella raccolta riportata nell'**Allegato A1**. Dello stesso allegato fanno anche parte, come detto, il report iniziale di installazione della stazione, la scheda di manutenzione straordinaria ed il certificato di calibrazione del sensore di velocità.

La stazione anemometrica ben rappresenta una porzione di territorio circostante, collocandosi in un crinale, senza ostacolo alcuno in ogni direzione.

Le coordinate del punto di misura attivo e le principali caratteristiche del sito che ospita la stazione sono le seguenti:

- ✓ Coordinate in metri nel sistema UTM WGS84, Fuso **33**:  
Longitudine: **15° 54' E**  
Latitudine: **40° 26' N**
- ✓ Altitudine (s.l.m.): **1375 m**
- ✓ Orografia del punto di installazione: **Crinale**
- ✓ Orografia circostante: **Collinare/Montano**
- ✓ Utilizzo del terreno: **Pascolo**

**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](mailto:info@tecnogaia.it)  
E-mail PEC: [info@pec.tecnogaia.com](mailto:info@pec.tecnogaia.com)

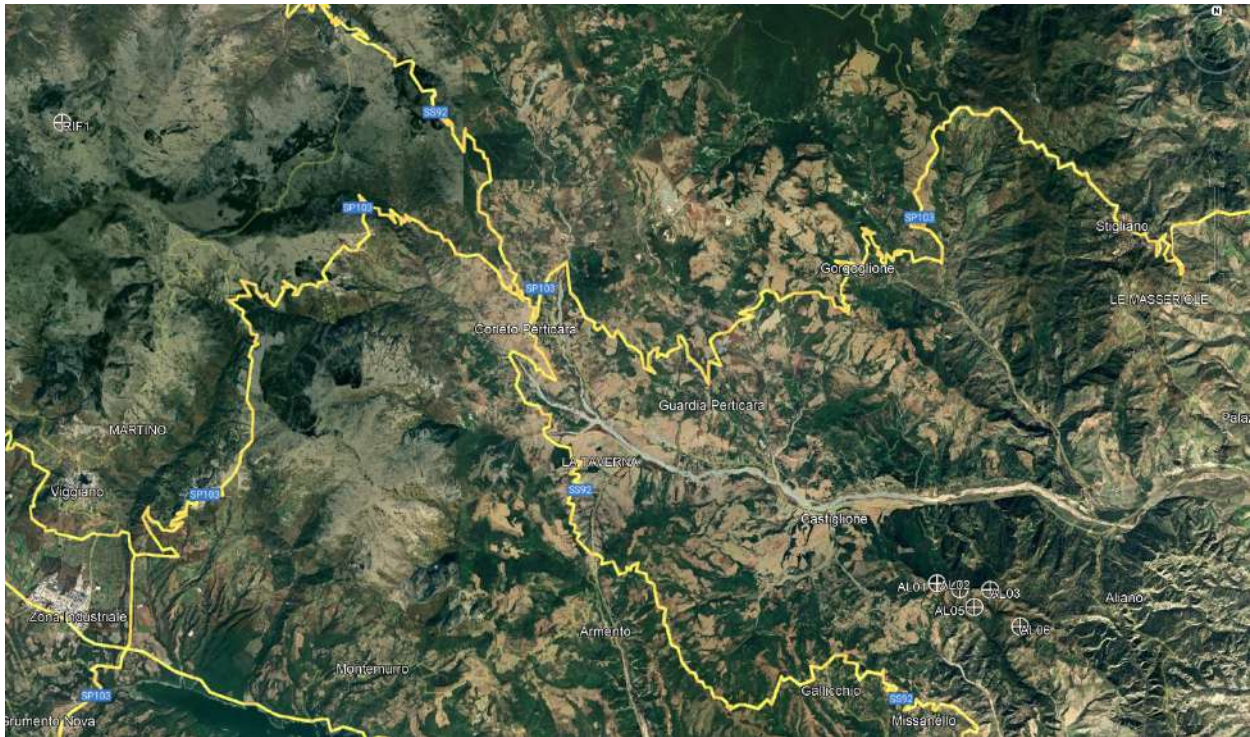
**Sede Legale:**  
Via Matteotti, 311 – 25063 Gardone Val Trompia (BS)

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

Impianto eolico in Località "Le Serre" nel Comune di Aliano (MT)

Studio anemologico e preliminare Valutazione della Produzione Eolica attesa Rev.1

✓ Ostacoli nelle immediate vicinanze: **Nessuno**



**Stralcio immagine satellitare con ubicazione stazioni ed impianto eolico di progetto**

La stazione anemometrica nel suo complesso risulta conforme ai principali requisiti applicabili della normativa vigente (IEC61400-12-1). In particolare sono positivamente stati verificati:

- il dimensionamento e l'orientamento di montaggio rispetto al sostegno (sommità);
- le prove di certificazione della sua calibrazione (contenenti le incertezze proprie delle prove effettuate in camera a vento dal costruttore su un campione rappresentativo);
- le caratteristiche proprie dei sensori utilizzati e dell'acquisitore.

Nel proseguo verranno descritti i principali componenti della stazione anemometrica in oggetto.

## 2.1 I sensori anemometrici

Il sensore per la misura della velocità del vento utilizzato è realizzato dalla società NRG Mod. #40C Maximum Anemometer Calibrated. Esso è del tipo a coppe e calibrato, con valore di soglia di 0.5 m/s e fondo scala di 60 m/s; esso fornisce, tramite un generatore di impulsi, un segnale proporzionale alla velocità del vento. Copia del certificato di calibrazione fornita dall'istituto riconosciuto MEASNET, è disponibile nella citata scheda di manutenzione.

**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](mailto:info@tecnogaia.it)  
E-mail PEC: [info@pec.tecnogaia.com](mailto: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

Impianto eolico in Località "Le Serre" nel Comune di Aliano (MT)

**Studio anemologico e preliminare Valutazione della Produzione Eolica attesa Rev.1**

La misura della direzione del vento, per tutte le rilevazioni effettuate, è affidata al sensore NRG #200P Wind Vane, con la banderuola che è solidale con un potenziometro circolare che presenta un valore di resistenza elettrica variabile in funzione della posizione della banderuola, nell'arco dei 360 gradi, rispetto ad uno zero convenzionale (Nord).

## 2.2 L'acquisitore dati

Originariamente la centralina per l'acquisizione dei dati anemometrici utilizzata nella campagna di misura era costituita da un registratore, prodotto dalla Società NRG, denominato 9200 PLUS, che era in grado di registrare, preelaborare e immagazzinare su memoria statica le grandezze rilevate di velocità e direzione del vento. Successivamente, nell'ambito della gestione della stazione, si è provveduto a sostituire l'acquisitore dati con registratore, prodotto dalla Società SecondWind, denominato Nomad2. Il sistema campiona le grandezze ogni secondo e registra con un intervallo di 10 minuti le seguenti grandezze:

- Velocità media del vento;
- Velocità massima del vento;
- Velocità minima del vento;
- Scarto quadratico medio della velocità vento;
- Settore di direzione prevalente del vento rilevato nei 10 minuti considerando l'angolo giro di 360° con lo zero a Nord ed il senso di rotazione orario positivi (verso Est).
- Scarto quadratico medio della direzione del vento;
- Temperatura media datalogger;
- Valore minimo batteria1;
- Valore minimo batteria2;
- Valore minimo batteria 12V;

L'apparecchiatura è alimentata con due batterie esterne da 9 Volt e da una batteria tampone da 12V, corredata di relativo pannello fotovoltaico, che garantiscono un'autonomia superiore ai due mesi. Le dimensioni dell'acquisitore sono molto ridotte (350 x 300 x 150 mm) ed il peso è di circa 7.5 kg. Il campo di temperatura di funzionamento è compreso tra -40 e +85° C.

Le memorie statiche contengono, oltre ai dati relativi alle grandezze rilevate, anche altre informazioni quali il codice della stazione, il periodo di registrazione, la data, l'ora e un file di diagnostica che segnala le eventuali anomalie riscontrate durante il funzionamento. Il prelievo dei dati avviene a cura di un operatore addestrato che in regime di funzionamento regolare, effettua tale operazione da remoto con cadenza almeno mensile ed in sito con cadenza trimestrale.

**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](mailto:info@tecnogaia.it)  
E-mail PEC: [info@pec.tecnogaia.com](mailto: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

L'apparecchiatura è fornita di un display a cristalli liquidi che permette la visualizzazione di queste informazioni e dei valori delle grandezze istantanee acquisite. Mediante tasti è possibile programmare alcune funzioni e visualizzare il codice della stazione, la data, l'ora e i tempi di campionamento e di registrazione.

Al fine di proteggere il registratore da sovratensioni transitorie di origine esterna, ogni ingresso del registratore è dotato di una protezione composta da diodi soppressori.

### 3. GESTIONE DELLA STAZIONE ANEMOMETRICA IN SITO

La gestione della stazione anemometrica è di fondamentale importanza per la continuità e la qualità dei dati rilevati; essa deve essere condotta da personale appositamente addestrato che con cadenza almeno trimestrale effettua in sito le seguenti attività:

- Verifica e manutenzione ordinaria della stazione (apparecchiature e sostegno)
- Verifica della verisimilitudine dei segnali in ingresso
- Segnalazione immediata dei guasti rilevati
- Piccoli interventi di manutenzione straordinaria
- Compilazione di una scheda di controllo da inviare al centro di elaborazione dati
- Eventuale spedizione e ricevimento delle memorie

Fa parte della gestione della stazione anche la manutenzione straordinaria con l'effettuazione di interventi di riparazione/sostituzione delle apparecchiature non perfettamente funzionanti.

Nello specifico, al di là di brevi interruzioni per probabili formazioni di ghiaccio sui sensori e per le normali attività di manutenzione, non si rilevano, per l'anno considerato, periodi di perdita di dati.

Si segnala che in data 12/05/2022 è stata effettuata una manutenzione straordinaria con la sostituzione del sensore di velocità, come da specifiche schede di manutenzione (vedi **Allegato A1**).

### 4. LETTURA, TRANSCODIFICA E VALIDAZIONE DEI DATI RACCOLTI IN SITO

Solitamente i dati registrati dall'acquisitore e provvisoriamente immagazzinati nella sua memoria asportabile vengono inviati via GSM/GPRS (ovvero trasferiti dalla memoria magnetica) presso la sede della società incaricata per essere letti ed archiviati in attesa della loro elaborazione. L'operazione di lettura delle cartucce e dei file trasmessi è stata effettuata mediante software specifico fornito dalla ditta costruttrice che permette la transcodifica dei dati registrati in un formato leggibile con validazioni automatiche subordinate alla diagnostica di macchina (pre-validazione).

Nel caso specifico si hanno a disposizione n° 13 gruppi di file Codice.ndf, in formato binario, prodotti dall'acquisitore, uno per ogni mese registrato, che corrispondono ciascuno ad un periodo di circa 30 gg di rilevazione e n° 13 file Codice.csv che corrispondono a quelli originari dopo la loro transcodifica e quindi in formato leggibile.

Impianto eolico in Località "Le Serre" nel Comune di Aliano (MT)

Studio anemologico e preliminare Valutazione della Produzione Eolica attesa Rev.1

Questi dati, resi disponibili al Committente per soddisfare le richieste della normativa regionale, che coprono un periodo di un anno, si riferiscono ai seguenti singoli periodi:

N°	Nome file	Tipo	Data inizio	Data fine
1	SRIF1_2205	ASCII Comma-Separated Values	12/05/2022	31/05/2022
2	SRIF1_2206		01/06/2022	30/06/2022
3	SRIF1_2207		01/07/2022	31/07/2022
4	SRIF1_2208		01/08/2022	31/08/2022
5	SRIF1_2209		01/09/2022	30/09/2022
6	SRIF1_2210		01/10/2022	31/10/2022
7	SRIF1_2211		01/11/2022	30/11/2022
8	SRIF1_2212		01/12/2022	31/12/2022
9	SRIF1_2301		01/01/2023	31/01/2023
10	SRIF1_2302		01/02/2023	28/02/2023
11	SRIF1_2303		01/03/2023	31/03/2023
12	SRIF1_2304		01/04/2023	30/04/2023
13	SRIF2_2305		01/05/2023	12/05/2023

La stazione di Riferimento 1, nel periodo compreso tra il 12/05/2022 ed il 12/05/2023, è stata dotata dell'acquisitore SECONDWIND NOMAD2, i cui dati dopo la transcodifica, per un periodo preso a campione, hanno il seguente aspetto:

05/15/2022 08:00	3.04	4.92	1.43	0.58	248.2	16.7	18.3	9.2	9.2	13.5
05/15/2022 08:10	2.22	4.53	0.27	1.31	266.1	16.8	18.5	9.2	9.2	13.6
05/15/2022 08:20	2.24	4.14	0.27	0.72	230.7	20.6	19.4	9.2	9.2	13.6
05/15/2022 08:30	2.75	3.76	1.04	0.49	229.8	13.0	20.0	9.2	9.2	13.6
05/15/2022 08:40	1.97	4.14	0.27	0.96	242.3	36.0	20.5	9.2	9.2	13.6
05/15/2022 08:50	2.35	3.76	1.04	0.60	215.4	18.7	21.6	9.2	9.2	13.5
05/15/2022 09:00	2.64	4.14	1.04	0.59	219.9	17.4	22.0	9.2	9.2	13.5

I dati sono suddivisi in blocchi omogenei ed hanno un'etichetta temporale al loro inizio. Ne consegue che i dati registrati nelle colonne hanno il seguente significato:

**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](mailto:info@tecnogaia.it)  
E-mail PEC: [info@pec.tecnogaia.com](mailto: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



Impianto eolico in Località "Le Serre" nel Comune di Aliano (MT)

Studio anemologico e preliminare Valutazione della Produzione Eolica attesa Rev.1

POSIZIONE	GRANDEZZA	UNITA' DI MISURA	NOTE
1° colonna	Data (mese/giorno/anno ora:minuto:secondo)	Secondo	Ogni 10 minuti
2° colonna	Velocità media del vento	m/s	Ogni 10 minuti
3° colonna	Velocità massima del vento	m/s	Ogni 10 minuti
4° colonna	Velocità minima del vento	m/s	Ogni 10 minuti
5° colonna	Scarto quadratico medio della velocità vento	m/s	Ogni 10 minuti
6° colonna	Direzione media del vento	gradi sessagesimali	Ogni 10 minuti
7° colonna	Scarto quadratico medio della direzione del vento	gradi sessagesimali	Ogni 10 minuti
8° colonna	Temperatura media datalogger	gradi centigradi	Ogni 10 minuti
9° colonna	Valore minimo 1° batteria 9V	Volt	Ogni 10 minuti
10° colonna	Valore minimo 2° batteria 9V	Volt	Ogni 10 minuti
11° colonna	Valore minimo batteria 12V	Volt	Ogni 10 minuti

Una successiva transcodifica, mediante programmi predisposti da TecnoGaia, consente di riprodurre, in un formato standard interno, i file che saranno poi validati ed archiviati.

Un operatore qualificato procede quindi alla validazione dei dati utilizzando programmi di grafica e controllo opportunamente predisposti. Tale operatore procede al controllo a vista del profilo delle grandezze nel tempo confrontando i risultati con quelli precedenti della stessa stazione o, laddove presenti, con dati contemporanei di altre stazioni ubicate nella stessa zona. Con tale controllo incrociato è possibile individuare presenze di anomalie dovute a malfunzionamento della stazione.

Sulla base delle indicazioni dell'operatore locale e delle conoscenze dei luoghi di provenienza dei dati è possibile anche identificare quei periodi di rilevazione non validi per guasti ai sensori e blocco degli stessi per formazione di ghiaccio. I dati relativi a tali periodi vengono eliminati dai file di archivio avendo cura di annotarne su apposita scheda di validazione il periodo e le motivazioni dell'eliminazione. I dati grezzi vengono comunque archiviati in vista di eventuali successivi controlli.

La disponibilità giorno per giorno e mensile dei dati validati, per ciascuno dei sensori della stazione considerata e per l'intero periodo utilizzato per le valutazioni di producibilità, è riportata nella tabella in **Allegato A2**.

**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](mailto:info@tecnogaia.it)  
E-mail PEC: [info@pec.tecnogaia.com](mailto: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

Impianto eolico in Località "Le Serre" nel Comune di Aliano (MT)

Studio anemologico e preliminare Valutazione della Produzione Eolica attesa Rev.1

Per la stazione in oggetto non si sono resi necessari significativi interventi di eliminazione dati e quindi la disponibilità del dato valido per i 12 mesi di funzionamento (2022-2023) è pari al 98.3% di quelli disponibili;

Codice	Denominazione	Durata misura (mesi)	Periodo di misura		Disponibilità %
			Inizio	Fine	
<b>RIF1</b>	Riferimento 1	<b>12</b>	<b>12/05/2022</b>	<b>12/05/2023</b>	<b>98.3</b>

## 5. ELABORAZIONE DEI DATI ARCHIVIATI

Con i dati elementari della velocità e direzione del vento, relativi ad intervalli di tempo di 10 minuti, vengono effettuate le elaborazioni che consentono di qualificare il sito dal punto di vista anemologico.

I risultati di tale analisi statistica sono rappresentati nelle tabelle e nei grafici riportati nell'**Allegato A3**. Una guida all'interpretazione di tali prodotti è resa disponibile all'inizio dell'allegato sopra citato, mentre nel seguito si riportano le principali elaborazioni considerate.

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

Codice	Denominazione	Coordinate UTM WGS84 (Fuso 33)		Quota (s.l.m.) (m)	Altezza sost. (m)	Periodo stazione	
		Longitudine	Latitudine			Inizio	Fine
<b>RIF1</b>	Riferimento 1	15° 54' E	40° 26' N	1375	15	26/10/2001	Attiva

I risultati sintetici dell'elaborazione statistica dei dati della stazione qui considerata per il periodo elaborato, sono i seguenti:

Codice	Denominazione	Periodo (mesi)	H misura	V med	Energia	Param. distribuzione	
			s.l.s.	(m/s)	(W/m <sup>2</sup> )	Vc (m/s)	k
<b>RIF1</b>	Riferimento 1	12	15	5.06	298	5.72	1.35

**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](mailto:info@tecnogaia.it)  
E-mail PEC: [info@pec.tecnogaia.com](mailto: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

### 5.1 Curva di durata della velocità del vento

Viene innanzitutto costruita la curva di durata sperimentale, che esprime il tempo durante il quale un determinato valore della velocità del vento viene superato.

Tale curva è in generale ben rappresentata mediante una distribuzione di probabilità di Weibull, la cui cumulata è data dalla formula:

$$F(V) = 100 \cdot \exp\left\{-\left(\frac{V}{V_C}\right)^k\right\}$$

dove  $V=V_{med}(10')$  è il valore della velocità media nei 10 minuti e  $F(V)$  è la percentuale del tempo complessivo in cui tale velocità viene superata.

Di tale distribuzione, indicata talvolta come curva di durata teorica, vengono stimati i due parametri intrinseci, cioè la velocità caratteristica  $V_C$  e il fattore di forma  $k$ , mediante regressione sui dati sperimentali applicata dopo la linearizzazione della distribuzione stessa.

### 5.2 Turbolenza percentuale della velocità del vento

Un altro parametro significativo è l'intensità di turbolenza percentuale  $T$  della velocità del vento definita per ogni intervallo di 10 minuti come

$$T = 100 \cdot sigV(10') / V_{med}(10')$$

dove  $sigV(10')$  è lo scarto quadratico medio relativo all'intervallo. Esso dà l'informazione sulla variabilità relativa della velocità entro l'intervallo.

### 5.3 Rapporto di raffica della velocità del vento

Un ulteriore parametro significativo è il rapporto di raffica  $R$  della velocità del vento definito per ogni intervallo di 10 minuti come

$$R = maxV(10') / V_{med}(10')$$

dove  $maxV(10')$  è il valore massimo istantaneo campionato all'interno dei 10 minuti. Esso dà l'informazione sulla massima raffica istantanea della velocità entro l'intervallo.

### 5.4 Gradiente al suolo della velocità del vento

Qualora siano disponibili, sul medesimo sostegno, due misure di velocità ( $V_2$  e  $V_1$ ) a due differenti altezze ( $h_2$  e  $h_1$ ) dal suolo è possibile stimare il valore del gradiente della velocità al suolo ( $\alpha$ ). Tale indice permette di stimare la velocità del vento al mozzo dell'aerogeneratore, solitamente superiore all'altezza della stazione anemometrica, sulla base dei dati di vento misurati a due altezze diverse.

La relazione che permette di stimare tale velocità è del tipo esponenziale ed è riportata nella seguente formula:

$$V_2 / V_1 = (h_2 / h_1)^{\text{alfa}}$$

dove *alfa* è il gradiente della velocità del vento al suolo,  $V_2$  e  $V_1$  sono le velocità del vento rilevate alle corrispondenti altezze dal suolo  $h_2$  e  $h_1$ .

Avendo quindi a disposizione le rilevazioni della velocità del vento a due altezze dal suolo è possibile stimare il valore di *alfa* sperimentale, misurato nel punto di installazione della stazione. Tale valore si ottiene dall'applicazione della seguente formula:

$$\text{alfa} = \log(V_2 / V_1) / \log(h_2 / h_1)$$

## 5.5 Contenuto energetico del vento

Per quanto riguarda l'aspetto più propriamente energetico è inoltre di particolare importanza la potenza specifica  $P_V$  intesa come potenza che fluisce attraverso l'unità di superficie esposta perpendicolarmente al vento di velocità  $V$ ; essa è data da:

$$P_V = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^3$$

dove  $\rho$  è la densità dell'aria, che nelle elaborazioni si assume pari al valore che si verifica in condizioni standard di pressione e temperatura ( $\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$ ).

Integrando nel tempo il valore della potenza  $P_V$  si ottiene l'energia transitata attraverso l'unità di superficie perpendicolare al vento. L'energia così calcolata su base annuale è anche indicata come energia specifica del sito. Tale energia è esprimibile con la relazione:

$$E_V = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \bar{V}^3_{(3)} \cdot T$$

dove  $\bar{V}^3_{(3)}$  è la velocità media cubica del sito e  $T$  è il periodo di un anno (8760 ore).

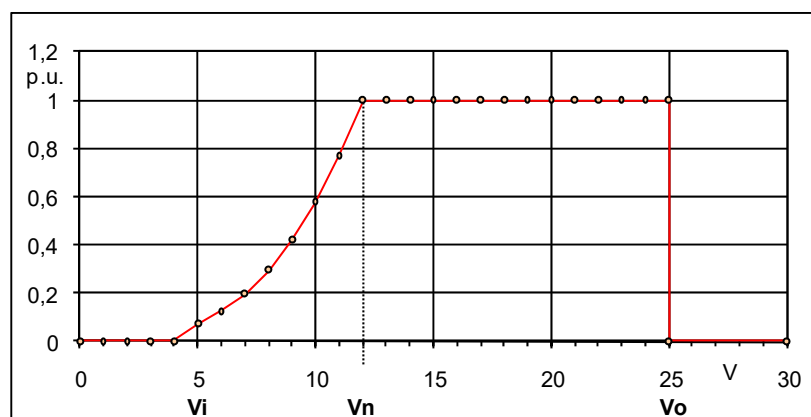
Moltiplicando  $E_V$  per la superficie  $S$  del rotore di una macchina eolica si ottiene l'energia cinetica che transita annualmente attraverso il disco rotorico.

## 5.6 Energia prodotta da un aerogeneratore

L'energia effettivamente producibile con un generatore eolico è tuttavia solo una frazione dell'energia sopra indicata. In particolare, la potenza generata  $P_g$  non segue, in funzione della velocità istantanea del vento  $V$ , un andamento cubico al pari di  $P_V$ , bensì un andamento modulato dal coefficiente di potenza  $C_p$ , pure dipendente dalla velocità e mai superiore al limite (di Betz) pari a 16/27:

$$P_V = \frac{1}{2} \cdot C_p \cdot \rho \cdot S \cdot V^3$$

Il profilo che ne risulta (curva di potenza) differisce da macchina a macchina, anche se spesso si riscontrano strette analogie nell'andamento in funzione della velocità del vento. Si può infatti distinguere, in un profilo tipico, una velocità di cut-in,  $V_i$ , al di sotto della quale non si ha generazione ( $P_g=0$ ). La potenza generata poi cresce con la velocità del vento fino alla velocità nominale,  $V_{nominale}$  in corrispondenza della quale si raggiunge la potenza massima. Oltre tale velocità la potenza si mantiene nella maggioranza dei casi al valore massimo fino alla velocità di cut-out,  $V_o$ , oltre la quale non si ha generazione ( $P_g=0$ ).



Dato comunque il profilo della potenza  $P_g$  generabile dalla macchina prescelta alle diverse velocità del vento, il calcolo della producibilità annua  $E_p$  della macchina ubicata nel punto della stazione si esegue integrando rispetto alla velocità del vento il prodotto tra la potenza generabile e la densità di probabilità della velocità del vento nel sito considerato.

La valutazione della producibilità deve essere calcolata riportando la velocità del vento all'altezza del mozzo della macchina utilizzando il valore misurato del gradiente della velocità al suolo  $\alpha$ . Un ulteriore affinamento del calcolo dovrebbe tener conto della quota del sito che determina variazioni proporzionali alla variazione della densità dell'aria  $\rho$ .

La producibilità è talvolta convenientemente espressa tramite il numero di ore equivalenti di generazione a piena potenza, dato dal rapporto  $E_p/P_{nominale}$ .

## 6. VALUTAZIONE DELLA VENTOSITA' DI LUNGO PERIODO

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

Impianto eolico in Località "Le Serre" nel Comune di Aliano (MT)

Studio anemologico e preliminare Valutazione della Produzione Eolica attesa Rev.1

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

Nel nostro caso, per la stazione considerata, sono messi a disposizione dati riferibili ad una campagna di misura di 12 mesi. Tale durata non viene ritenuta sufficiente per poter considerare la velocità media registrata come quella di lungo periodo e, quindi, disponendo anche della serie di dati storici della medesima stazione **RIF1** che ha una durata di oltre 20 anni, si è potuto verificare direttamente il posizionamento storico dell'annualità presa in esame ed elaborato.

Per cui, per le valutazioni di produzione attesa da un impianto eolico nel sito, si consideri la velocità media annua di **RIF1\_T (totale a 15m dal suolo) uguale a 5,70 m/s.**

## 7. VALUTAZIONE DELLA VENTOSITA' A 25m DAL SUOLO

Non disponendo di specifiche rilevazioni di velocità ad un'altezza dal suolo pari a 25 m e volendo verificare uno dei requisiti richiesti per procedere nell'iter autorizzativo, in questo caso la ventosità a 25 m dal suolo ( $V_{m[a25m\ s/s]} > 4m/s$ ), è possibile definire l'intensità del vento per estrapolazione, con l'ausilio del parametro di gradiente al suolo (alfa).

Tale grandezza è determinabile qualora siano disponibili, sul medesimo sostegno, due misure di velocità ( $V_2$  e  $V_1$ ) a due differenti altezze ( $h_2$  e  $h_1$ ) ovvero quando si dispone di simulazioni con modello fluidodinamico che stimano detto parametro.

Come già detto nel Cap. 5.4, la relazione che permette di stimare la velocità del vento a diverse altezze dal suolo è del tipo esponenziale ed è riportata nella seguente formula:

$$V_2 / V_1 = (h_2 / h_1)^{\text{alfa}}$$

dove *alfa* è il gradiente della velocità del vento al suolo,  $V_2$  e  $V_1$  sono le velocità del vento rilevate alle corrispondenti altezze dal suolo  $h_2$  e  $h_1$ .

Nel caso specifico, proiettando sul sito eolico i dati rilevati dalla stazione anemometrica con il modello di calcolo WASP, che fornisce un campo tridimensionale della velocità del vento e consente perciò di disporre del profilo della velocità media alle varie altezze dal suolo, possiamo verificare in quali posizioni del layout dell'impianto ricadono le isovento di 4 m/s a 25 m dal suolo.

**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](mailto:info@tecnogaia.it)  
E-mail PEC: [info@pec.tecnogaia.com](mailto: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

Considerando tutti i 5 aerogeneratori, il valor medio, risulta pari a  $V_{25m} = 5.29$  m/s.

Il requisito richiesto di una velocità media annua del vento minima di 4 m/s a 25 m dal suolo risulta soddisfatto.

## 8. VALUTAZIONE DELLE INCERTEZZE SULLA MISURA DEL VENTO

I rilievi sperimentali della velocità del vento, come ogni altra misurazione, sono ovviamente affetti da incertezze che possono, nei limiti del possibile, essere quantificate. Ciò consente di approssciare i risultati con atteggiamento statistico per considerarli in termini probabilistici, cioè, in altre parole, l'analisi di confidenza di un processo permette di valutare quale condizione (o risultato) sarà vera con data probabilità.

Nel nostro caso, come suggerito dalla Norma 61400-12 (che, facciamo presente, è stata predisposta con altri scopi), con il termine incertezza della velocità del vento (E.5.3 Category B uncertainties in wind speed) si intende lo scarto quadratico medio della distribuzione statistica degli errori di misura che si commettono utilizzando una stazione anemometrica dotata di sensore a coppe, come nel caso in esame. L'incertezza è riferibile principalmente:

- Alla taratura dell'anemometro (stimata cautelativamente 0.1 m/s per il range 5-10 m/s, vedi anche tabella di calibrazione allegate nel report di installazione);
- Alle caratteristiche operative dell'anemometro in funzione del modello utilizzato (stimata cautelativamente  $0.05 + 0.005 * \text{Vel. Vento}$ );
- Alla distorsione del flusso dovuta agli effetti di montaggio dell'anemometro (stimata 1%);
- Alla distorsione del flusso dovuta al terreno (stimata cautelativamente 3%);
- Al sistema di acquisizione dati per la velocità del vento (stimata cautelativamente 0.1 m/s per 10 m/s).

Come si può dedurre da quanto sopra, l'incertezza sulla misura è variabile in funzione della velocità del vento e complessivamente, come scarto quadratico medio delle singole incertezze, può variare da circa 2 fino anche ad alcuni punti percentuali. Per lo scopo insito nella misura, e cioè la valutazione della produzione attesa di una turbina eolica che generalmente opera da 2 a 25 m/s appare equo, anche sulla base della bibliografia del settore, voler considerare per le misure in oggetto un'incertezza complessiva del 3% da associare alle altre tipiche che dovranno essere prese in considerazione nella valutazione della produzione attesa.

## 9. CONCLUSIONI DELL'ALLEGATO A

Nell'ambito del processo di progettazione di un impianto eolico e più in generale nelle fasi dello sviluppo del sito è necessario conoscere con una buona affidabilità la consistenza della risorsa eolica disponibile e quindi della sua produzione attesa. Ciò è garantito da idonee rilevazioni in sito delle grandezze di velocità e di direzione del vento per un periodo di alcuni anni. È possibile giungere ad una valutazione utile della risorsa eolica grazie a calcoli e confronti con dati di stazioni anemometriche considerate storiche perché con un periodo di rilevazione di 10 anni e oltre. Nel caso specifico si è potuto infatti disporre, oltre alla serie di dati di 12 mesi raccolti nel territorio, anche di una serie di dati storici che per confronti e correlazioni sono risultate appartenenti ai medesimi regimi di vento dell'area più estesa che include il sito di interesse.

L'analisi e l'elaborazione dei dati della stazione non ha evidenziato particolari carenze o lacune. In fase di validazione la disponibilità del dato è risultata buona sull'intero periodo e ottima per l'annualità di misurazione utilizzato, non avendo riscontrato malfunzionamenti e/o guasti sulla stazione in detto periodo.

I risultati delle attività, dalla validazione alla elaborazione del dato, sono ampiamente descritti nel presente studio ed indicano che il sito è interessato da un buon regime di venti, tipico della zona di appartenenza, soprattutto in relazione all'energia specifica della vena fluida.

Anche l'attività di valutazione della ventosità di lungo periodo è stata svolta con profitto avendo la disponibilità totale degli andamenti delle velocità medie mensili nel punto di misura di lungo periodo considerato.


Positiva è risultata anche la verifica della condizione richiesta di ventosità superiore a 4 m/s a 25 m dal suolo.

Si può quindi affermare che i risultati delle misurazioni della ventosità, pur considerando le tipiche incertezze di misura proprie delle apparecchiature utilizzate, che sono state opportunamente e cautelativamente stimate, indicano che l'entità della risorsa disponibile rientra tra quelle di interesse per la realizzazione di un impianto eolico.



*ALLEGATO A1*

---

		<b>QUALIFICAZIONE DEI DATI ANEMOLOGICI DI UN SITO</b> <i>Scheda della stazione anemometrica</i>			
<b>Fornitore: TECNOGAIA</b>			<b>Sito: MONTE TANGIA</b>		
Data	Codifica documento	Archivio	Compilato da		
<b>Sezione A ) – Dati identificativi della stazione anemometrica</b>					
NOME STAZIONE (max 16 car.) : <u>MONTE TANGIA</u>			Codice : <u>1706</u>		
<b>Sezione B ) – Dati identificativi delle apparecchiature</b>					
SENSORE VEL. H dal suolo <u>15</u> (m)    Tipo <u>NRG</u> N° MATR. _____    N° INVENT: <u>TG01/11</u>					
SENSORE VEL. H dal suolo <u>  </u> (m)    Tipo <u>  </u> N° MATR. _____    N° INVENT: _____					
SENSORE DIR. H dal suolo <u>15</u> (m)    Tipo <u>NRG</u> N° MATR. _____    N° INVENT: <u>TG01/26</u>					
Settore di direzione zero : <u>NORD</u> Senso di rotaz. positivo verso il settore : <u>EST</u>					
ALTRI SENSORI _____					
ACQUISITORE Tipo <u>NRG 9200 PLUS</u> N° MATR. <u>0449</u> N° INVENT. <u>TG00/15</u>					
SOSTEGNO Tipo Traliccio <u>Fracarro ST10</u> H <u>15</u> (m) _____    N° MATR. _____					
CONTENITORE DELLE APPARECCHIATURE Tipo <u>SAREL</u>					
Verifica in uscita effettuata da : <u>MAZZARELLA</u>			Data : <u>28/09/01</u>		
<b>Sezione C ) – Dati relativi alla localizzazione della stazione anemometrica ed al sito</b>					
Comune di : <u>CALVELLO</u> Provincia : <u>PZ</u> Regione : <u>BASILICATA</u>					
Tavoletta IGMI: <u>CALVELLO</u>			Foglio n° : <u>199 II NE</u>		
Coordinate del Reticolo UTM n° : <u>33</u>		in metri : <u>576137</u> , <u>4475780</u>			
Altitudine in metri s.l.m.: <u>1375</u>		Caratteristiche orografiche : <u>COLLINARE/MONTANO</u>			
Utilizzo del terreno : <u>PASCOLO</u>		Accessibilità : <u>SCARSA</u>			
Note : _____					
<b>Sezione D ) – Procedura di gestione della stazione e cambio cartuccia</b>					
Sarà effettuata da : <u>TECNOGAIA</u> per conto di <u>TECNOGAIA</u>					
Indirizzo e Telefono : _____					
Note : _____					
<b>Stazione anemometrica installata da : <u>TERENGHI</u></b>			<b>data : <u>21/10/01</u></b>		

Sito: \_\_\_\_\_ Cliente: \_\_\_\_\_

**Sezione A ) – Dati identificativi della stazione anemometrica**

Nome stazione: **Monte Tangia** Codice: **1706**

**Sezione B ) – Parti Costituenti la Postazione (Prima dell'intervento)**

SOSTEGNO			Marca	Modello	N°matricola	Traliccio/Tubolare	Traliccio	Sollevamento			
H dal Suolo (m)	<b>15</b>		<b>Dozio</b>			<b>D100</b>		FALCONE	<input checked="" type="checkbox"/>	AUTOGRU	<input type="checkbox"/>
SENSORI DIGITALI			Marca	Modello	N°matricola	N° Inventario	Orientamento Mensole				
N.	Tipo	H dal suolo (m)									
1	<b>Vel.</b>	<b>15</b>	<b>NRG</b>	<b>Max40C</b>	<b>179500328134</b>	<b>TG20/3011</b>	<b>Sommitale</b>				
2											
3											
4											
5											
6											
SENSORI ANALOGICI			Marca	Modello	N°matricola	N° Inventario	ORIENT. SENSORE	ROTAZ. POSITIVA VERSO	AZIMUT IMPOSTATO		
N.	Tipo	H dal suolo (m)									
1	<b>Dir.</b>	<b>15</b>	<b>NRG</b>	<b>200P</b>		<b>TG14/2275</b>	<b>0°</b>	<b>EST</b>	<b>0°</b>		
2											
3											
4											
5											
Logger e altre apparecchiature			Marca	Modello	Serial/Number	N° Inventario	ALTRO				
ACQUISITORE	<b>1,5</b>		<b>SecondWind</b>	<b>Nomad2</b>	<b>#9178</b>		BATTERIA INT. Ah				
PANNELLO FV							ORIENTAMENTO	VOLT	WP		
CONTENITORE APPAREC.							SISTEMA DI CHIUSURA				
BATTERIA ESTERNA				VOLT	Ah		REGOLATORE DI TENSIONE	MODELLO	Ah		
MODEM					N° TELEFONO		GESTORE				
SEGNALAZIONE NOTT. VOLO BASSA QUOTA							SEGNALAZIONE DIURNA VOLO BASSA QUOTA	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			

Altre apparecchiature presenti: \_\_\_\_\_

**Sezione C ) – Tipo di intervento** Manutenzione Periodica  Manutenzione Straordinaria

**Sostituzione sensore di velocità**

---



---

Eventuale causa del guasto: **Adeguamento normativo regionale**

**Sezione D ) – Nuovi componenti installati (Dopo l'intervento)**

N.	Tipo	H dal suolo (m)	Marca	Modello	N° matricola	N° Inventario	ORIENTAMENTI
1	<b>Vel.</b>	<b>15</b>	<b>NRG</b>	<b>Max40C</b>	<b>2221217</b>	<b>TG22/3236</b>	<b>Sommitale</b>
2							
3							
4							
5							
6							

**Sezione E ) – Collaboratori Esterni**

Personale: **Borghetti** n. \_\_\_\_\_ Dalle ore: \_\_\_\_\_ Alle ore: \_\_\_\_\_

Manutenzione eseguita da: **Cutillo L.** Data **12/05/2022**

## Calibration Certificate / *Kalibrierschein*

issued by the calibration laboratory / *erstellt durch das Kalibrierlaboratorium*

### Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH



Member of / *Mitglied im*

### Deutschen Kalibrierdienst



accredited to / *akkreditiert nach*  
**DIN EN ISO/IEC 17025:2018**

Calibration mark  
*Kalibrierzeichen*

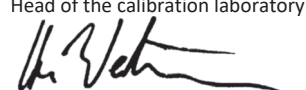
2221217
D-K-
15140-01-00
04/2022


<b>Object</b> <i>Gegenstand</i>	Cup Anemometer
<b>Manufacturer</b> <i>Hersteller</i>	NRG Systems, Inc. USA Hinesburg VT 05461
<b>Type</b> <i>Typ</i>	#40(C)
<b>Serial number</b> <i>Fabrikat/Serien-Nr.</i>	TG22-3236
<b>Customer</b> <i>Auftraggeber</i>	TecnoGaia S.r.l. I-25063 Gardone Val Trompia (Brescia)
<b>Order No.</b> <i>Auftragsnummer</i>	Email 2022-03-28, Bonsi
<b>Project No.</b> <i>Projektnummer</i>	VT220387
<b>Number of pages</b> <i>Anzahl der Seiten</i>	5
<b>Date of Calibration</b> <i>Datum der Kalibrierung</i>	11.04.2022

This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).  
The DAkkS 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 presented results relate only to the calibrated object. The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.  
*Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI). Die DAkkS 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 dargestellten Ergebnisse beziehen sich nur auf den kalibrierten Gegenstand. Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.*

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid. This calibration certificate has been generated electronically.  
*Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit. Dieser Kalibrierschein wurde elektronisch erzeugt.*

Date  
*Datum*  
  
11.04.2022

Freigegeben durch / *Approval by*  
Head of the calibration laboratory  
  
Heiko Westermann, B. Sc.

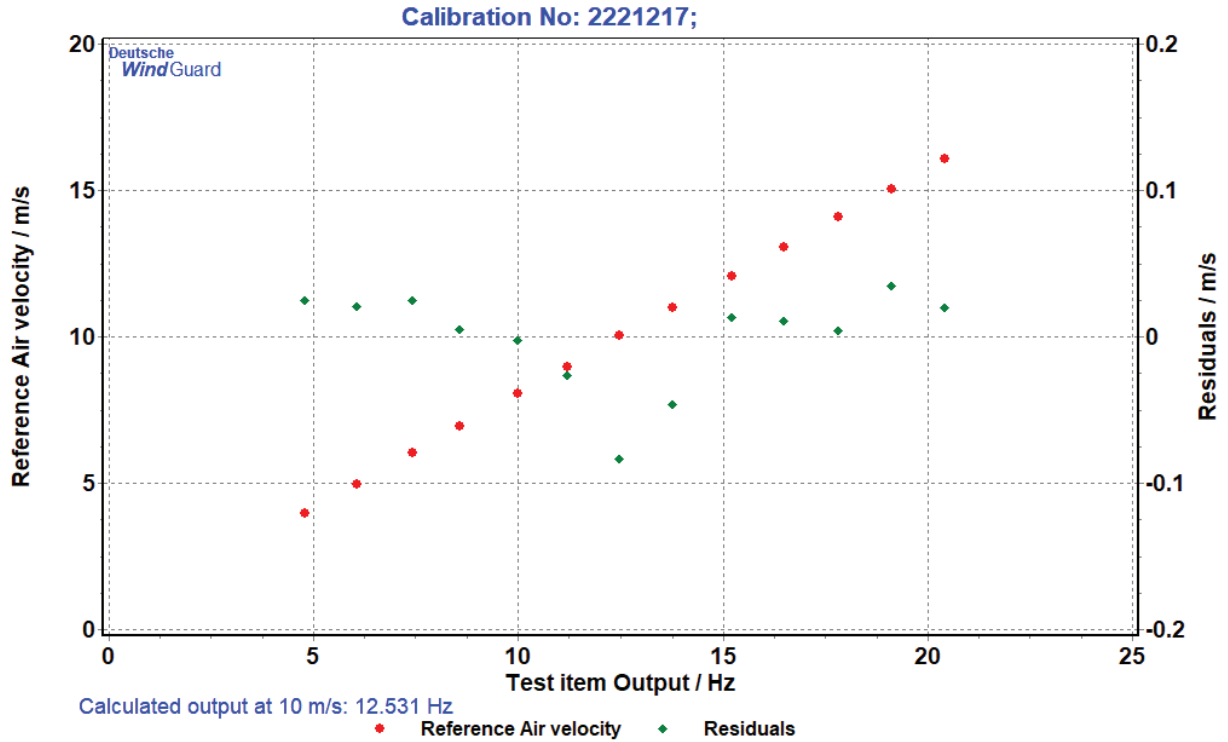
Person in charge  
*Bearbeiter*  
  
Malte Tschritter, B. Eng.

<b>Calibration object</b> <i>Kalibrierggegenstand</i>	Cup Anemometer
<b>Calibration procedure</b> <i>Kalibrierverfahren</i>	IEC 61400-12-1:2017
<b>Place of calibration</b> <i>Ort der Kalibrierung</i>	Wind tunnel 2 of Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH, Varel
<b>Test conditions</b> <i>Messbedingungen</i>	wind tunnel area 10000 cm <sup>2</sup> DUT frontal area 185 cm <sup>2</sup> diameter of mounting pipe 13.0 mm EN 10217 blockage ratio <sup>1)</sup> 0.019 [-] software version P_9.1.0
	<sup>1)</sup> Due to the special construction of the test section no blockage correction is necessary.
<b>Ambient conditions</b> <i>Umgebungsbedingungen</i>	air temperature (19.9 ± 0.4) °C – (20.3 ± 0.4) °C air pressure (1019.0 ± 0.4) hPa – (1019.1 ± 0.4) hPa relative air humidity (31.5 ± 6.0) % – (31.9 ± 6.0) %
<b>Measurement uncertainty</b> <i>Messunsicherheit</i>	The expanded uncertainty assigned to the measurement results is obtained by multiplying the standard uncertainty by the coverage factor $k=2$ . It has been determined in accordance with EA-4/02 M: 2013. The value of the measurand lies within the assigned range of values with a probability of 95%. The reference flow speed measurement is traceable to the German NMI (Physikalisch-Technische Bundesanstalt) standard for flow speed. It is realized by using a PTB owned and calibrated Laser Doppler Anemometer (Expanded uncertainty 0.2 %, $k=2$ )
<b>Certificate ID</b> <i>Zertifikat ID</i>	c7oCaBbMhjDmHzs4GTHb4j 
<b>Additional remarks</b> <i>Zusätzliche Anmerkungen</i>	Instrument misses type label
<b>Revision</b> <i>Revision</i>	0

**Calibration result**  
*Kalibrierergebnis*

Reference	Combined	Test item
Air velocity	Unc	Output
m/s	m/s	Hz
3.986	0.040	4.786
6.031	0.040	7.432
8.044	0.040	9.999
10.040	0.041	12.476
12.059	0.049	15.211
14.095	0.057	17.832
16.079	0.065	20.418
15.050	0.061	19.107
13.057	0.053	16.499
11.011	0.045	13.778
8.987	0.040	11.186
6.932	0.040	8.570
4.966	0.040	6.049

**Graphical representation of the result**  
Grafische Darstellung des Ergebnisses



<b>Statistical analysis</b>	Slope $m$	$0.77329 \text{ (m/s)/(Hz)} \pm 0.00199 \text{ (m/s)/(Hz)}$
	Offset $b$	$0.3097 \text{ m/s} \pm 0.027 \text{ m/s}$
	Standard error (Y) / RSD	$0.0350 \text{ m/s}$
	Correlation coefficient $R$	$0.999964$

**Remarks**      The calibrated sensor complies with the demanded linearity of MEASNET



**Photo of the measurement setup**

*Foto des Messaufbaus*



Remark: The proportions of the set-up may not be true to scale due to imaging geometry.

- End of document / Ende des Dokuments -





Test Report issued under the responsibility of:



TEST REPORT
IEC 61400-12-1 Annex F
Anemometer Calibration Certificate

IECRE Report Number. .... : IECRE.WE.TR.AC.22-28479-R0

RETL Calibration Certificate. .... : 2221217

Date of issue ..... : 11.04.2022

RE Testing Laboratory..... : Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH
(Name & Address) D-26316 Varel

Applicant ..... : TecnoGaia S.r.l.
(Name & Address) I-25063 Gardone Val Trompia (Brescia)

Test item description ..... : Cup Anemometer

Manufacturer..... : NRG Systems, Inc.

Model/Type reference ..... : #40(C)

Ratings / Serial number ..... : TG22-3236

Tested by (name, function, signature) Printed name/function Signature
..... : Malte Tschritter, B. Eng. Operator M. Tschritter

Approved by (name, function, signature) Printed name/function Signature
..... : Heiko Westermann, B. Sc. Head of calibration laboratory H. Westermann

Copyright © 2018 IEC System for Certification to Standards relating to Equipment for use in Renewable Energy applications (IECRE System). All rights reserved.

This publication may be reproduced in whole or in part for non-commercial purposes as long as the IECRE is acknowledged as copyright owner and source of the material. IECRE takes no responsibility for and will not assume liability for damages resulting from the reader's interpretation of the reproduced material due to its placement and context.

If this Test Report Form is used by non-IECRE members, the IECRE logo and the IECRE report number shall be removed.

This report is not valid as a Test Report unless signed by an approved RE Testing Laboratory.

General disclaimer:

The test results presented in this report relate only to the object tested. This report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of the Issuing RE Testing Laboratory (RETL). The authenticity of this Test Report and its contents can be verified by contacting the RETL, responsible for this Test Report.

# 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"><li>• wind resource assessment</li><li>• meteorological studies</li><li>• environmental monitoring</li></ul>
	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"> <li>• 3 cups of conical cross-section, 51 mm (2 inches) dia.</li> <li>• 81 mm (3.2 inches) overall assembly height</li> </ul>
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"> <li>• wind resource assessment</li> <li>• meteorological studies</li> <li>• environmental monitoring</li> </ul>
	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"><li>• 21 cm (8.3 inches) length x 12 cm (4.3 inches) height</li><li>• 27 cm (10.5 inches) swept diameter</li></ul>
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](mailto:sales@nrghsystems.com)

# NOMAD<sup>®</sup> 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"><li>Configurable for AC &amp; pulse anemometers, other frequency-output devices, and high/low digital or relay state signaling</li><li>Frequency range DC to 2 kHz</li><li>High display resolution with low frequency anemometers</li><li>Input high/low threshold configurable for 0V or 3V</li><li>Configurable filtering for low frequency devices</li><li>1-second count integration, <math>\pm 0.02\%</math> accuracy</li></ul>
8 analog inputs	<ul style="list-style-type: none"><li>Configurable range of 0 to 2.5V or 5V</li><li>12-bit analog to digital conversion</li><li>1-second sampling, <math>\pm 0.02\%</math> accuracy</li><li>Direct interface to potentiometer wind vanes, 10k thermistors, and analog-output transducers</li></ul>
Fault detection	<ul style="list-style-type: none"><li>Feedback input from 2.5V+ excitation output for wiring and device fault detection</li></ul>
Internal temperature	<ul style="list-style-type: none"><li>1-second sampling, <math>\pm 2^\circ\text{C}</math> accuracy</li></ul>
Power supplies	<ul style="list-style-type: none"><li>Measurement of two 9V batteries and 12V power</li></ul>

## OUTPUTS

2.5V+ excitation:	<ul style="list-style-type: none"><li>2.5V+ smart-switched excitation distributed to all input terminal blocks for energy-conserving measurement of potentiometers and thermistors</li><li>Calibrated to <math>\pm 5\text{mV}</math>, 25 ppm/<math>^\circ\text{C}</math>, 250 mA max</li></ul>
12V transducer power	<ul style="list-style-type: none"><li>12V+ smart-switched transducer power output distributed to all input terminal blocks for energy-conserving operation of electronic transducers</li><li>1 Amp maximum</li></ul>
12V modem power	<ul style="list-style-type: none"><li>12V+ configurable switched modem power output for energy-conserving operation of cellular &amp; other modems</li><li>1 Amp maximum</li></ul>
Relay output	<ul style="list-style-type: none"><li>For de-icing or other control applications</li><li>SPST dry contact, 1 Amp maximum, AC or DC</li><li>Modbus-controlled</li></ul>

## POWER SUPPLY

9 Volt batteries:	<ul style="list-style-type: none"><li>2 parallel standard 9V batteries in sliding receptacles</li><li>Up to 6 months operation with alkaline, up to one year with lithium (<math>-40^\circ\text{C}</math>) batteries that have no shipping restrictions</li></ul>
12 Volt Power:	<ul style="list-style-type: none"><li>12V (10-18V DC) input for internal primary or rechargeable batteries, external DC power supply, or regulated solar panel</li><li>Two-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</li></ul>
Solar:	<ul style="list-style-type: none"><li>Optional on-board solar charging regulator/controller</li></ul>

## SERIAL PORTS

	<ul style="list-style-type: none"><li>3 independent RS232C serial ports, up to 115 kBaud</li></ul>
Local port	<ul style="list-style-type: none"><li>Direct straight-cable connection to laptop or PC</li><li>Standard pinout DB9, DCE</li></ul>
Remote port	<ul style="list-style-type: none"><li>Connects to modem, radio, or asynch network adapter</li><li>Auto-wakeup Rx input</li><li>Internally connected for SWI-supplied modem options</li><li>Field-wireable terminals for customer-installed devices</li></ul>
Device Port:	<ul style="list-style-type: none"><li>Connects to and logs from communicating transducers including multifunction Phaser® power transducers &amp; ultrasonic anemometers</li><li>Pollable Modbus RTU for SCADA and other general applications</li></ul>

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

## INPUT AND DATA PROCESSING

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

## DATA STORAGE

Media	<ul style="list-style-type: none"><li>Industry/consumer standard Compact Flash, up to 256MB</li><li>Read/write-able by any notebook or desktop PC via PCMCIA adapter or any USB-type Compact Flash adapter</li><li>Full <math>-40^\circ</math> to <math>85^\circ\text{C}</math> operation rated devices available</li></ul>
Formats	<ul style="list-style-type: none"><li>Card directory &amp; file formats are fully Windows™ compatible</li><li>Any FAT (PC) formatted Compact Flash card fully usable</li><li>Data written to daily files in named monthly subdirectories</li><li>Each datum in standard IEEE floating point format, indexed for positive database ID independent of file name/location</li><li>Each datum time-stamped in Universal Time (UT/GMT), configurable for time zone &amp; daylight savings offsets</li></ul>
Transfer	<ul style="list-style-type: none"><li>Files transferable by card removal, local serial connection, remote dial-up connection, or as e-mail attachments</li></ul>

## PHYSICAL

Operating temp:	<ul style="list-style-type: none"><li><math>-40^\circ</math> to <math>85^\circ\text{C}</math> all specifications (Vacuum Fluorescent Display)</li></ul>
LCD temperature:	<ul style="list-style-type: none"><li>LCD operates from <math>-20^\circ</math> to <math>70^\circ\text{C}</math>, storage <math>-30^\circ</math> to <math>80^\circ\text{C}</math></li></ul>
Internal RT clock	<ul style="list-style-type: none"><li><math>\pm 1</math> minute/month accuracy, internet time-server adjustable</li><li>Backed up by socketed 2032 Lithium coin cell (10 year life)</li></ul>
Wire & cabling	<ul style="list-style-type: none"><li>12 six-screw, 0.2" (5mm) cage clamp style terminal blocks</li><li>Signal, ground, excitation, switched &amp; unswitched 12V power distributed to each of 8 terminal blocks</li><li>Standard SMA-F bulkhead connector for external antennas</li><li>Four 3/4" npt/pg21 knockouts for cable &amp; conduit installation</li></ul>
Enclosure	<ul style="list-style-type: none"><li>Integrated waterproof instrument enclosure, wire and cable junction box, and lockable rain shed</li><li>Upper section NEMA4/IP66 (watertight), lower section NEMA3R (rain tight) or NEMA4 with cable glands</li><li>16 ga. steel, 14 ga. mounting flanges, TGIC powdercoated</li><li>14 x 12 x 5.5 inches (350 x 300 x 140mm), 20 lbs. (9 kg)</li><li>Mini-rack mounting for internal modem options</li><li>Swing-out panels for modem and 12V battery access</li><li>Surface, truss-tower, or tube-tower mounting</li><li>Single no-tools padlockable hasp closure</li></ul>

## 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 A2*

---



**STAZIONE ANEMOMETRICA DI RIFERIMENTO 1**  
**- Regione Basilicata - Cod. RIF1\_1Y**  
**DISPONIBILITÀ MENSILE DEI DATI RELATIVA AL PERIODO: 12/05/2022 - 12/05/2023**

Sensore 15 m (sls)	
N° Dati	52,704
N° Dati validi di VELOCITÀ	51,780      98.25%
N° Dati validi di DIREZIONE	51,371      97.47%
VELOCITÀ media del VENTO (m/s)	5.06

<b>LEGENDA: Disponibilità Mensile dati validi</b>	70% < x < 100%	50% < x < 69%	0% < x < 49 %
---	----------------	---------------	---------------

Sensore	2022											
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Velocità 15 m	-	-	-	-	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Direzione 15 m	-	-	-	-	4.5	4	3.5	3.8	5.6	3.7	6.2	6.0

Sensore	2023											
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Velocità 15 m	83%	100%	97%	100%	100%	-	-	-	-	-	-	-
Direzione 15 m	7.1	4.9	6.6	5.2	5.0	-	-	-	-	-	-	-

**STAZIONE ANEMOMETRICA DI RIFERIMENTO 1**  
**- Regione Basilicata - Cod. RIF1\_1Y**  
**DISPONIBILITÀ GIORNALIERA DEI DATI RELATIVA AL PERIODO: 12/05/2022-**  
**12/05/2023**

Da: 12/05/2022    **G** GIORNO    **G** GIORNO    **G** GIORNO  
A: 12/05/2023    **x** DISPONIBILITÀ DATO (100%)    **+** DISPONIBILITÀ DATO (parziale)    **-** DATI NON DISPONIBILI

	15 m	
n°dati	52704	
n°dati VELOCITÀ validi	51780	98.25%
n°dati DIREZIONE validi	51371	97.47%

MAGGIO 2022	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
VELOCITÀ 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
DIREZIONE 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
GIUGNO 2022	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
VELOCITÀ 15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
DIREZIONE 15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
LUGLIO 2022	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
VELOCITÀ 15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
DIREZIONE 15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
AGOSTO 2022	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
VELOCITÀ 15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
DIREZIONE 15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
SETTEMBRE 2022	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
VELOCITÀ 15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
DIREZIONE 15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
OTTOBRE 2022	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
VELOCITÀ 15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
DIREZIONE 15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
NOVEMBRE 2022	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
VELOCITÀ 15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
DIREZIONE 15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
DICEMBRE 2022	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
VELOCITÀ 15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
DIREZIONE 15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
GENNAIO 2023	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
VELOCITÀ 15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	+	+	+	+	+	+	+	+	+	x
DIREZIONE 15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	+	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	+	+	+	+	+	+	+	+	+	x	
FEBBRAIO 2023	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28				
VELOCITÀ 15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
DIREZIONE 15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
MARZO 2023	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
VELOCITÀ 15	x	x	x	+	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
DIREZIONE 15	x	x	+	+	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	+	x	x	x	
APRILE 2023	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
VELOCITÀ 15	x	x	x	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
DIREZIONE 15	x	x	x	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
MAGGIO 2023	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
VELOCITÀ 15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
DIREZIONE 15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

*ALLEGATO A3*

---

## 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  $V_i$  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/m<sup>2</sup>);
- colonna 8 : energia specifica media del vento nel mese (in kWh/m<sup>2</sup>).

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/m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup>. 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/m<sup>2</sup> 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  $T_{\text{med}}$  (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 F :** Sono riportati parametri statistici relativi ai valori ottenuti per il gradiente al suolo  $alfa$  della velocità del vento calcolato per ogni 10 minuti con la seguente formula:

$$alfa = \log(V_{2med}(10') / V_{1med}(10')) / \log(h_2 / h_1)$$

dove  $alfa$  è il gradiente della velocità del vento al suolo,  $V_{2med}(10')$  e  $V_{1med}(10')$  sono le velocità medie del vento rilevate nei 10 minuti alle corrispondenti altezze dal suolo  $h_2$  e  $h_1$ . Tale indice permette di stimare la velocità del vento al mozzo dell'aerogeneratore, solitamente superiore all'altezza delle misure, sulla base dei dati di vento misurati alle due altezze dal suolo  $h_2$  e  $h_1$ .

Una relazione che permette di stimare tale velocità è del tipo esponenziale ed è riportata nella seguente formula:

$$V_{mozzo} = V_{misura} \cdot (h_{mozzo} / h_{misura})^{alfa}$$

Il valore del gradiente  $alfa$ , indicato in tabella con  $A$ , viene calcolato solo per velocità medie nei 10 minuti entrambe superiori a 0.5 m/s, in tabella i parametri statistici della variabile  $A$  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 : gradiente medio *Amed* (nel settore o nella classe);
- colonna 5 : scarto quadratico medio del gradiente *sigA* (nel settore o nella classe);
- colonna 6 : valore percentile al 5%, *A\_5%* (nel settore o nella classe), esso rappresenta un valore minimo del gradiente che è superato con una probabilità del 95%;
- colonna 7 : valore percentile al 95%, *A\_95%* (nel settore o nella classe), esso rappresenta un valore massimo del gradiente che è superato con una probabilità del 5%.

La prima riga Totale rappresenta i parametri della distribuzione del gradiente della velocità del vento al suolo 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 gradiente 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 gradiente della velocità del vento al suolo che andrebbe ad interessare 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 *Tmin* (in °C)
- colonna 5 : temperatura media *Tmed* (in °C)
- colonna 6 : temperatura massima *Tmax* (°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: Basilicata (Cod.RIF1)**

Periodo di elaborazione: 12/05/2022 - 12/05/2023 (numero giorni: 366)

Percentuale dati disponibili = 98.25 % ( 51780 dati su 52704 )

**Velocita' del vento V in m/s rilevata a 15 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	8414.5	96.06
1.0	8079.9	92.24	1.5	7654.3	87.38
2.0	7138.6	81.49	2.5	6529.9	74.54
3.0	5856.2	66.85	3.5	5144.5	58.73
4.0	4457.0	50.88	4.5	3813.9	43.54
5.0	3255.3	37.16	5.5	2801.7	31.98
6.0	2442.1	27.88	6.5	2146.4	24.50
7.0	1884.3	21.51	7.5	1656.8	18.91
8.0	1464.2	16.71	8.5	1295.2	14.79
9.0	1144.8	13.07	9.5	1019.1	11.63
10.0	904.3	10.32	10.5	797.3	9.10
11.0	713.8	8.15	11.5	632.2	7.22
12.0	564.0	6.44	12.5	496.2	5.66
13.0	445.3	5.08	13.5	402.3	4.59
14.0	363.6	4.15	14.5	328.5	3.75
15.0	295.0	3.37	15.5	262.9	3.00
16.0	235.5	2.69	16.5	206.7	2.36
17.0	183.6	2.10	17.5	161.1	1.84
18.0	140.1	1.60	18.5	119.9	1.37
19.0	104.2	1.19	19.5	91.7	1.05
20.0	78.7	0.90	20.5	67.5	0.77
21.0	57.5	0.66	21.5	52.1	0.59
22.0	45.0	0.51	22.5	37.7	0.43
23.0	33.8	0.39	23.5	28.9	0.33
24.0	24.5	0.28	24.5	21.0	0.24
25.0	17.6	0.20	25.5	14.9	0.17
26.0	11.7	0.13	26.5	9.5	0.11
27.0	8.0	0.09	27.5	6.8	0.08
28.0	5.9	0.07	28.5	4.4	0.05
29.0	3.4	0.04	29.5	2.2	0.03
30.0	1.4	0.02	30.5	0.7	0.01
31.0	0.5	0.01	31.5	0.0	0.00

<b>Parametri della distribuzione di Weibull :</b>	<b>Vc = 5.72</b>	<b>k = 1.35</b>
---	------------------	-----------------

Parametri della velocità del vento calcolati con la distribuzione di Weibull:		
---	--	--

Vmed = 5.25 m/s	sqmV = 3.94 m/s	Vcub = 7.76 m/s
-----------------	-----------------	-----------------

Potenza specifica della vena fluida	Pv = 286 W/m2
-------------------------------------	---------------

**Tabella A**

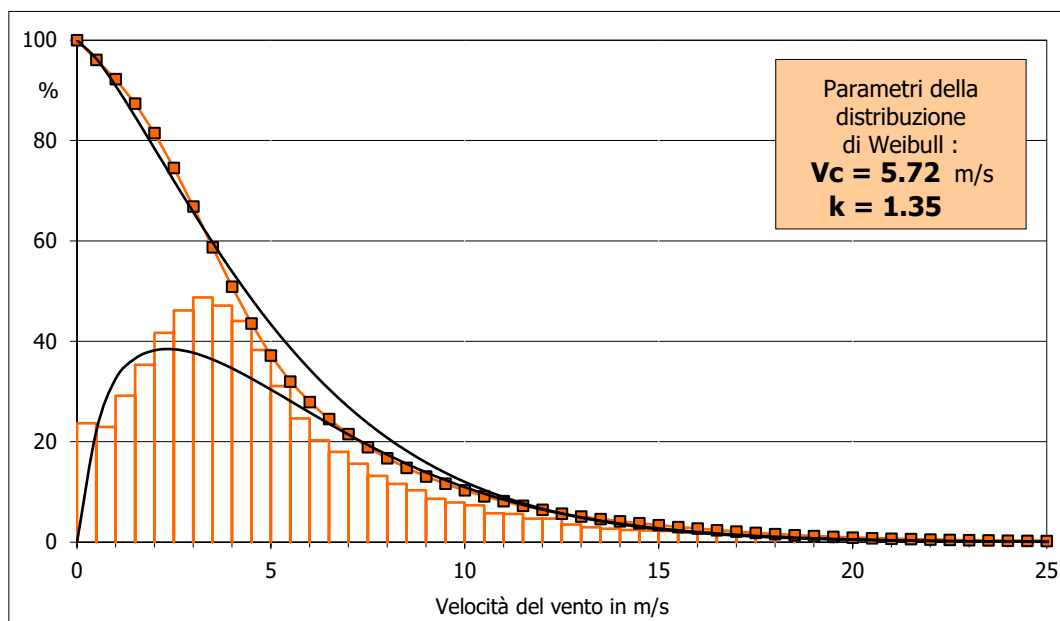
**STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1- Regione: Basilicata (Cod.RIF1)**

Periodo di elaborazione: 12/05/2022 - 12/05/2023 (numero giorni: 366)

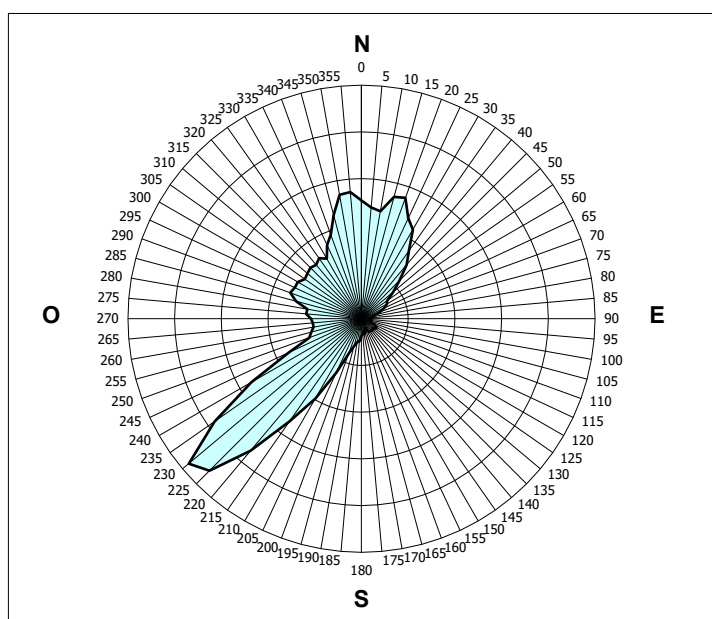
Percentuale dati disponibili = 98.25 % ( 51780 dati su 52704 )

**Velocita' del vento V in m/s rilevata a 15 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: Basilicata (Cod.RIF1)**

Periodo di elaborazione: 12/05/2022 - 12/05/2023 (numero giorni: 366)

Percentuale dati disponibili = 98.25 % ( 51780 dati su 52704 )

**Velocità del vento V in m/s rilevata a 15 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 <sup>2</sup> )
2°	N	15.1	7820	4.63	2.73	6.12	20.1	140
3°	NNE	12.8	6612	3.52	1.95	4.63	19.1	61
8°	ENE	3.9	2038	2.84	1.59	3.64	10.9	30
12°	E	1.3	652	3.21	2.05	4.32	12.1	50
10°	ESE	1.8	954	5.38	3.05	6.82	16.1	194
11°	SSE	1.8	913	5.25	3.31	7.05	18.2	215
9°	S	2.4	1260	5.72	4.01	8.06	21.5	321
4°	SSO	12.6	6532	8.49	5.38	11.47	31.5	924
1°	OSO	17.5	9070	7.44	4.90	10.26	30.0	662
7°	O	6.8	3497	3.92	2.32	5.19	17.4	86
6°	ONO	9.2	4783	3.93	1.92	4.78	14.5	67
5°	NNO	10.0	5198	3.63	1.91	4.60	15.1	60
	NoDir	0.8	409	6.41	2.11	7.10	14.8	219
	<b>Calme</b>	3.9	2042	(velocità del vento minore o uguale a 0.5 m/s)				
	<b>Totale =</b>		<b>51780</b>	<b>5.06</b>	<b>3.98</b>	<b>7.87</b>	<b>31.5</b>	<b>298</b>

**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 <sup>2</sup> )	Ev (kWh/m <sup>2</sup> )
Dic	1.00	6.02	4.51	8.90	24.6	432	321
Gen	0.83	7.15	6.34	11.60	31.0	956	711
Feb	1.00	4.91	3.96	7.54	20.2	263	176
Mar	0.97	6.62	4.35	9.11	24.8	463	344
Apr	1.00	5.24	3.80	7.60	21.0	269	194
Mag	1.03	4.45	2.77	5.95	18.7	129	96
Giu	1.00	4.02	2.26	5.15	14.2	84	60
Lug	1.00	3.48	2.07	4.63	16.2	61	45
Ago	1.00	3.81	2.35	5.20	19.6	86	64
Set	1.00	5.61	3.69	7.76	24.1	286	206
Ott	1.00	3.68	2.31	5.00	16.4	76	57
Nov	1.00	6.19	5.24	9.91	31.5	596	429

Stagione	Vmed (m/s)	sigV (m/s)	Vcub (m/s)	Vmax (m/s)	Pv (W/m <sup>2</sup> )	Ev (kWh/m <sup>2</sup> )
Inverno (Dic - Feb)	6.06	5.15	9.70	31.0	560	1209
Primavera (Mar - Mag)	5.44	3.81	7.77	24.8	287	634
Estate (Giu - Ago)	3.77	2.24	5.00	19.6	77	169
Autunno (Set - Nov)	5.14	4.06	8.03	31.5	317	692

<b>Anno</b>	<b>5.10</b>	<b>4.04</b>	<b>7.96</b>	<b>31.5</b>	<b>309</b>	<b>2705</b>
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	------------	-------------

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

**Tabelle B e C**

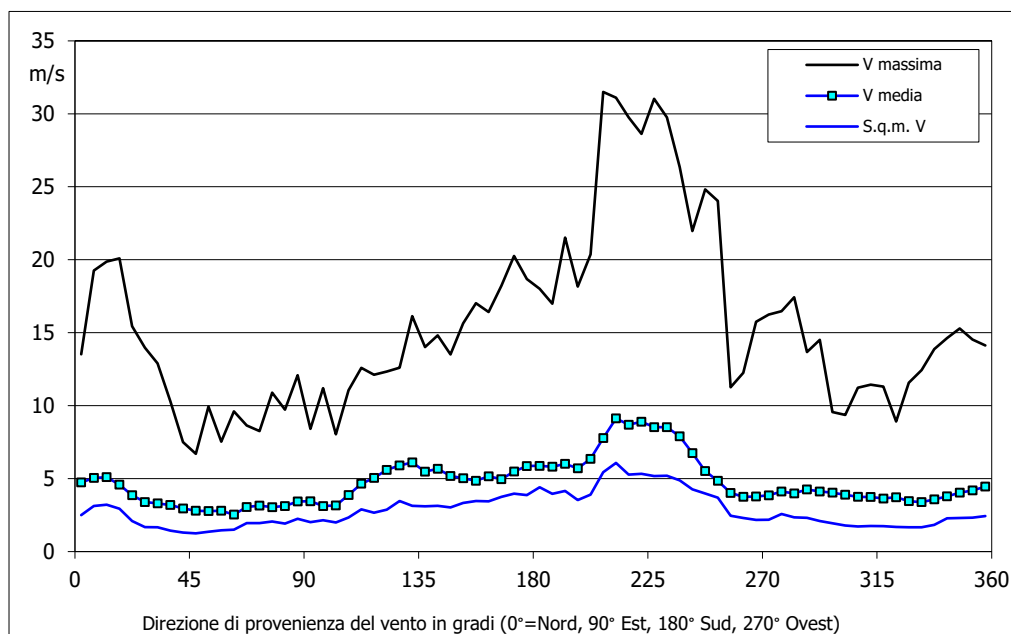
**STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1- Regione: Basilicata (Cod.RIF1)**

Periodo di elaborazione: 12/05/2022 - 12/05/2023 (numero giorni: 366)

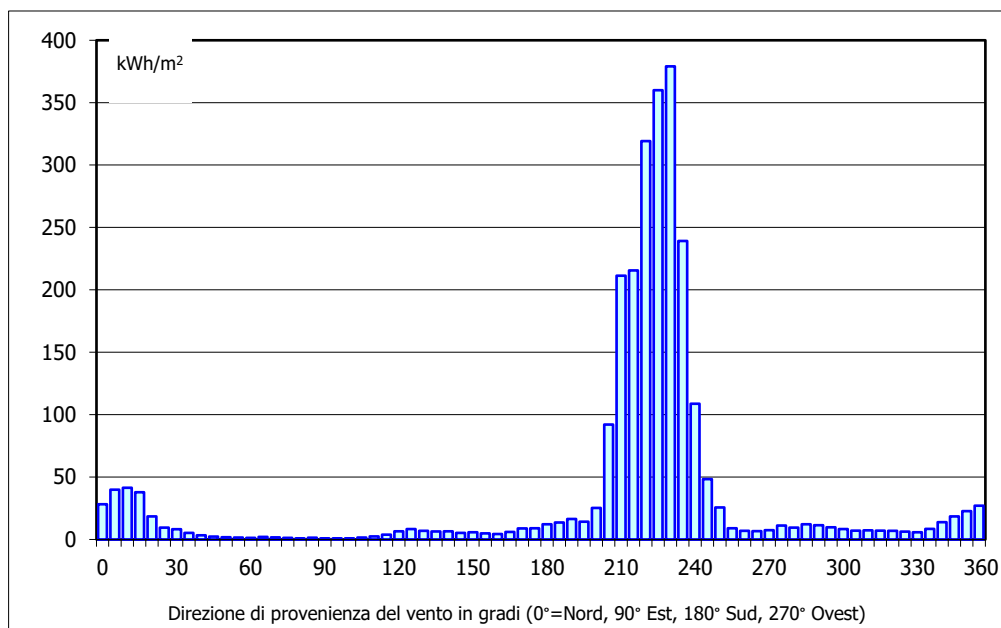
Percentuale dati disponibili = 98.25 % ( 51780 dati su 52704 )

**Velocita' del vento V in m/s rilevata a 15 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/m<sup>2</sup> PER SETTORE DI DIREZIONE**



**Grafici 3 e 4**

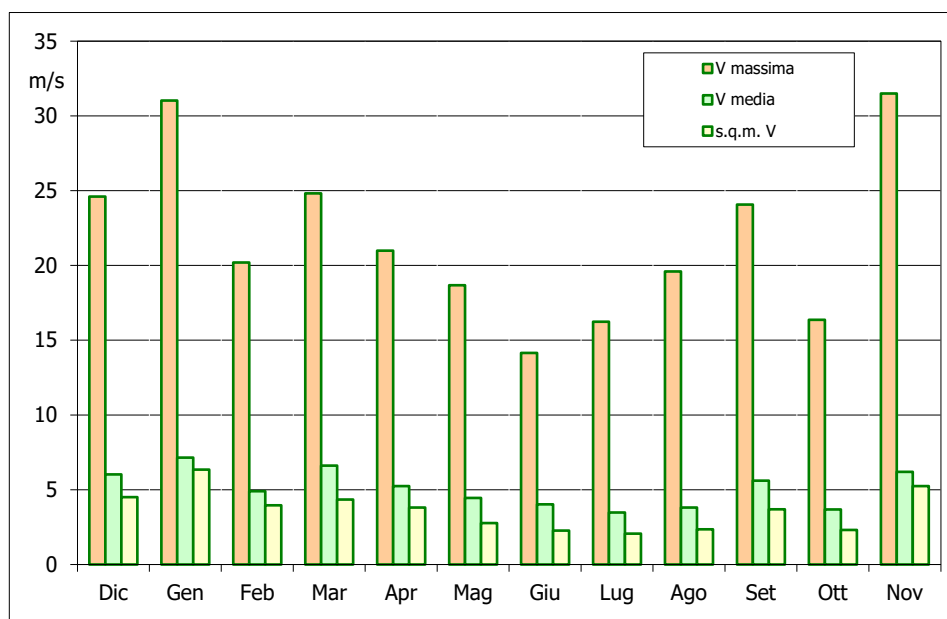
**STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1- Regione: Basilicata (Cod.RIF1)**

Periodo di elaborazione: 12/05/2022 - 12/05/2023 (numero giorni: 366)

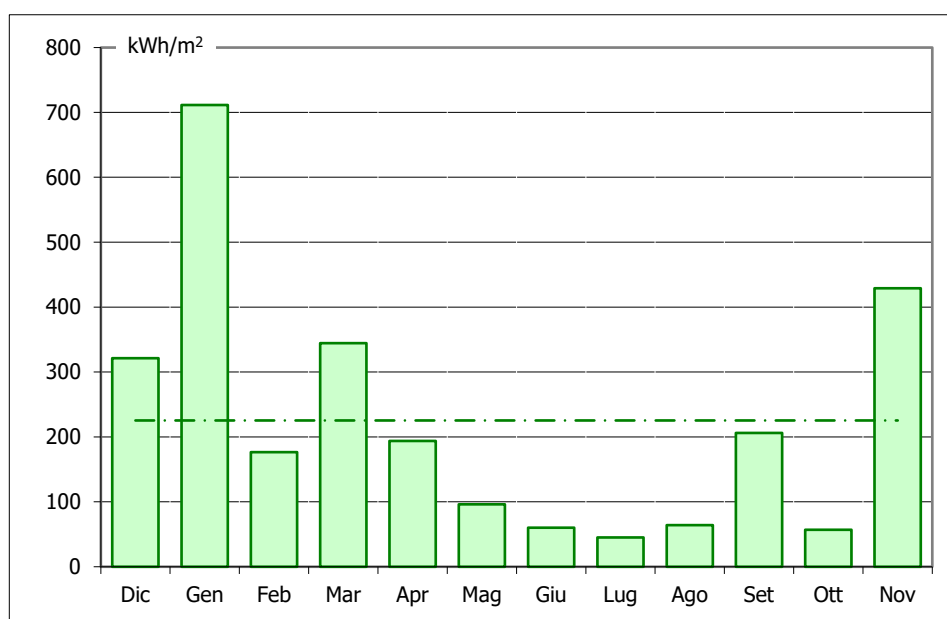
Percentuale dati disponibili = 98.25 % ( 51780 dati su 52704 )

**Velocita' del vento V in m/s rilevata a 15 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**

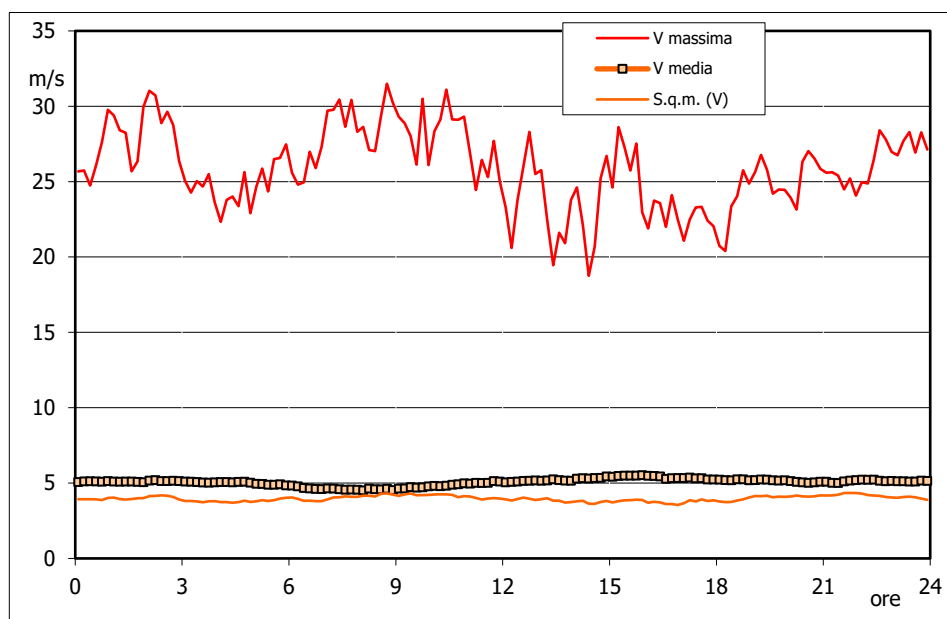
**STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1- Regione: Basilicata (Cod.RIF1)**

Periodo di elaborazione: 12/05/2022 - 12/05/2023 (numero giorni: 366)

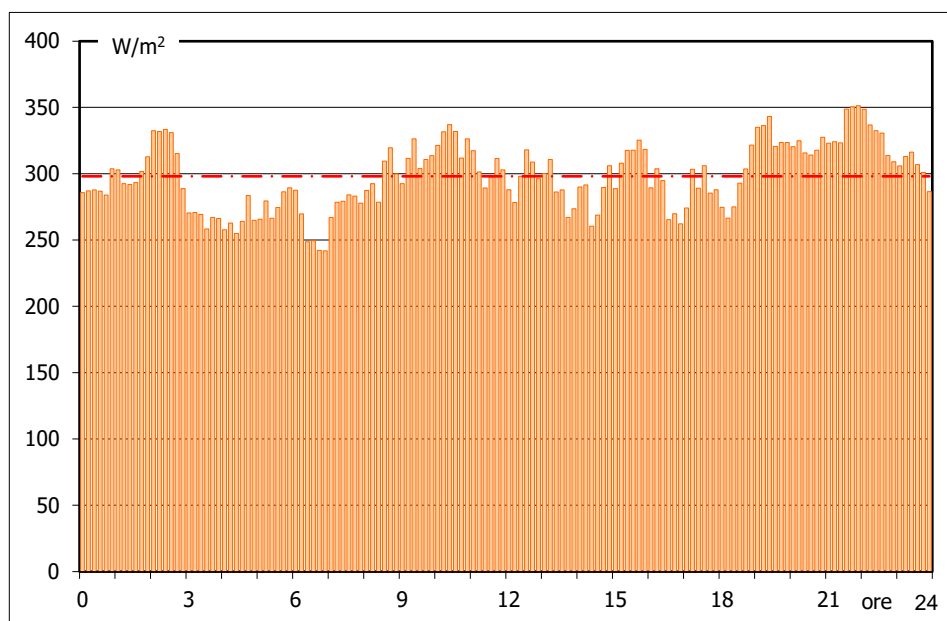
Percentuale dati disponibili = 98.25 % ( 51780 dati su 52704 )

**Velocita' del vento V in m/s rilevata a 15 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/m<sup>2</sup> NELLE 24 ORE**



**Grafici 7 e 8**

**STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1- Regione: Basilicata (Cod.RIF1)**

Periodo di elaborazione: 12/05/2022 - 12/05/2023 (numero giorni: 366)

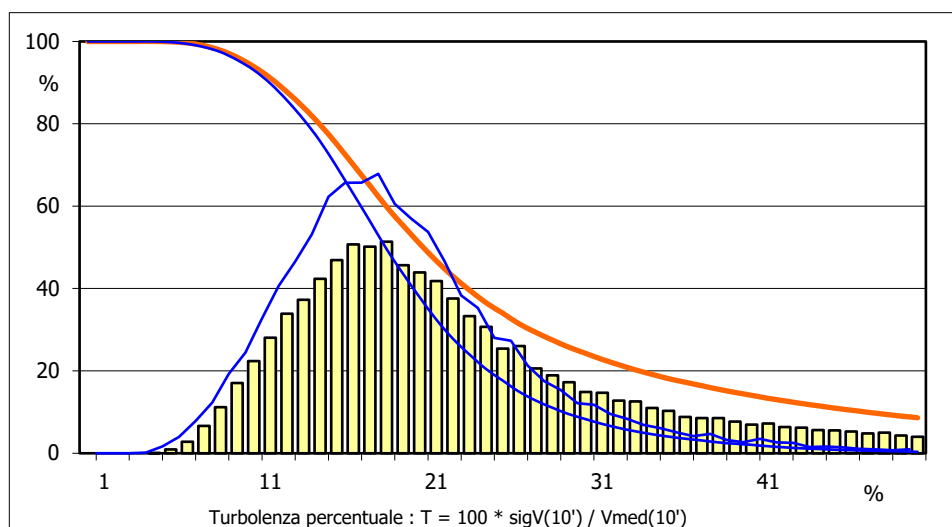
Percentuale dati disponibili = 98.25 % ( 51780 dati su 52704 )

**Velocita' del vento V in m/s rilevata a 15 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	15.7	7820	24.2	14.3	10.4	56.7
Nord-NordEst	13.3	6612	32.0	16.5	10.9	64.4
Est-NordEst	4.1	2038	33.5	19.4	10.9	70.9
Est	1.3	652	31.0	22.1	8.1	76.2
Est-SudEst	1.9	954	22.1	16.9	7.6	61.3
Sud-SudEst	1.8	913	24.2	19.6	8.0	70.4
Sud	2.5	1260	30.3	18.1	11.9	69.6
Sud-SudOvest	13.1	6532	22.3	12.1	11.1	47.5
Ovest-SudOvest	18.2	9070	21.7	12.4	10.0	46.7
Ovest	7.0	3497	26.7	15.9	10.2	62.8
Ovest-NordOvest	9.6	4783	22.0	15.5	7.5	57.9
Nord-NordOvest	10.5	5198	24.0	16.0	8.4	61.2
Nessuna Direzione	0.8	409	20.6	7.1	11.4	32.4
<b>Totale =</b>	<b>96.1</b>	<b>49738</b>	<b>25.0</b>	<b>15.5</b>	<b>9.5</b>	<b>59.9</b>

Classe velocità m/s	%	n	Tmed	sigT	T_5%	T_95%
V < 4	47.0	23393	31.6	19.1	9.9	70.3
4 < V < 8	35.6	17690	19.7	8.3	8.8	35.7
8 < V < 12	10.7	5321	19.0	6.1	10.1	30.1
12 < V < 16	3.9	1942	17.4	4.4	10.7	25.2
16 < V < 20	1.9	927	15.3	3.7	9.5	21.8
V > 20	0.9	465	13.9	3.0	9.8	19.5
<b>Totale* =</b>	<b>50.9</b>	<b>26345</b>	<b>19.2</b>	<b>7.6</b>	<b>9.2</b>	<b>33.5</b>

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

**Tabella D e Grafico 9**



**STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1- Regione: Basilicata (Cod.RIF1)**

Periodo di elaborazione: 12/05/2022 - 12/05/2023 (numero giorni: 366)

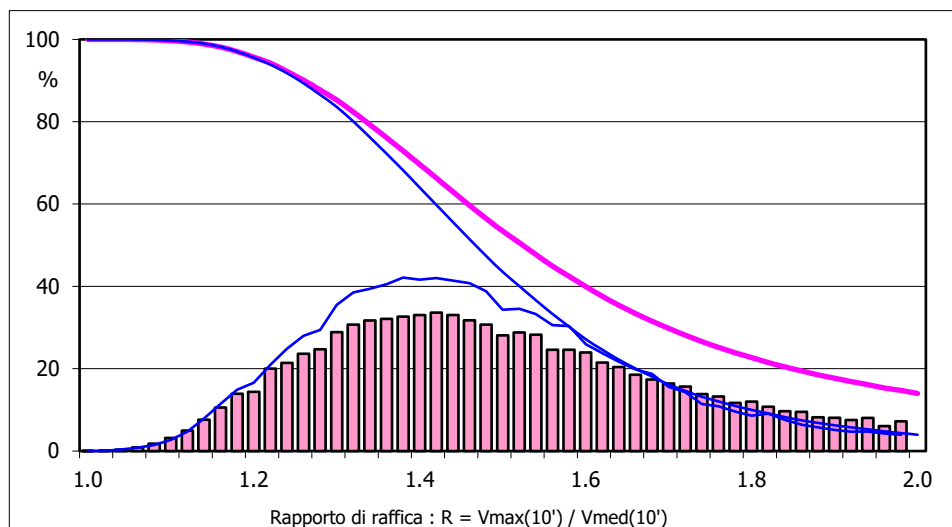
Percentuale dati disponibili = 98.25 % ( 51780 dati su 52704 )

**Velocita' del vento V in m/s rilevata a 15 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	15.7	7820	1.64	0.40	1.24	2.39
Nord-NordEst	13.3	6612	1.83	0.49	1.25	2.72
Est-NordEst	4.1	2038	1.86	0.59	1.24	3.00
Est	1.3	652	1.83	0.73	1.17	3.42
Est-SudEst	1.9	954	1.55	0.48	1.15	2.54
Sud-SudEst	1.8	913	1.64	0.64	1.16	3.13
Sud	2.5	1260	1.83	0.64	1.25	2.87
Sud-SudOvest	13.1	6532	1.62	0.37	1.25	2.24
Ovest-SudOvest	18.2	9070	1.58	0.37	1.22	2.22
Ovest	7.0	3497	1.72	0.49	1.22	2.62
Ovest-NordOvest	9.6	4783	1.58	0.49	1.16	2.42
Nord-NordOvest	10.5	5198	1.63	0.46	1.18	2.52
Nessuna Direzione	0.8	409	1.57	0.22	1.29	1.93
<b>Totale =</b>	<b>96.1</b>	<b>49738</b>	<b>1.67</b>	<b>0.46</b>	<b>1.21</b>	<b>2.52</b>

Classe velocità m/s	%	n	Rmed	sigR	R_5%	R_95%
V < 4	47.0	23393	1.82	0.59	1.21	2.93
4 < V < 8	35.6	17690	1.55	0.26	1.20	2.02
8 < V < 12	10.7	5321	1.52	0.19	1.23	1.85
12 < V < 16	3.9	1942	1.47	0.15	1.24	1.71
16 < V < 20	1.9	927	1.40	0.12	1.21	1.60
V > 20	0.9	465	1.36	0.10	1.20	1.55
<b>Totale* =</b>	<b>50.9</b>	<b>26345</b>	<b>1.53</b>	<b>0.24</b>	<b>1.21</b>	<b>1.95</b>

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

**Tabella E e Grafico 10**

**STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1- Regione: Basilicata (Cod.RIF1)**

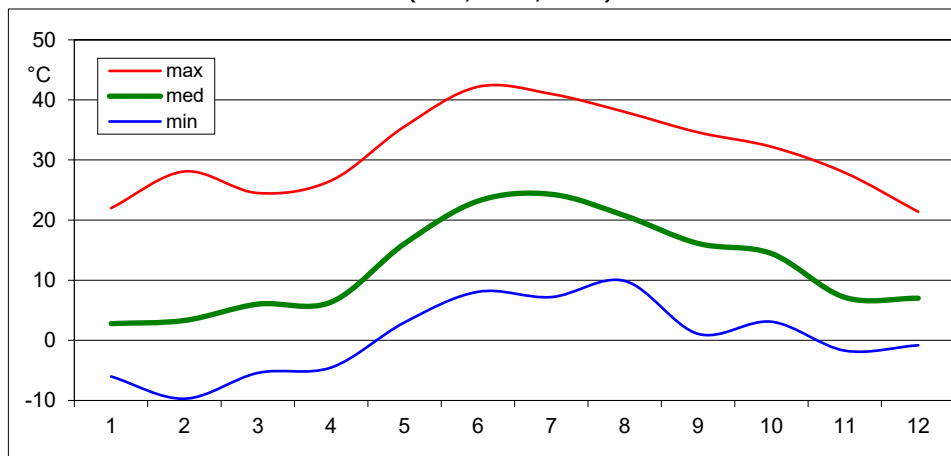
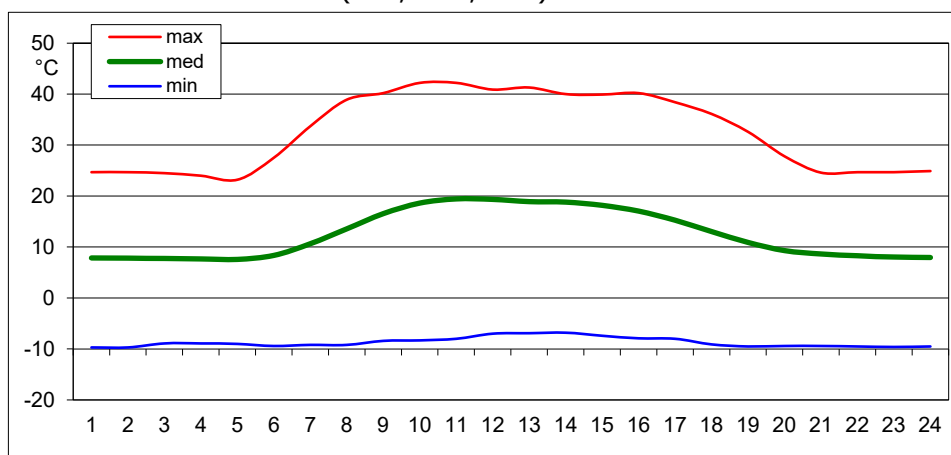
Periodo di elaborazione: 12/05/2022 - 12/05/2023 (numero giorni: 366)

Percentuale dati disponibili = 98.25 % ( 51780 dati su 52704 )

**Velocita' del vento V in m/s rilevata a 15 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	0.87	3888	-6.0	2.8	22.0
Feb	1.00	4032	-9.7	3.3	28.1
Mar	1.00	4464	-5.4	6.0	24.5
Apr	1.00	4320	-4.5	6.4	26.6
Mag	1.03	4602	3.0	16.1	35.6
Giu	1.00	4320	8.1	23.2	42.2
Lug	1.00	4464	7.2	24.3	41.0
Ago	1.00	4464	9.9	20.8	38.0
Set	1.00	4320	1.1	16.1	34.6
Ott	1.00	4320	3.1	14.4	32.2
Nov	1.00	4320	-1.7	7.2	27.9
Dic	1.00	4464	-0.8	7.0	21.4
<b>Anno</b>		<b>51978</b>	<b>-9.7</b>	<b>12.5</b>	<b>42.2</b>

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 A4*

---

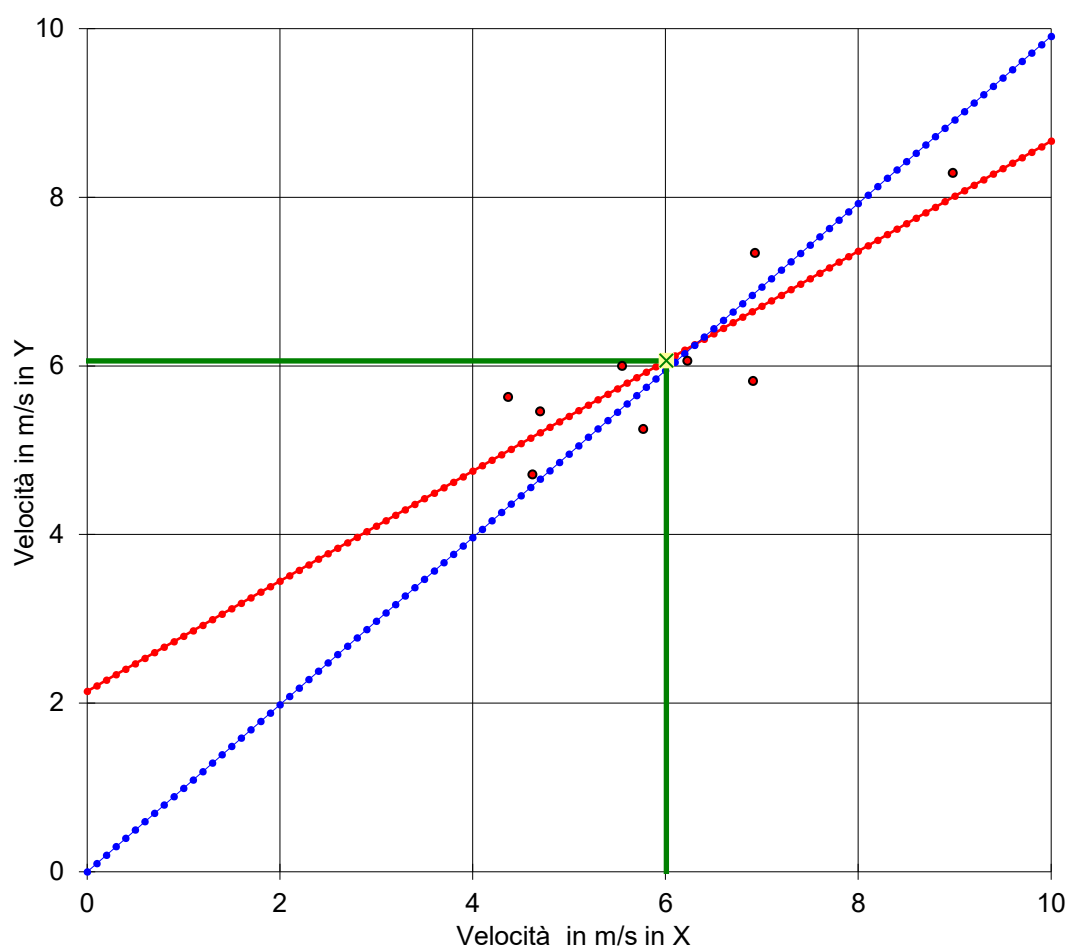
**CORRELAZIONE TRA LE VELOCITA' MEDIE MENSILI RILEVATE A:**

Variabile X: TA di RIFERIMENTO 1 (codice: RIF1) a 15 m dal suolo  
 Variabile Y: TA di ALIANO (codice: 1748) a 97.5 m dal suolo

Coefficiente di correlazione = 0.867 (Regressione lineare con 9 punti)

(  $Y = A * X + B$  ) :  $A = 0.653$  ;  $B = 2.142$       (  $Y = C * X$  ) :  $C = 0.991$

$V_{media}(X) = 6.008$  ;  $V_{media}(Y) = 6.062$       (  $Y_m = R * X_m$  ) :  $R = 1.009$



Valore Storico in (X) = 5.696 m/s      Valore Misurato in (Y) = 5.996 m/s

Valore Storico in Y ( $Y=A * X + B$ ) = 5.858 m/s       $k_s = 0.977$

Valore Storico in Y ( $Y=C * X$ ) = 5.645 m/s       $k_s = 0.941$

Valore Storico in Y ( $Y_m = R * X_m$ ) = 5.747 m/s       $k_s = 0.958$

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

Figura 1

*ALLEGATO A5*

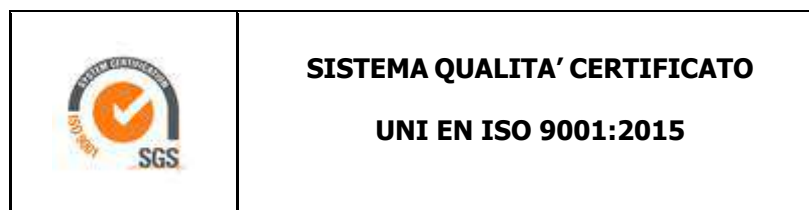
---

## Resoconto sull'installazione della stazione anemometrica denominata Aliano ricadente nel Comune di Aliano (MT)

CLIENTE	REVISIONE				REDAZIONE
SKI 04 S.r.l.	N°	MESE	ANNO	LUOGO	C. GAIONI
	0	Giugno	2023	GARDONE VAL TROMPIA	<i>Carlo Sironi</i>
					<b>APPROVAZIONE</b> C. MAZZARELLA <i>C. Mazzarella</i>
ORDINE RIF.	Rif. Accettazione Offerta n°042_BS_2022 del 20/06/2022				

**IL PRESENTE DOCUMENTO È 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.**



**Sedi operative:**

- Via Matteotti, 311 – SCALA P – Int.10 – 25063 **Gardone V.T. (BS)**  
Tel. 030 2056980 – Fax 030 831100

E-mail: [info@tecnogaia.it](mailto:info@tecnogaia.it)  
E-mail PEC [info@pec.tecnogaia.com](mailto:info@pec.tecnogaia.com)

**Sede Legale:**

Via Matteotti, 311 – 2506 **Gardone Val Trompia (BS)**  
Tel. 030 2056980 – Fax 030 831100

N° Iscriz. Registro Imprese Brescia  
Cod. Fisc. & P. IVA 13029730150  
N° REA 496849

Cap. Soc. € 119.000,00 interamente versato

## 1. Premessa

Nell'ambito dell'incarico ricevuto SKI 04 S.r.l. per l'espletamento di attività di monitoraggio eolico, nel mese di Giugno 2023, è stata completata l'installazione di una stazione anemometrica ricadente nel territorio della Provincia di Matera. La presente relazione riporta il resoconto degli interventi effettuati.

Costituiscono parte integrante del documento gli allegati contenenti:

- le planimetrie con l'ubicazione del punto di installazione;
- le schede con le informazioni rilevate durante l'attività in sito;
- le prove di registrazione dopo l'installazione;
- le riprese fotografiche effettuate al termine delle attività in sito.

La relazione stessa è altresì resa disponibile anche su supporto magnetico con formato compatibile con l'ambiente Windows.

## 2. Installazione della stazione anemometrica Aliano – Aliano (MT)

Il 29/06/2023 è stata completata l'installazione della stazione anemometrica da 97.5 metri denominata "Aliano", in località omonima nel comune di Aliano (MT), a cui è stato assegnato il codice stazione 1748.

Sul sostegno tralicciato sono stati installati tre sistemi anti torsione della struttura, ai fini di aumentarne la stabilità e la sua capacità portante, un sistema di acquisizione dati munito del kit di telegestione. Inoltre e secondo esplicito specifiche del Committente, la stazione, dotata di segnalazione cromatica bicolore per il terzo superiore, di nove sfere di segnalazione di ostacolo aereo per volo di bassa quota e di doppio sistema SOV notturno in sommità e a 50m dal suolo, è stata allestita con 7 sensori di velocità, rispettivamente 2 a 97.5 m, uno a 92, 70, due a 50 e uno a 40 metri dal suolo. L'allestimento è

**Sedi operative:**

- Via Matteotti, 311 – SCALA P – Int.10 – 25063 **Gardone V.T. (BS)**  
Tel. 030 2056980 – Fax 030 831100

E-mail: [info@tecnogaia.it](mailto:info@tecnogaia.it)  
E-mail PEC [info@pec.tecnogaia.com](mailto:info@pec.tecnogaia.com)

**Sede Legale:**

Via Matteotti, 311 – 2506 **Gardone Val Trompia (BS)**  
Tel. 030 2056980 – Fax 030 831100

N° Iseriz. Registro Imprese Brescia  
Cod. Fisc. & P. IVA 13029730150  
N° REA 496849

Cap. Soc. € 119.000,00 interamente versato



stato completato con 3 sensori di direzione a banderuola a 92, 70 e 40m ed, a completamento, con due termoigrometro a 96m e a 10m e un barometro a 6m.

La scelta del punto di installazione è scaturita, ad opera del Committente ed a seguito di sopralluoghi mirati in sito, dall'individuazione di un punto ben rappresentativo di un'area più ampia che risulta interessata da buona ventosità.

L'ubicazione della stazione è riportata sulla planimetria nella **Tavola 1** (cartografia stradale 1:200.000) e, con maggior dettaglio, nella **Tavola 2** (stralcio cartografia IGMI 1:25.000).

La **Scheda A** "Qualificazione dei dati anemologici di un sito – Scheda della stazione anemometrica" contiene i dati identificativi della stazione e delle apparecchiature installate, nonché i dati relativi alla localizzazione della stazione e al sito circostante il punto di installazione.

Prima dell'installazione è stata effettuata in laboratorio una verifica di funzionamento delle apparecchiature da utilizzare, i cui risultati sono riportati nella **Scheda B** "Qualificazione dei dati anemologici di un sito – Scheda di verifica in laboratorio delle apparecchiature da utilizzare".

La **Scheda C** "Qualificazione dei dati anemologici di un sito – Rapporto sul sopralluogo effettuato nel sito per la scelta del punto di installazione della stazione anemometrica" fornisce i dati relativi all'accessibilità ed alcuni dati utili per il montaggio della stazione ricavati dal sopralluogo effettuato prima dell'installazione.

La **Scheda D** "Qualificazione dei dati anemologici di un sito – Configurazione acquirente dati dei canali acquirente" è una rappresentazione fotografica, tratta dall'ambiente web di configurazione del data logger Ammonit METEO 40M installato, delle impostazioni inserite nell'acquirente dati relative ai sensori presenti sulla stazione anemometrica.

Negli allegati denominati "Report di calibrazione dell'anemometro" sono riportati:

- Nell' **Allegato 1a** i risultati di una prova di calibrazione in camera a vento, eseguita dall'istituto riconosciuto Measnet Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services, sul sensore di velocità THIES First Class N°calibr. 2311666 che è stato installato con apposita mensola sulla sommità del sostegno a 97.5 m dal suolo.
- Nell' **Allegato 1b** i risultati di una prova di calibrazione in camera a vento, eseguita dall'istituto riconosciuto Measnet Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services, sul sensore di velocità THIES First Class N°calibr. 2311667 che è stato installato con apposita mensola sulla sommità del sostegno a 97.5 m dal suolo.
- Nell' **Allegato 1c** i risultati di una prova di calibrazione in camera a vento, eseguita dall'istituto riconosciuto Measnet Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services, sul sensore di

**Sedi operative:**

- Via Matteotti, 311 – SCALA P – Int.10 – 25063 **Gardone V.T. (BS)**  
Tel. 030 2056980 – Fax 030 831100

E-mail: [info@tecnogaia.it](mailto:info@tecnogaia.it)  
E-mail PEC [info@pec.tecnogaia.com](mailto:info@pec.tecnogaia.com)

**Sede Legale:**

Via Matteotti, 311 – 2506 **Gardone Val Trompia (BS)**  
Tel. 030 2056980 – Fax 030 831100

N° Iseriz. Registro Imprese Brescia  
Cod. Fisc. & P. IVA 13029730150

N° REA 496849

Cap. Soc. € 119.000,00 interamente versato

velocità THIES First Class N°calibr. 2311668 che è stato installato con apposita mensola a 92 m dal suolo.

- Nell' **Allegato 1d** i risultati di una prova di calibrazione in camera a vento, eseguita dall'istituto riconosciuto Measnet Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services, sul sensore di velocità THIES First Class N°calibr. 2311669 che è stato installato con apposita mensola a 70 m dal suolo.
- Nell' **Allegato 1e** i risultati di una prova di calibrazione in camera a vento, eseguita dall'istituto riconosciuto Measnet Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services, sul sensore di velocità THIES First Class N°calibr. 2311670 che è stato installato con apposita mensola a 50 m dal suolo.
- Nell' **Allegato 1f** i risultati di una prova di calibrazione in camera a vento, eseguita dall'istituto riconosciuto Measnet Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services, sul sensore di velocità THIES First Class N°calibr. 2311671 che è stato installato con apposita mensola a 50 m dal suolo.
- Nell' **Allegato 1g** i risultati di una prova di calibrazione in camera a vento, eseguita dall'istituto riconosciuto Measnet Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services, sul sensore di velocità THIES First Class N°calibr. 2311672 che è stato installato con apposita mensola a 40 m dal suolo.

Al fine di verificare il funzionamento dell'acquisitore dati, sia al termine dell'attivazione della catena di misura sino a 60m che al completamento dell'installazione sono state effettuate le prove di funzionamento, i cui esiti sono riportati nell'**Allegato 2** "Prova di registrazione dopo l'installazione" e su supporto magnetico con nome-file Aliano.xls, che è stata trascodificata al rientro in sede.

Completano le informazioni raccolte per questa installazione le **riprese fotografiche** della postazione anemometrica, effettuate dalla stazione e verso la stazione da una distanza di qualche decina di metri, in direzione dei punti cardinali.

**Sedi operative:**

- Via Matteotti, 311 – SCALA P – Int.10 – 25063 **Gardone V.T. (BS)**  
Tel. 030 2056980 – Fax 030 831100

E-mail: [info@tecnogaia.it](mailto:info@tecnogaia.it)  
E-mail PEC [info@pec.tecnogaia.com](mailto:info@pec.tecnogaia.com)

**Sede Legale:**

Via Matteotti, 311 – 2506 **Gardone Val Trompia (BS)**  
Tel. 030 2056980 – Fax 030 831100

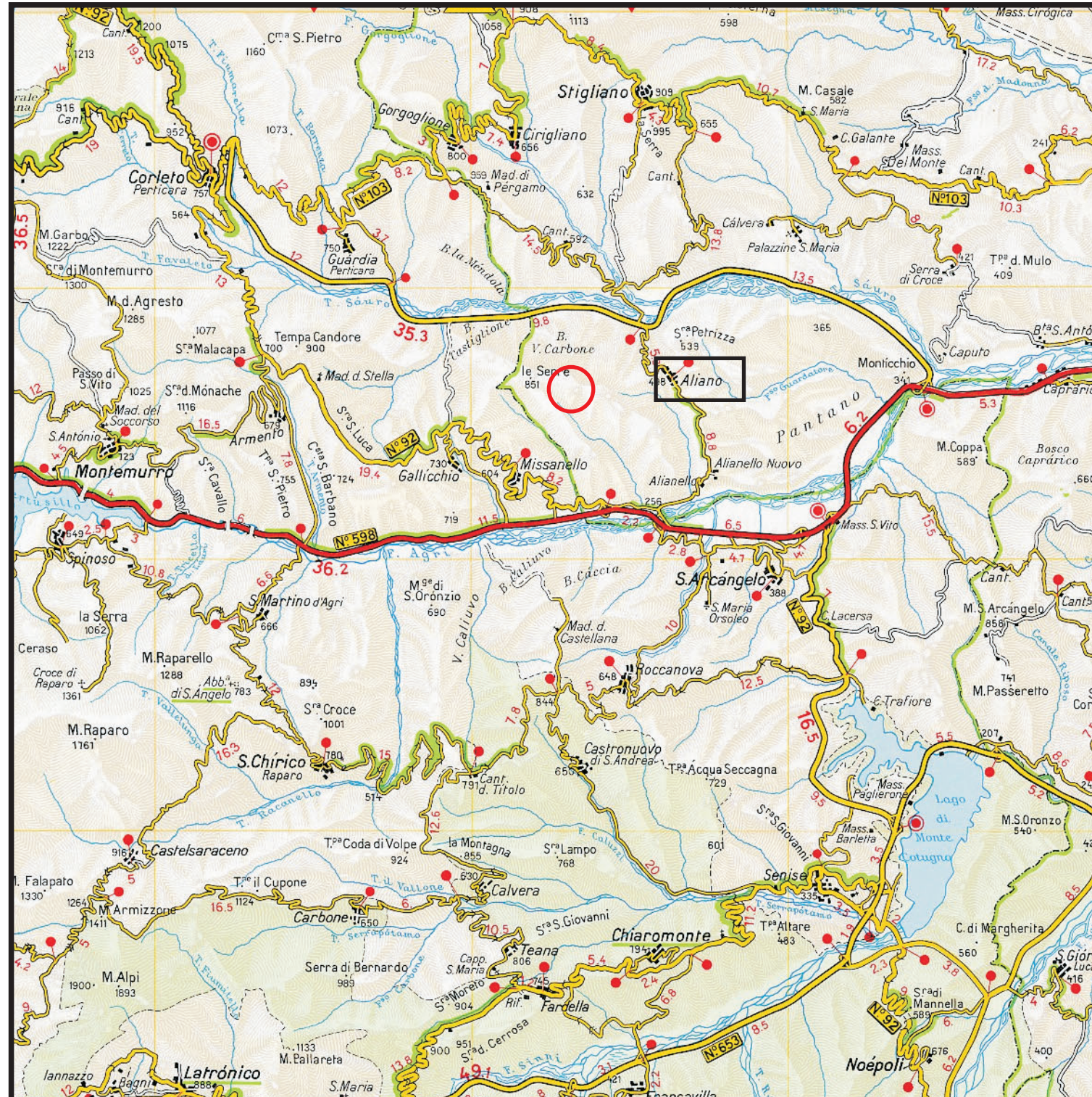
N° Iseriz. Registro Imprese Brescia  
Cod. Fisc. & P. IVA 13029730150  
N° REA 496849

Cap. Soc. € 119.000,00 interamente versato

# SITO EOLICO DI ALIANO

Comune di ALIANO (MT)

## Ubicazione geografica del sito



Scala 1:200.000



 Sito eolico



Regione: BASILICATA

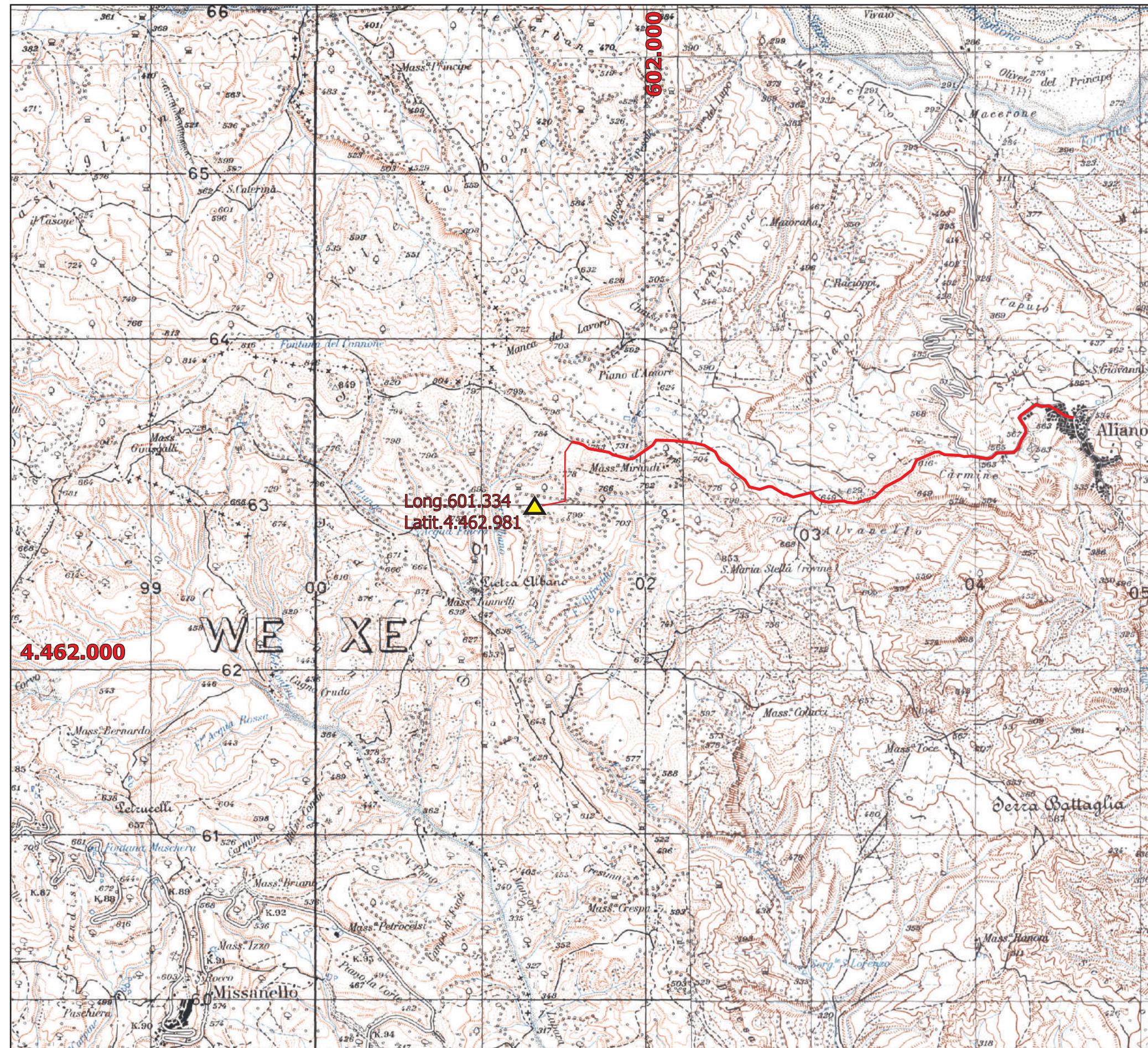
Cartina di base: Atlante stradale d'Italia, Volume SUD 1:200.000, Ediz. TCI, Milano 2004.



# SITO EOLICO DI ALIANO

Comune di ALIANO (MT)

Ubicazione della stazione anemometrica e accessibilità



### LEGENDA

- Viabilità principale
- Viabilità accesso al sito

- Confini regionali
- Confini provinciali
- Confini comunali

- Stazione Anemometrica ALIANO

Cartina di base IGMI, serie 25V:  
GALLICCHIO 211 IV NE

Scala 1:25.000



**QUALIFICAZIONE DEI DATI ANEMOLOGICI DI UN SITO**

Scheda della stazione anemometrica



**Sito: Aliano**

**Fornitore: Tecnogaia**

**Sezione A ) – Dati identificativi della stazione anemometrica**

Nome stazione (max 16 car.): **Aliano** Codice: **1748**  
 Comune di: **Aliano** Provincia: **MT** Regione: **Basilicata**  
 Tavolettta IGMI: **Galicchio** Foglio n°: **211 IV NE**

**Sezione B ) – Dati identificativi delle apparecchiature**

<b>SENSORI</b>			Marca	modello	Matricola	n° inventario	Orientamento mensole/sensori	
N	Tipo	h dal suolo(m)						
<b>C1</b>	Velocità	<b>97.5</b>	Thies CLIMA	4.3352.00.000	02233788	TG23-3516	<b>TOP - 320°</b>	
<b>C2</b>	Velocità	<b>97.5</b>	Thies CLIMA	4.3352.00.000	02233789	TG23-3517	<b>TOP - 140°</b>	
<b>C3</b>	Velocità	<b>92</b>	Thies CLIMA	4.3352.00.000	02233790	TG23-3518	<b>320°</b>	
<b>C4</b>	Velocità	<b>70</b>	Thies CLIMA	4.3352.00.000	02233791	TG23-3519	<b>320°</b>	
<b>C5</b>	Velocità	<b>50</b>	Thies CLIMA	4.3352.00.000	02233792	TG23-3520	<b>320°</b>	
<b>C6</b>	Velocità	<b>50</b>	Thies CLIMA	4.3352.00.000	02233793	TG23-3521	<b>140°</b>	
<b>C7</b>	Velocità	<b>40</b>	Thies CLIMA	4.3352.00.000	02233794	TG23-3522	<b>320°</b>	
<b>D1</b>	Direzione	<b>92</b>	Thies CLIMA	4.3151.00.001	11220706	TG22-3424	<b>140°</b>	Rotazione Positiva verso Sud
<b>D2</b>	Direzione	<b>70</b>	Thies CLIMA	4.3151.00.001	11220707	TG22-3425	<b>140°</b>	Rotazione Positiva verso Sud
<b>D2</b>	Direzione	<b>40</b>	Thies CLIMA	4.3151.00.001	11220708	TG22-3426	<b>140°</b>	Rotazione Positiva verso Sud
<b>A1</b>	Termoigr.	<b>96</b>	Galltc+Mela	KPC1.S76-ME	269250	TG23-3527	<b>0°</b>	
<b>A2</b>	Termoigr.	<b>10</b>	Galltc+Mela	KPC1.S76-ME	269251	TG23-3528	<b>0°</b>	
<b>A3</b>	Pressione	<b>6</b>	NRG	BP60	9395002488	TG22-3432		
<b>ACQUISITORE</b>			<b>AMMONIT</b>	<b>METEO-40M</b>	<b>D223179</b>	<b>TG22-3389</b>	ACCESSORI: PROTEZIONI/PHOENIX CONTACT ROUTER/MAESTRO QUADBAND GSM/GPRS/EDGE/UMTS	
<b>SOSTEGNO</b>	<b>97</b>	<b>CALZAVARA</b>	<b>TSTL</b>					
<b>ACCESSORI</b>	<b>SOV</b>	<b>CLAMPCO</b>	2 SEGS48P200_15 2 LIOLA-P1_22S 1 SEQC22041 1 SEI1024DC_M					
	<b>Stand Alone</b>	<b>OFFGRID ACCU</b>	3 FU100WP 3 EN-SAFE35Ah					
	<b>9 Palloni segnaletici</b>							

**Sezione C ) – Dati relativi alla localizzazione della stazione anemometrica ed al sito**

Coordinate chilometriche **UTM ED50**: long. **601 334** - latit. **4 462 981** - Fuso **33**  
 Coordinate chilometriche **UTM WGS84**: long. **601 261** - latit. **4 462 794** - Fuso **33**  
 Altitudine in metri s.l.m.: **797**

Caratteristiche orografiche: Utilizzo del terreno: **Incolto**  
 Dimensioni dell'area interessata: 1 (kmq) Accessibilità: **Scarsa**

**Sezione D ) – Procedura di gestione della stazione e cambio cartuccia**

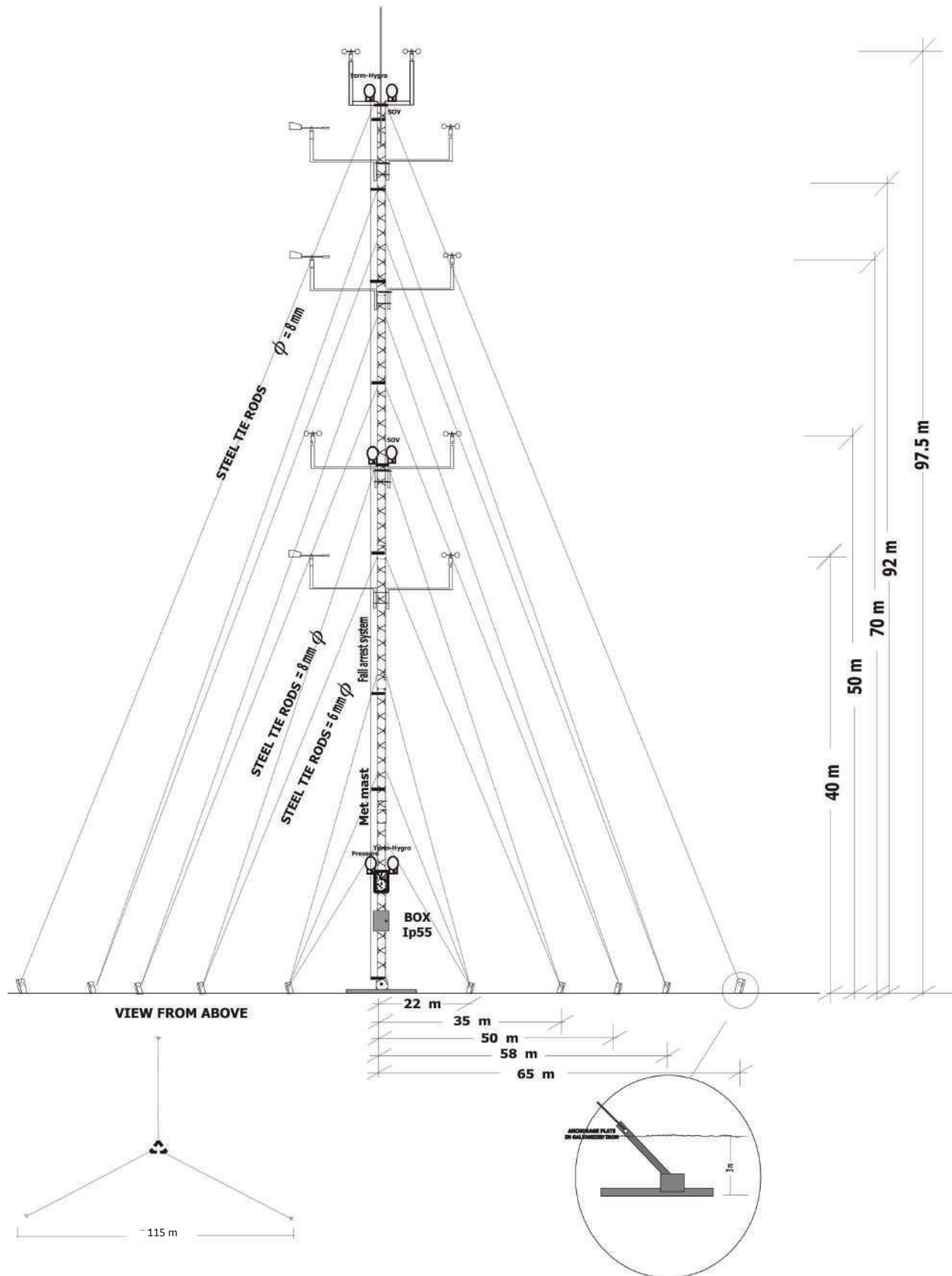
Sarà effettuata da: **Tecnogaia** per conto di: **SKI 04 S.r.l.**

Sito: Aliano

Stazione: Aliano

Sezione E ) – Caratteristiche del sostegno e disposizione degli ancoraggi rimovibili

NOT IN SCALE

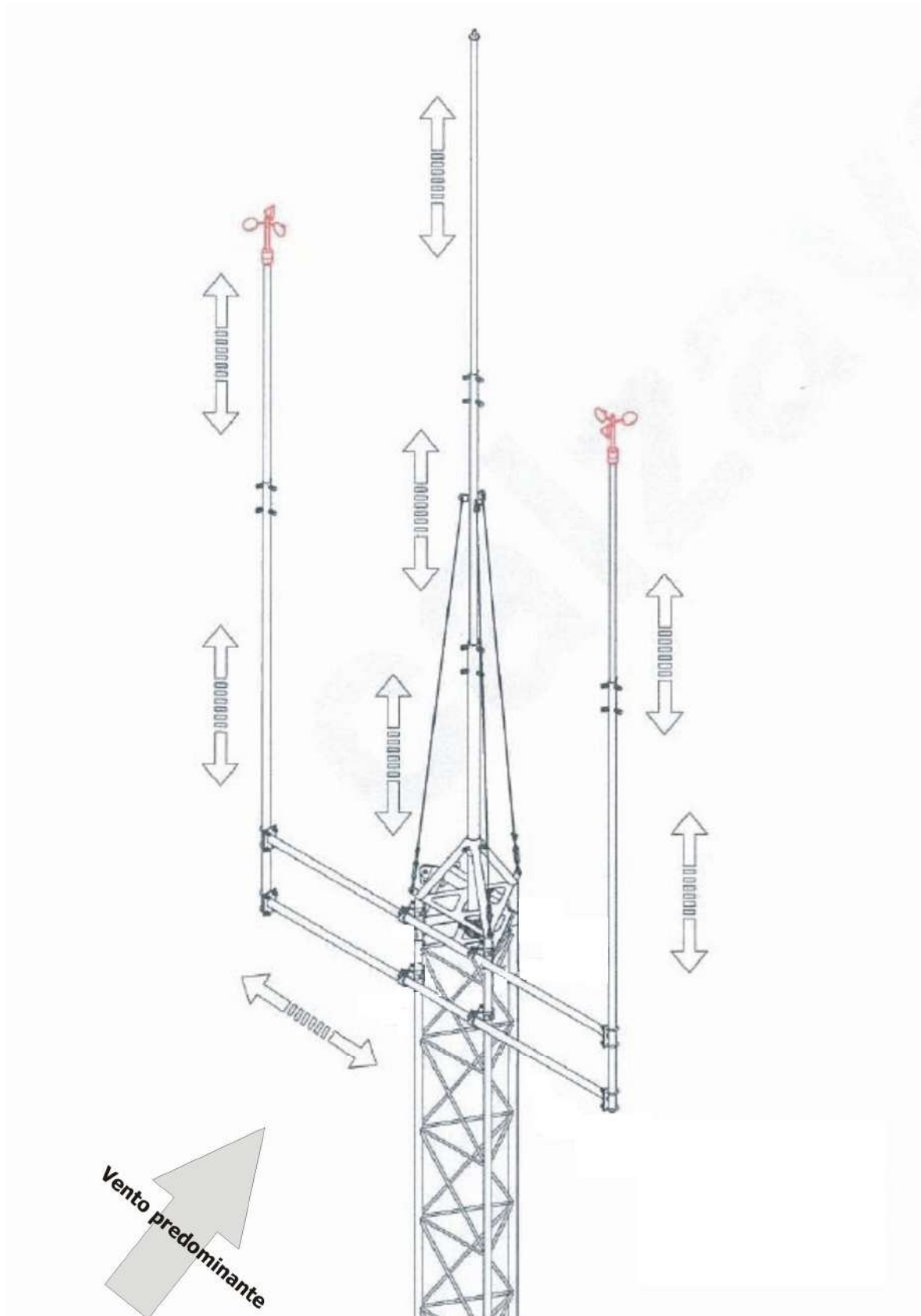


Sito: Aliano

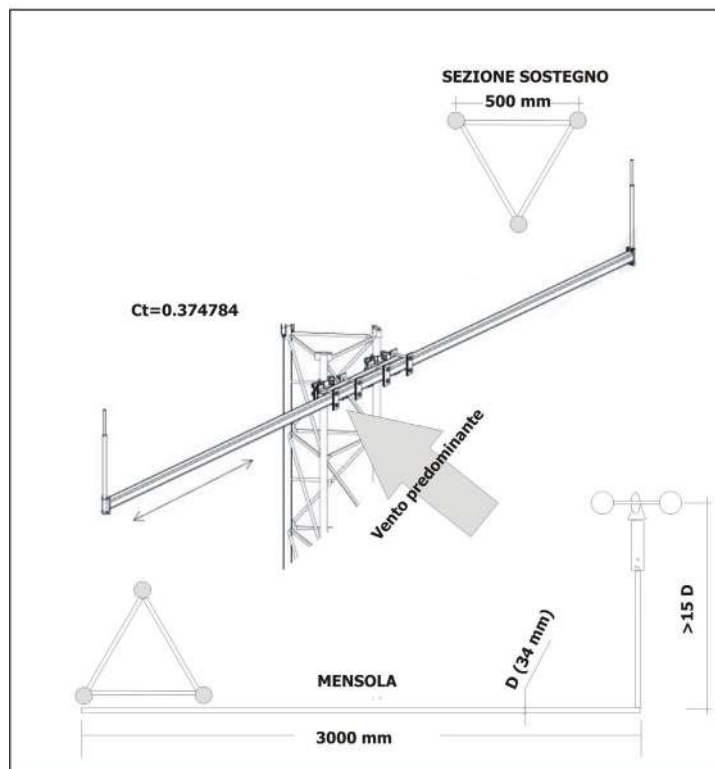
Stazione: Aliano

*Sezione F) – Disposizione dei sensori rispetto al sostegno*

**MENSOLE SOMMITALI ANEMOMETRI E PARAFULMINE**

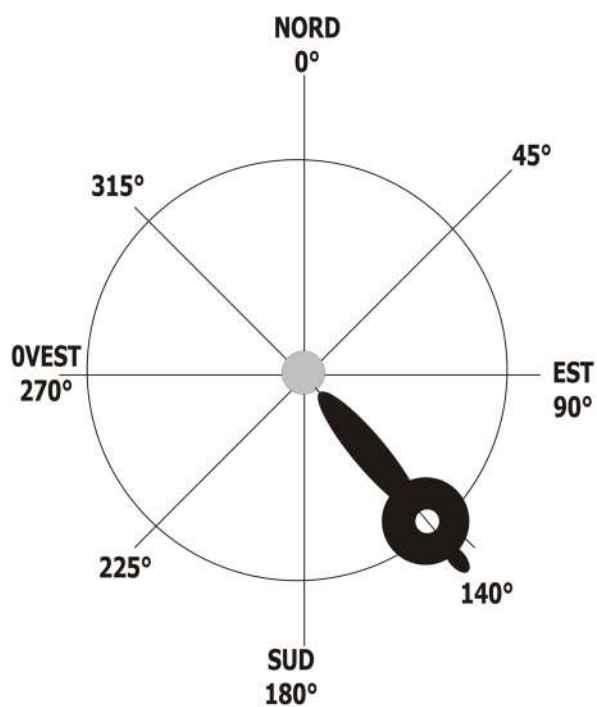


**MENSOLE ANEMOMETRI INTERMEDI**



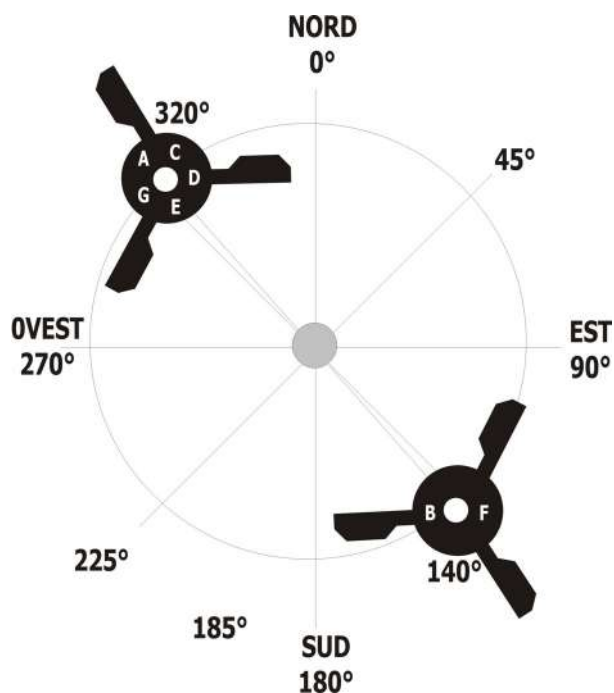
**ORIENTAMENTO MENSOLE:**

**SENSORI DI DIREZIONE**



Stazione anemometrica installata da: **Bonsi**

**SENSORI DI VELOCITA'**



data: **29/06/2023**



**QUALIFICAZIONE DEI DATI ANEMOLOGICI DI UN SITO**

Scheda di verifica in laboratorio delle apparecchiature da utilizzare

**Committente: SKI 04 S.r.l.****Staz. prev. Di installaz.: 97.5m\_06\_23**

Data

Codifica documento

Archivio

Compilato da

**Sezione A) – Dati identificativi delle apparecchiature****SENSORI VELOCITÀ****(A):** h dal suolo **97.5** (m) Tipo **THIES** mod. **FIRST CLASS** n°matr. **02233788** n° inven. **TG23/3516****(B):** h dal suolo **97.5** (m) Tipo **THIES** mod. **FIRST CLASS** n°matr. **02233789** n° inven. **TG23/3517****(C):** h dal suolo **92** (m) Tipo **THIES** mod. **FIRST CLASS** n°matr. **02233790** n° inven. **TG23/2518****(D):** h dal suolo **70** (m) Tipo **THIES** mod. **FIRST CLASS** n°matr. **02233791** n° inven. **TG23/2519****(E):** h dal suolo **50** (m) Tipo **THIES** mod. **FIRST CLASS** n°matr. **02233792** n° inven. **TG23/2520****(F):** h dal suolo **50** (m) Tipo **THIES** mod. **FIRST CLASS** n°matr. **02233793** n° inven. **TG23/2521****(G):** h dal suolo **40** (m) Tipo **THIES** mod. **FIRST CLASS** n°matr. **02233794** n° inven. **TG23/2522****SENSORI DIREZIONE****(A):** h dal suolo **92** (m) Tipo **THIES** mod. **FIRST CLASS** n°matr. **11220706** n° inven. **TG22/3424****(B):** h dal suolo **70** (m) Tipo **THIES** mod. **FIRST CLASS** n°matr. **11220707** n° inven. **TG22/3425****(C):** h dal suolo **40** (m) Tipo **THIES** mod. **FIRST CLASS** n°matr. **11220708** n° inven. **TG22/3426****ACQUISITORE:** Tipo **AMMONIT** modello **METEO-40M** n° matr. **#D223179** n° invent. **TG22/3389****Sezione B) – Prova di funzionamento dei sensori****SENSORE DI VELOCITA' (A)**

VELOCITA' DI ROTAZIONE IMPOSTATO (giri/min)	FREQUENZA IN USCITA DAL SENSORE (Hz)	VALORE DI VELOCITA' RICONTRATO (m/s)	VELOCITA' DI ROTAZIONE IMPOSTATO (giri/min)	FREQUENZA IN USCITA DAL SENSORE (Hz)	VALORE DI VELOCITA' RICONTRATO (m/s)
<b>140</b>	<b>90</b>	<b>4,4</b>	<b>140</b>	<b>90</b>	<b>4,4</b>
<b>285</b>	<b>180</b>	<b>8,5</b>	<b>284</b>	<b>180</b>	<b>8,6</b>
<b>555</b>	<b>360</b>	<b>16,9</b>	<b>556</b>	<b>360</b>	<b>16,8</b>

**SENSORE DI VELOCITA' (B)****SENSORE DI VELOCITA' (C)**

VELOCITA' DI ROTAZIONE IMPOSTATO (giri/min)	FREQUENZA IN USCITA DAL SENSORE (Hz)	VALORE DI VELOCITA' RICONTRATO (m/s)	VELOCITA' DI ROTAZIONE IMPOSTATO (giri/min)	FREQUENZA IN USCITA DAL SENSORE (Hz)	VALORE DI VELOCITA' RICONTRATO (m/s)
<b>140</b>	<b>90</b>	<b>4,4</b>	<b>141</b>	<b>90</b>	<b>4,4</b>
<b>282</b>	<b>180</b>	<b>8,6</b>	<b>280</b>	<b>180</b>	<b>8,6</b>
<b>556</b>	<b>360</b>	<b>16,9</b>	<b>560</b>	<b>360</b>	<b>16,9</b>

**SENSORE DI VELOCITA' (D)****SENSORE DI VELOCITA' (E)**

VELOCITA' DI ROTAZIONE IMPOSTATO (giri/min)	FREQUENZA IN USCITA DAL SENSORE (Hz)	VALORE DI VELOCITA' RICONTRATO (m/s)	VELOCITA' DI ROTAZIONE IMPOSTATO (giri/min)	FREQUENZA IN USCITA DAL SENSORE (Hz)	VALORE DI VELOCITA' RICONTRATO (m/s)
<b>140</b>	<b>90</b>	<b>4,4</b>	<b>140</b>	<b>90</b>	<b>4,4</b>
<b>279</b>	<b>180</b>	<b>8,5</b>	<b>284</b>	<b>180</b>	<b>8,6</b>
<b>558</b>	<b>360</b>	<b>16,9</b>	<b>556</b>	<b>360</b>	<b>16,8</b>

**SENSORE DI VELOCITA' (F)**

**QUALIFICAZIONE DEI DATI ANEMOLOGICI DI UN SITO**

Scheda di verifica in laboratorio delle apparecchiature da utilizzare

**SENSORE DI VELOCITA' (G)****SENSORE DI VELOCITA' (H)**

VELOCITA' DI ROTAZIONE IMPOSTATO (giri/min)	FREQUENZA IN USCITA DAL SENSORE (Hz)	VALORE DI VELOCITA' RICONTRATO (m/s)	VELOCITA' DI ROTAZIONE IMPOSTATO (giri/min)	FREQUENZA IN USCITA DAL SENSORE (Hz)	VALORE DI VELOCITA' RICONTRATO (m/s)
<b>141</b>	90	<b>4,4</b>		90	
<b>280</b>	180	<b>8,6</b>		180	
<b>559</b>	360	<b>16,9</b>		360	

**SENSORE DI DIREZIONE (A)****SENSORE DI DIREZIONE (B)**

POSIZIONE DELLA BANDERUOLA (° Sess.)	VALORE DI DIREZIONE ATTESO (°Sess.)	VALORE DI DIREZIONE RICONTRATO (°Sess.)	POSIZIONE DELLA BANDERUOLA (° Sess.)	VALORE DI DIREZIONE ATTESO (°Sess.)	VALORE DI DIREZIONE RICONTRATO (°Sess.)
<b>EST</b>	90	<b>90</b>	<b>EST</b>	90	<b>91</b>
<b>SUD</b>	180	<b>180</b>	<b>SUD</b>	180	<b>180</b>
<b>OVEST</b>	270	<b>270</b>	<b>OVEST</b>	270	<b>270</b>

**SENSORE DI DIREZIONE (C)****SENSORE DI DIREZIONE (D)**

POSIZIONE DELLA BANDERUOLA (° Sess.)	VALORE DI DIREZIONE ATTESO (°Sess.)	VALORE DI DIREZIONE RICONTRATO (°Sess.)	POSIZIONE DELLA BANDERUOLA (° Sess.)	VALORE DI DIREZIONE ATTESO (°Sess.)	VALORE DI DIREZIONE RICONTRATO (°Sess.)
<b>EST</b>	90	<b>90</b>			
<b>SUD</b>	180	<b>180</b>			
<b>OVEST</b>	270	<b>279</b>			

**Sezione C) – Prova di registrazione**Data: **18-04-2023** dalle:**09:00** alle: **17:00** Nome file: **180423.xls**Esito della verifica: **POSITIVO**

Note : \_\_\_\_\_

Verifica effettuata da : **OMODEI, ANTONIJEVIC**Data : **18-04-2023**

**QUALIFICAZIONE DEI DATI ANEMOLOGICI DI UN SITO**  
Rapporto sul sopralluogo effettuato nel sito per la scelta del punto di  
installazione della stazione anemometrica



**Sito: Aliano**

**Fornitore: Tecnogaia**

Data

Codifica documento

Archivio

Compilato da

**Sezione A ) – Dati dimensionali della stazione anemometrica**

Sostegno da  50 m  40 m  30 m  20 m  15 m  Altro 97.5m

**Sezione B ) – Dati identificativi del sito**

Nome del sito: **Aliano** Località:

Comune di **Aliano**

Provincia : **MT**

Coordinate UTM: **ED50**

Long. **601 334** - Latit. **4 462 981** - Fuso **33**

Coordinate UTM: **WGS84**

Long. **601 261** - Latit. **4 462 794** - Fuso **33**

Tavoletta IGMI: **Galicchio** Foglio n° : **211 IV NE**

Segni particolari che identificano il punto di installazione:

Abitato più vicino al sito: **Aliano**

**Sezione C ) – Dati relativi alle caratteristiche del sito e accessibilità**

Tipo di terreno:  Smosso (arato)  Compatto (pascolo)

Roccioso misto

Roccia viva

Recinzione:  Si per pascolo equini o bovini  Si per richiesta specifica  NO

Abitato dal quale parte la strada migliore per accedere al sito:

Descrizione del percorso e dei segni che identificano il percorso per raggiungere il sito:

**Dall'abitato di Aliano procedere in direzione Nord da Str. Provinciale Aliano – Alianello verso Via I Martiri D'Ungheria. Continuare su Strada Provinciale Aliano e dopo 900m svoltare leggermente a sinistra. Dopo 1.1 km svoltare leggermente a destra e dopo altri 1.7 km imboccare lo sterrato sulla sinistra. Dopo 200 m mantenere la destra per arrivare, e continuare a salire per ulteriori 200 m. Il punto si trova a 160 m in dir SO dall'accesso al prato.**

Mezzi:  Furgone  Auto  Fuoristrada per gli ultimi 1000m  Trattore

Piedi per metri \_\_\_\_\_ con dislivello di \_\_\_\_\_

Riferimento per procurarsi un trattore:

Presenza cancelli  SI  NO

Se SI chiedere autorizzazione o chiavi a:

Problemi di percorrenza con pioggia (fondo strada non drenante):  SI  NO

**Scheda compilata da:** Antonijevic F.

**data:** 05/07/22

**QUALIFICAZIONE DEI DATI ANEMOLOGICI DI UN SITO**  
Configurazione canali acquirente



**Sito: Aliano**

**Fornitore: Tecnogaia**

Configuration for Aliano 1748 (D223179)

**Configuration**

Name Aliano 1748  
Type Meteo-40M  
Timezone UTC+01:00  
File entry statistic period 10 minutes  
File period 24 hours  
Calibration CS1 200.47  $\mu$ A  
Calibration CS2 200.00  $\mu$ A  
Firmware 2.1.11+2

**Communication**

CECS power permanent off  
Modem permanent on (Switch S1)  
Ethernet permanent off

**Evaluations**

	Type	Height	Unit	Statistics						Parameters			
				Avg	Min	Max	Median	StdDev	Sum	Count	Val		
Anemometer40m	wind_speed	40.0	m/s	✓	✓	✓		✓	✓	slope=0.04572	offset=-0.2468	minimal_value=0.2468	period=1
Anemometer50mA	wind_speed	50.0	m/s	✓	✓	✓		✓	✓	slope=0.04575	offset=-0.2389	minimal_value=0.2389	period=1
Anemometer50mB	wind_speed	50.0	m/s	✓	✓	✓		✓	✓	slope=0.04573	offset=-0.2514	minimal_value=0.2514	period=1
Anemometer70m	wind_speed	70.0	m/s	✓	✓	✓		✓	✓	slope=0.04581	offset=-0.2416	minimal_value=0.2416	period=1
Anemometer92m	wind_speed	92.0	m/s	✓	✓	✓		✓	✓	slope=0.04585	offset=-0.2162	minimal_value=0.2162	period=1
Anemometer97.5mA	wind_speed	97.5	m/s	✓	✓	✓		✓	✓	slope=0.04578	offset=-0.2431	minimal_value=0.2431	period=1
Anemometer97.5mB	wind_speed	97.5	m/s	✓	✓	✓		✓	✓	slope=0.04576	offset=-0.2441	minimal_value=0.2441	period=1
Barometer6m	air_pressure	6.0	hPa	✓	✓	✓		✓	✓	slope=244.19283	offset=494.94878		
Temp_Igro10m	humidity	10.0	%	✓	✓	✓		✓	✓	slope=100	offset=0	clip=100	
Temp_Igro10m	temperature	10.0	°C	✓	✓	✓		✓	✓	slope=100	offset=-30		
Temp_Igro96m	humidity	96.0	%	✓	✓	✓		✓	✓	slope=100	offset=0	clip=100	
Temp_Igro96m	temperature	96.0	°C	✓	✓	✓		✓	✓	slope=100	offset=-30		
WindVane40m	wind_direction	40.0	°	✓				✓	✓	slope=0.351562	offset=0	offset_installation=140	
WindVane70m	wind_direction	70.0	°	✓				✓	✓	slope=0.351562	offset=0	offset_installation=140	
WindVane92m	wind_direction	92.0	°	✓				✓	✓	slope=0.351562	offset=0	offset_installation=140	

## Channels

### System channels

	Unit	Rate	Statistics					Sum	Count	Val	Protocol	Range
			Avg	Min	Max	Median	StdDev					
A1	V	1.0 s	✓	✓	✓		✓	✓			1 V	
A2	V	1.0 s	✓	✓	✓		✓	✓			10 V	
A3	V	1.0 s	✓	✓	✓		✓	✓			1 V	
A4	V	1.0 s	✓	✓	✓		✓	✓			10 V	
A5	V	1.0 s	✓	✓	✓		✓	✓			10 V	
C1	I	1.0 s	✓	✓	✓		✓	✓				
C2	I	1.0 s	✓	✓	✓		✓	✓				
C3	I	1.0 s	✓	✓	✓		✓	✓				
C4	I	1.0 s	✓	✓	✓		✓	✓				
C5	I	1.0 s	✓	✓	✓		✓	✓				
C6	I	1.0 s	✓	✓	✓		✓	✓				
C7	I	1.0 s	✓	✓	✓		✓	✓				
D1		1.0 s	✓	✓	✓		✓	✓		thies10bit		
D2		1.0 s	✓	✓	✓		✓	✓		thies10bit		
D3		1.0 s	✓	✓	✓		✓	✓		thies10bit		
T	°C		✓									
I	mA		✓	✓	✓							
V	V		✓	✓	✓							

## Calibration Certificate / Kalibrierschein

issued by the calibration laboratory / erstellt durch das Kalibrierlaboratorium

Deutsche WindGuard  
Wind Tunnel Services GmbH



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-K-15140-01-00

Member of / Mitglied im

Deutschen Kalibrierdienst



2311666

D-K-

15140-01-00

04/2023

accredited to / akkreditiert nach  
DIN EN ISO/IEC 17025:2018

Calibration mark  
Kalibrierzeichen

Object <i>Gegenstand</i>	Cup Anemometer
Manufacturer <i>Hersteller</i>	Thies Clima D-37083 Göttingen
Type <i>Typ</i>	4.3352.00.000
Serial number <i>Fabrikat/Serien-Nr.</i>	02233788
Customer <i>Auftraggeber</i>	TecnoGaia S.r.l. I-25063 Gardone Val Trompia (Brescia)
Order No. <i>Auftragsnummer</i>	Email 2023-03-22, Bonsi
Project No. <i>Projektnummer</i>	VT230369
Number of pages <i>Anzahl der Seiten</i>	5
Date of Calibration <i>Datum der Kalibrierung</i>	03.04.2023

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

The DAkKS 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 presented results relate only to the calibrated object. The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.

*Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI).*

*Die DAkKS 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 dargestellten Ergebnisse beziehen sich nur auf den kalibrierten Gegenstand. Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.*

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid. This calibration certificate has been generated electronically.

*Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit. Dieser Kalibrierschein wurde elektronisch erzeugt.*

Date  
*Datum*  
03.04.2023

Freigegeben durch / Approval by  
Head of the calibration laboratory




Heiko Westermann, B. Sc.

Person in charge  
*Bearbeiter*



Janika Bachmann, B. Sc.

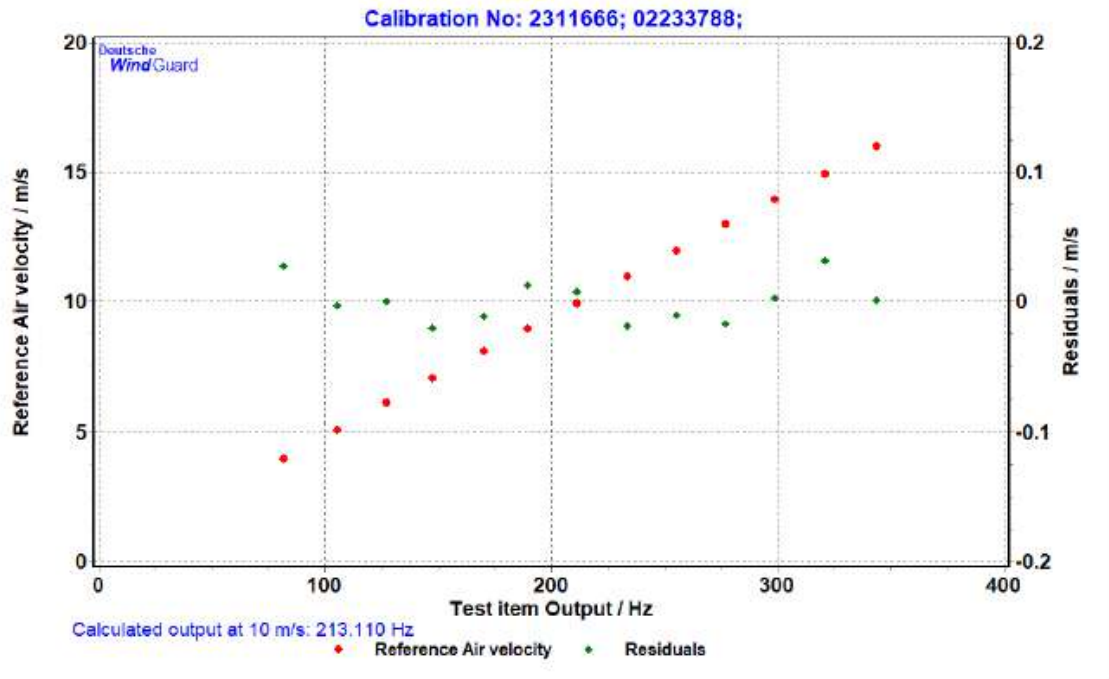
<b>Calibration object</b> <i>Kalibriergegenstand</i>	Cup Anemometer
<b>Calibration procedure</b> <i>Kalibrierverfahren</i>	IEC 61400-12-1:2017
<b>Place of calibration</b> <i>Ort der Kalibrierung</i>	Wind tunnel 1 of Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH, Varel
<b>Test conditions</b> <i>Messbedingungen</i>	wind tunnel area 10000 cm <sup>2</sup> DUT frontal area 230 cm <sup>2</sup> diameter of mounting pipe 33.7 mm EN 10217 blockage ratio <sup>1)</sup> 0.023 [-] software version P_9.1.0_CAN_NI
	<sup>1)</sup> Due to the special construction of the test section no blockage correction is necessary.
<b>Ambient conditions</b> <i>Umgebungsbedingungen</i>	air temperature (17.4 ± 0.4) °C – (17.7 ± 0.4) °C air pressure (1034.3 ± 0.4) hPa – (1034.4 ± 0.4) hPa relative air humidity (39.1 ± 6.0) % – (39.8 ± 6.0) %
<b>Measurement uncertainty</b> <i>Messunsicherheit</i>	The expanded uncertainty assigned to the measurement results is obtained by multiplying the standard uncertainty by the coverage factor $k=2$ . It has been determined in accordance with EA-4/02 M: 2013. The value of the measurand lies within the assigned range of values with a probability of 95%. The reference flow speed measurement is traceable to the German NMI (Physikalisch-Technische Bundesanstalt) standard for flow speed. It is realized by using a PTB owned and calibrated Laser Doppler Anemometer (Expanded uncertainty 0.2 %, $k=2$ )
<b>Certificate ID</b> <i>Zertifikat ID</i>	9SF7gYRvn5Zp9wNwggHaDo 
<b>Additional remarks</b> <i>Zusätzliche Anmerkungen</i>	-
<b>Revision</b> <i>Revision</i>	0

**Calibration result**  
*Kalibrierergebnis*

Reference	Combined	Test item
Air velocity	Unc	Output
m/s	m/s	Hz
3.968	0.050	81.946
6.056	0.050	126.980
8.048	0.051	170.229
9.908	0.056	211.276
11.947	0.067	255.394
13.913	0.078	298.626
15.980	0.089	343.739
14.905	0.083	320.919
12.956	0.073	277.300
10.955	0.061	233.545
8.914	0.051	189.645
7.009	0.051	147.320
5.068	0.050	105.317



Graphical representation of the result  
Grafische Darstellung des Ergebnisses



Statistical analysis	Slope <i>m</i>	0.04578 (m/s)/(Hz) ±0.00006 (m/s)/(Hz)
	Offset <i>b</i>	0.2431 m/s ±0.013 m/s
	Standard error (Y) / RSD	0.0171 m/s
	Correlation coefficient <i>R</i>	0.999991

Remarks      The calibrated sensor complies with the demanded linearity of MEASNET



**Photo of the measurement setup**  
*Foto des Messaufbaus*



Remark: The proportions of the set-up may not be true to scale due to imaging geometry.

- End of document / Ende des Dokuments -

## Calibration Certificate / Kalibrierschein

issued by the calibration laboratory / erstellt durch das Kalibrierlaboratorium

Deutsche WindGuard  
Wind Tunnel Services GmbH



Member of / Mitglied im

Deutschen Kalibrierdienst



accredited to / akkreditiert nach  
DIN EN ISO/IEC 17025:2018

Calibration mark  
Kalibrierzeichen

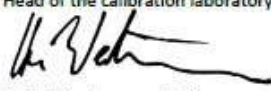
2311667
D-K-
15140-01-00
04/2023


<b>Object</b> <i>Gegenstand</i>	Cup Anemometer
<b>Manufacturer</b> <i>Hersteller</i>	Thies Clima D-37083 Göttingen
<b>Type</b> <i>Typ</i>	4.3352.00.000
<b>Serial number</b> <i>Fabrikat/Serien-Nr.</i>	02233789
<b>Customer</b> <i>Auftraggeber</i>	TecnoGaia S.r.l. I-25063 Gardone Val Trompia (Brescia)
<b>Order No.</b> <i>Auftragsnummer</i>	Email 2023-03-22, Bonsi
<b>Project No.</b> <i>Projektnummer</i>	VT230369
<b>Number of pages</b> <i>Anzahl der Seiten</i>	5
<b>Date of Calibration</b> <i>Datum der Kalibrierung</i>	03.04.2023

This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The DAkkS 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 presented results relate only to the calibrated object. The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals. *Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI). Die DAkkS 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 dargestellten Ergebnisse beziehen sich nur auf den kalibrierten Gegenstand. Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.*

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid. This calibration certificate has been generated electronically. *Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit. Dieser Kalibrierschein wurde elektronisch erzeugt.*

Date  
*Datum*  
03.04.2023

Freigegeben durch / Approval by  
Head of the calibration laboratory  
  
Heiko Westermann, B. Sc.

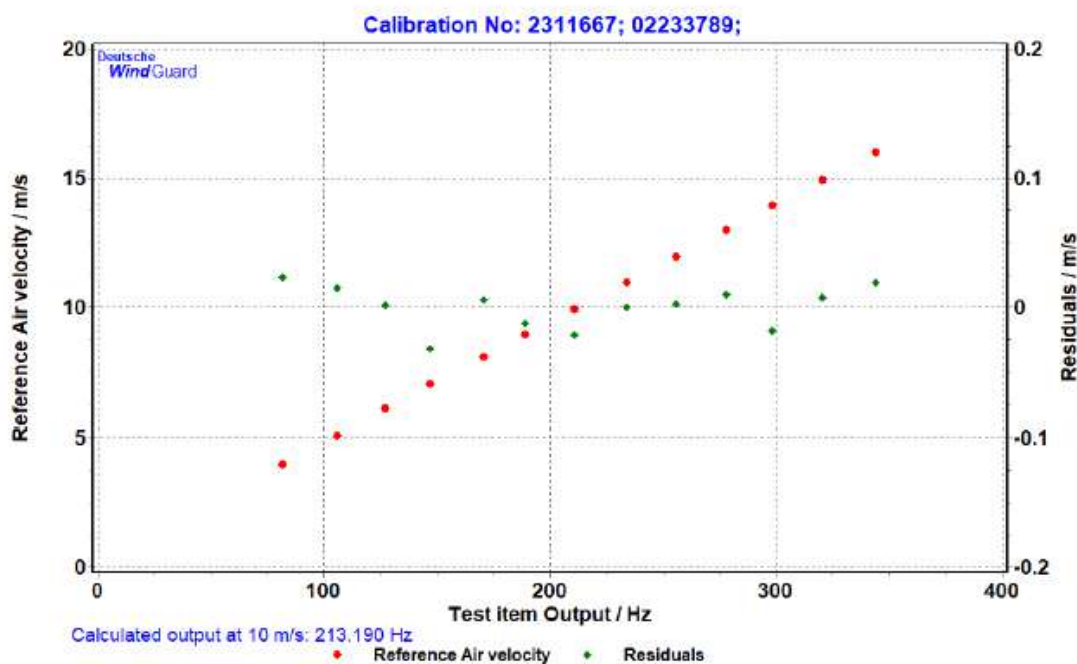
Person in charge  
*Bearbeiter*  
  
Janika Bachmann, B. Sc.

<b>Calibration object</b> <i>Kalibriergegenstand</i>	Cup Anemometer	
<b>Calibration procedure</b> <i>Kalibrierverfahren</i>	IEC 61400-12-1:2017	
<b>Place of calibration</b> <i>Ort der Kalibrierung</i>	Wind tunnel 1 of Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH, Varel	
<b>Test conditions</b> <i>Messbedingungen</i>	wind tunnel area	10000 cm <sup>2</sup>
	DUT frontal area	230 cm <sup>2</sup>
	diameter of mounting pipe	33.7 mm EN 10217
	blockage ratio <sup>1)</sup>	0.023 [-]
	software version	P_9.1.0_CAN_NI
	<sup>1)</sup> Due to the special construction of the test section no blockage correction is necessary.	
<b>Ambient conditions</b> <i>Umgebungsbedingungen</i>	air temperature	(17.5 ± 0.4) °C – (17.8 ± 0.4) °C
	air pressure	(1034.5 ± 0.4) hPa – (1034.6 ± 0.4) hPa
	relative air humidity	(38.9 ± 6.0) % – (39.7 ± 6.0) %
<b>Measurement uncertainty</b> <i>Messunsicherheit</i>	The expanded uncertainty assigned to the measurement results is obtained by multiplying the standard uncertainty by the coverage factor $k=2$ . It has been determined in accordance with EA-4/02 M: 2013. The value of the measurand lies within the assigned range of values with a probability of 95%. The reference flow speed measurement is traceable to the German NMI (Physikalisch-Technische Bundesanstalt) standard for flow speed. It is realized by using a PTB owned and calibrated Laser Doppler Anemometer (Expanded uncertainty 0.2 %, $k=2$ )	
<b>Certificate ID</b> <i>Zertifikat ID</i>	W2vxEGYxi3Ko6Ro3LawkSh	
<b>Additional remarks</b> <i>Zusätzliche Anmerkungen</i>	-	
<b>Revision</b> <i>Revision</i>	0	

**Calibration result**  
*Kalibrierergebnis*

Reference	Combined	Test item
Air velocity	Unc	Output
m/s	m/s	Hz
3.967	0.050	81.853
6.057	0.051	127.056
8.051	0.051	170.714
9.912	0.056	210.813
11.947	0.067	255.780
13.912	0.078	298.278
15.977	0.089	344.224
14.904	0.084	320.523
12.958	0.073	278.033
10.946	0.061	233.865
8.911	0.051	189.117
7.009	0.051	147.123
5.070	0.050	105.772

Graphical representation of the result  
Grafische Darstellung des Ergebnisses



Statistical analysis	Slope $m$	$0.04576 \text{ (m/s)/(Hz)} \pm 0.00006 \text{ (m/s)/(Hz)}$
	Offset $b$	$0.2441 \text{ m/s} \pm 0.013 \text{ m/s}$
	Standard error (Y) / RSD	$0.0172 \text{ m/s}$
	Correlation coefficient $R$	$0.999991$

Remarks The calibrated sensor complies with the demanded linearity of MEASNET



**Photo of the measurement setup**

*Foto des Messaufbaus*



Remark: The proportions of the set-up may not be true to scale due to imaging geometry.

- End of document / Ende des Dokuments -

## Calibration Certificate / Kalibrierschein

issued by the calibration laboratory / erstellt durch das Kalibrierlaboratorium

**Deutsche WindGuard  
Wind Tunnel Services GmbH**



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-K-15140-01-00

Member of / Mitglied im

**Deutschen Kalibrierdienst**



accredited to / akkreditiert nach  
**DIN EN ISO/IEC 17025:2018**



Calibration mark  
Kalibrierzeichen

2311668
D-K-
15140-01-00
04/2023

<b>Object</b> <i>Gegenstand</i>	Cup Anemometer
<b>Manufacturer</b> <i>Hersteller</i>	Thies Clima D-37083 Göttingen
<b>Type</b> <i>Typ</i>	4.3352.00.000
<b>Serial number</b> <i>Fabrikat/Serien-Nr.</i>	02233790
<b>Customer</b> <i>Auftraggeber</i>	TecnoGaia S.r.l. I-25063 Gardone Val Trompia (Brescia)
<b>Order No.</b> <i>Auftragsnummer</i>	Email 2023-03-22, Bonsi
<b>Project No.</b> <i>Projektnummer</i>	VT230369
<b>Number of pages</b> <i>Anzahl der Seiten</i>	5
<b>Date of Calibration</b> <i>Datum der Kalibrierung</i>	03.04.2023

This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).  
The DAkkS 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 presented results relate only to the calibrated object. The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.  
*Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI). Die DAkkS 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 dargestellten Ergebnisse beziehen sich nur auf den kalibrierten Gegenstand. Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.*

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid. This calibration certificate has been generated electronically.  
*Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit. Dieser Kalibrierschein wurde elektronisch erzeugt.*

<b>Date</b> <i>Datum</i>	<b>Freigegeben durch / Approval by</b> Head of the calibration laboratory	<b>Person in charge</b> <i>Bearbeiter</i>
03.04.2023	 Heiko Westermann, B. Sc.	 Janika Bachmann, B. Sc.

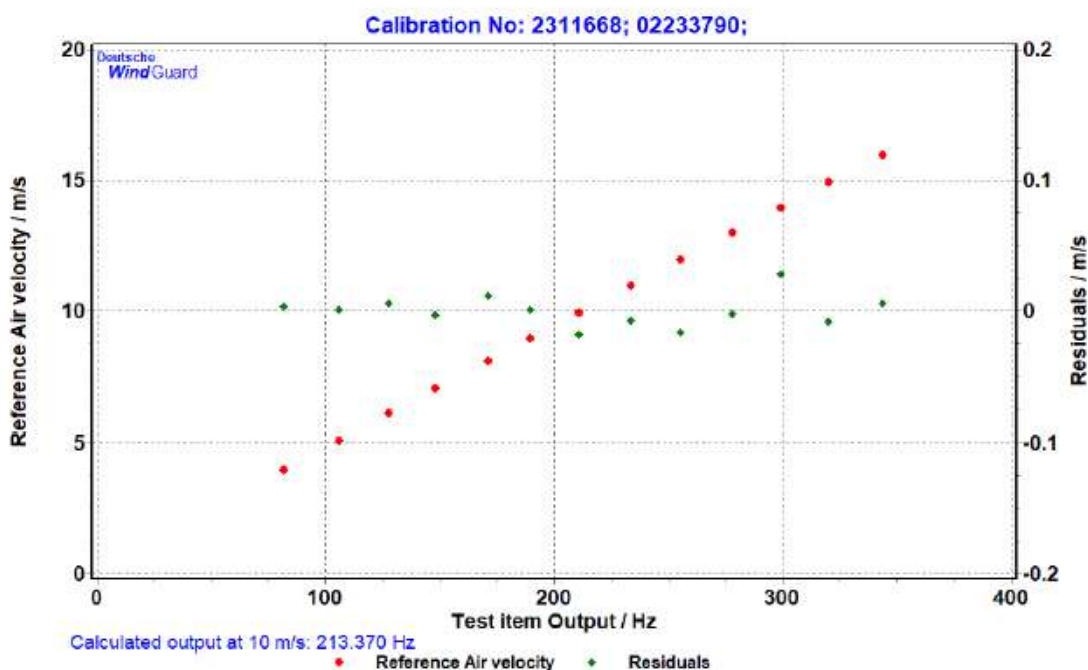


<b>Calibration object</b> <i>Kalibriergegenstand</i>	Cup Anemometer	
<b>Calibration procedure</b> <i>Kalibrierverfahren</i>	IEC 61400-12-1:2017	
<b>Place of calibration</b> <i>Ort der Kalibrierung</i>	Wind tunnel 1 of Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH, Varel	
<b>Test conditions</b> <i>Messbedingungen</i>	wind tunnel area	10000 cm <sup>2</sup>
	DUT frontal area	230 cm <sup>2</sup>
	diameter of mounting pipe	33.7 mm EN 10217
	blockage ratio <sup>1)</sup>	0.023 [-]
	software version	P_9.1.0_CAN_NI
	<sup>1)</sup> Due to the special construction of the test section no blockage correction is necessary.	
<b>Ambient conditions</b> <i>Umgebungsbedingungen</i>	air temperature	(17.6 ± 0.4) °C – (17.9 ± 0.4) °C
	air pressure	(1034.7 ± 0.4) hPa – (1034.7 ± 0.4) hPa
	relative air humidity	(38.8 ± 6.0) % – (39.5 ± 6.0) %
<b>Measurement uncertainty</b> <i>Messunsicherheit</i>	The expanded uncertainty assigned to the measurement results is obtained by multiplying the standard uncertainty by the coverage factor $k=2$ . It has been determined in accordance with EA-4/02 M: 2013. The value of the measurand lies within the assigned range of values with a probability of 95%. The reference flow speed measurement is traceable to the German NMI (Physikalisch-Technische Bundesanstalt) standard for flow speed. It is realized by using a PTB owned and calibrated Laser Doppler Anemometer (Expanded uncertainty 0.2 %, $k=2$ )	
<b>Certificate ID</b> <i>Zertifikat ID</i>	SXvGICM7CGvFoPV44RmdRg	
<b>Additional remarks</b> <i>Zusätzliche Anmerkungen</i>	-	
<b>Revision</b> <i>Revision</i>	0	

**Calibration result**  
*Kalibrierergebnis*

Reference	Combined	Test item
Air velocity	Unc	Output
m/s	m/s	Hz
3.965	0.050	81.836
6.057	0.050	127.518
8.051	0.051	171.115
9.907	0.056	210.962
11.946	0.068	255.450
13.911	0.078	299.272
15.969	0.089	343.677
14.910	0.083	320.271
12.958	0.072	277.822
10.933	0.062	233.569
8.915	0.051	189.719
7.007	0.051	148.035
5.067	0.050	105.798

Graphical representation of the result  
*Grafische Darstellung des Ergebnisses*



Statistical analysis	Slope $m$	$0.04585 \text{ (m/s)/(Hz)} \pm 0.00004 \text{ (m/s)/(Hz)}$
	Offset $b$	$0.2162 \text{ m/s} \pm 0.010 \text{ m/s}$
	Standard error (Y) / RSD	$0.0125 \text{ m/s}$
	Correlation coefficient $R$	$0.999995$

Remarks The calibrated sensor complies with the demanded linearity of MEASNET



2311668
D-K- 15140-01-00
04/2023

**Photo of the measurement setup**  
*Foto des Messaufbaus*



Remark: The proportions of the set-up may not be true to scale due to imaging geometry.

- End of document / Ende des Dokuments -

## Calibration Certificate / Kalibrierschein

issued by the calibration laboratory / erstellt durch das Kalibrierlaboratorium

**Deutsche WindGuard  
Wind Tunnel Services GmbH**



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-K-15140-01-00

Member of / Mitglied im  
**Deutschen Kalibrierdienst**



accredited to / akkreditiert nach  
**DIN EN ISO/IEC 17025:2018**

Calibration mark  
Kalibrierzeichen

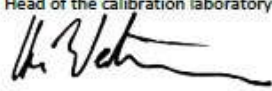
2311669
D-K-
15140-01-00
04/2023


<b>Object</b> <i>Gegenstand</i>	Cup Anemometer
<b>Manufacturer</b> <i>Hersteller</i>	Thies Clima D-37083 Göttingen
<b>Type</b> <i>Typ</i>	4.3352.00.000
<b>Serial number</b> <i>Fabrikat/Serien-Nr.</i>	02233791
<b>Customer</b> <i>Auftraggeber</i>	TecnoGaia S.r.l. I-25063 Gardone Val Trompia (Brescia)
<b>Order No.</b> <i>Auftragsnummer</i>	Email 2023-03-22, Bonsi
<b>Project No.</b> <i>Projektnummer</i>	VT230369
<b>Number of pages</b> <i>Anzahl der Seiten</i>	5
<b>Date of Calibration</b> <i>Datum der Kalibrierung</i>	03.04.2023

This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The DAkkS 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 presented results relate only to the calibrated object. The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals. *Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI). Die DAkkS 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 dargestellten Ergebnisse beziehen sich nur auf den kalibrierten Gegenstand. Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.*

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid. This calibration certificate has been generated electronically. *Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit. Dieser Kalibrierschein wurde elektronisch erzeugt.*

Date  
Datum  
03.04.2023

Freigegeben durch / Approval by  
Head of the calibration laboratory  
  
Heiko Westermann, B. Sc.

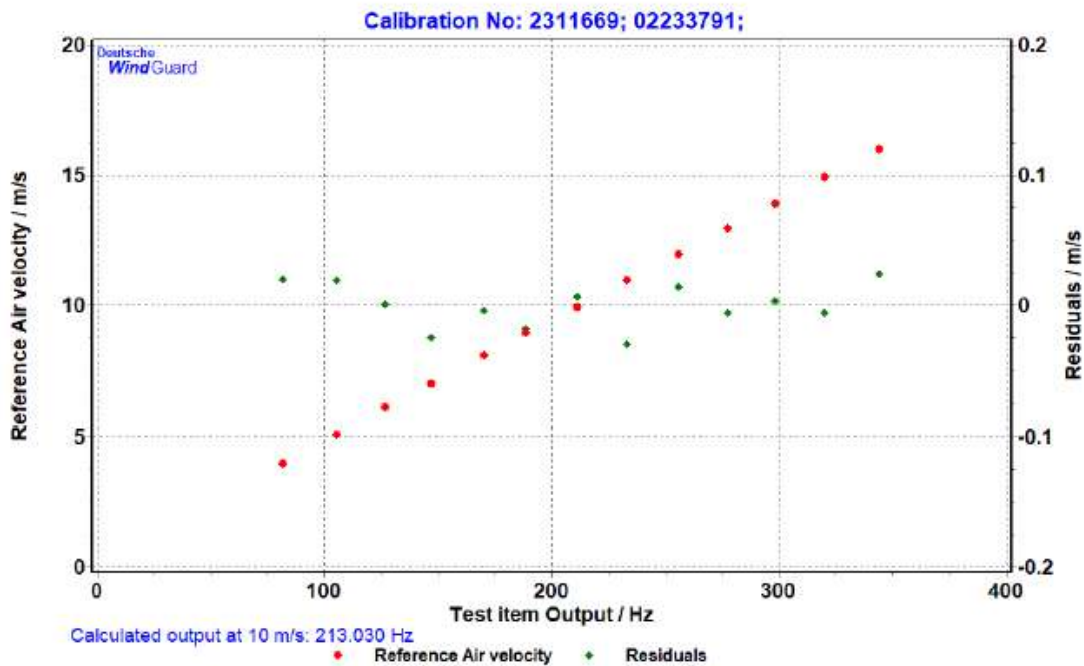
Person in charge  
Bearbeiter  
  
Janika Bachmann, B. Sc.

<b>Calibration object</b> <i>Kalibriergegenstand</i>	Cup Anemometer	
<b>Calibration procedure</b> <i>Kalibrierverfahren</i>	IEC 61400-12-1:2017	
<b>Place of calibration</b> <i>Ort der Kalibrierung</i>	Wind tunnel 1 of Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH, Varel	
<b>Test conditions</b> <i>Messbedingungen</i>	wind tunnel area	10000 cm <sup>2</sup>
	DUT frontal area	230 cm <sup>2</sup>
	diameter of mounting pipe	33.7 mm EN 10217
	blockage ratio <sup>1)</sup>	0.023 [-]
	software version	P_9.1.0_CAN_NI
	<sup>1)</sup> Due to the special construction of the test section no blockage correction is necessary.	
<b>Ambient conditions</b> <i>Umgebungsbedingungen</i>	air temperature	(17.6 ± 0.4) °C – (18.0 ± 0.4) °C
	air pressure	(1034.8 ± 0.4) hPa – (1034.8 ± 0.4) hPa
	relative air humidity	(38.7 ± 6.0) % – (39.4 ± 6.0) %
<b>Measurement uncertainty</b> <i>Messunsicherheit</i>	The expanded uncertainty assigned to the measurement results is obtained by multiplying the standard uncertainty by the coverage factor $\kappa=2$ . It has been determined in accordance with EA-4/02 M: 2013. The value of the measurand lies within the assigned range of values with a probability of 95%. The reference flow speed measurement is traceable to the German NMI (Physikalisch-Technische Bundesanstalt) standard for flow speed. It is realized by using a PTB owned and calibrated Laser Doppler Anemometer (Expanded uncertainty 0.2 %, $\kappa=2$ )	
<b>Certificate ID</b> <i>Zertifikat ID</i>	jWbQrDEahuZie5HTVQ875e	
<b>Additional remarks</b> <i>Zusätzliche Anmerkungen</i>	-	
<b>Revision</b> <i>Revision</i>	0	

Calibration result  
*Kalibrierergebnis*

Reference	Combined	Test item
Air velocity	Unc	Output
m/s	m/s	Hz
3.970	0.050	81.835
6.055	0.050	126.943
8.049	0.051	170.342
9.909	0.056	211.192
11.942	0.067	255.735
13.902	0.078	298.282
15.975	0.089	343.991
14.901	0.083	319.895
12.952	0.073	277.349
10.941	0.062	232.933
8.907	0.051	188.778
7.003	0.051	147.062
5.063	0.050	105.667

Graphical representation of the result  
Grafische Darstellung des Ergebnisses



Statistical analysis	Slope $m$	$0.04581 \text{ (m/s)/(Hz)} \pm 0.00006 \text{ (m/s)/(Hz)}$
	Offset $b$	$0.2416 \text{ m/s} \pm 0.014 \text{ m/s}$
	Standard error (Y) / RSD	$0.0179 \text{ m/s}$
	Correlation coefficient $R$	$0.999990$

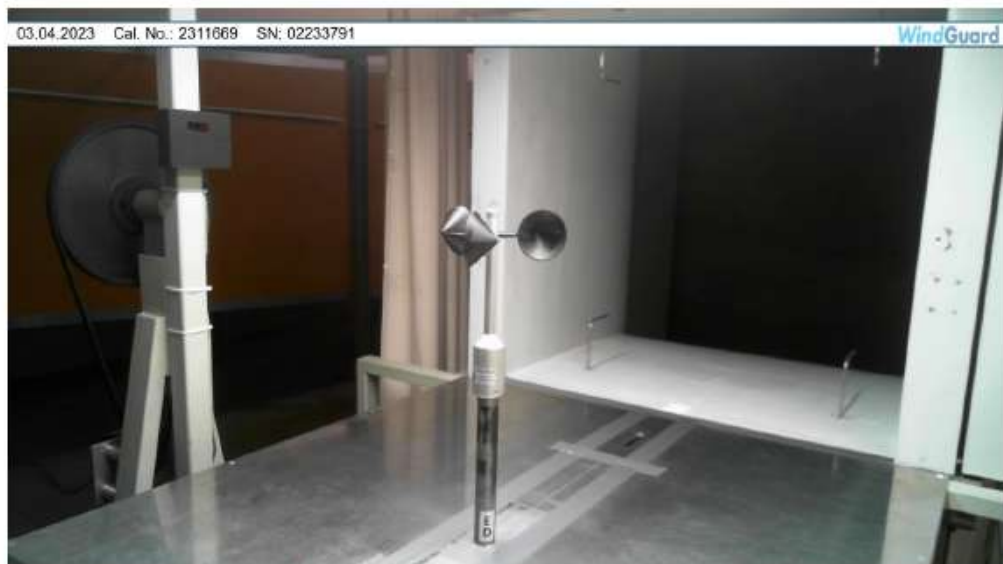
Remarks      The calibrated sensor complies with the demanded linearity of MEASNET





2311669
D-K- 15140-01-00
04/2023

**Photo of the measurement setup**  
*Foto des Messaufbaus*



Remark: The proportions of the set-up may not be true to scale due to imaging geometry.

- End of document / Ende des Dokuments -

## Calibration Certificate / Kalibrierschein

issued by the calibration laboratory / erstellt durch das Kalibrierlaboratorium

Deutsche WindGuard  
Wind Tunnel Services GmbH



Member of / Mitglied im  
**Deutschen Kalibrierdienst**



accredited to / akkreditiert nach  
**DIN EN ISO/IEC 17025:2018**

Calibration mark  
Kalibrierzeichen


2311670
D-K-
15140-01-00
04/2023


<b>Object</b> <i>Gegenstand</i>	Cup Anemometer
<b>Manufacturer</b> <i>Hersteller</i>	Thies Clima D-37083 Göttingen
<b>Type</b> <i>Typ</i>	4.3352.00.000
<b>Serial number</b> <i>Fabrikat/Serien-Nr.</i>	02233792
<b>Customer</b> <i>Auftraggeber</i>	TecnoGaia S.r.l. I-25063 Gardone Val Trompia (Brescia)
<b>Order No.</b> <i>Auftragsnummer</i>	Email 2023-03-22, Bonsi
<b>Project No.</b> <i>Projektnummer</i>	VT230369
<b>Number of pages</b> <i>Anzahl der Seiten</i>	5
<b>Date of Calibration</b> <i>Datum der Kalibrierung</i>	03.04.2023

This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).  
The DAkkS 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 presented results relate only to the calibrated object. The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.  
*Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI).*  
*Die DAkkS 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 dargestellten Ergebnisse beziehen sich nur auf den kalibrierten Gegenstand. Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.*

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid. This calibration certificate has been generated electronically.  
*Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit. Dieser Kalibrierschein wurde elektronisch erzeugt.*

<b>Date</b> <i>Datum</i>	<b>Freigegeben durch / Approval by</b> Head of the calibration laboratory
03.04.2023	 Heiko Westermann, B. Sc.

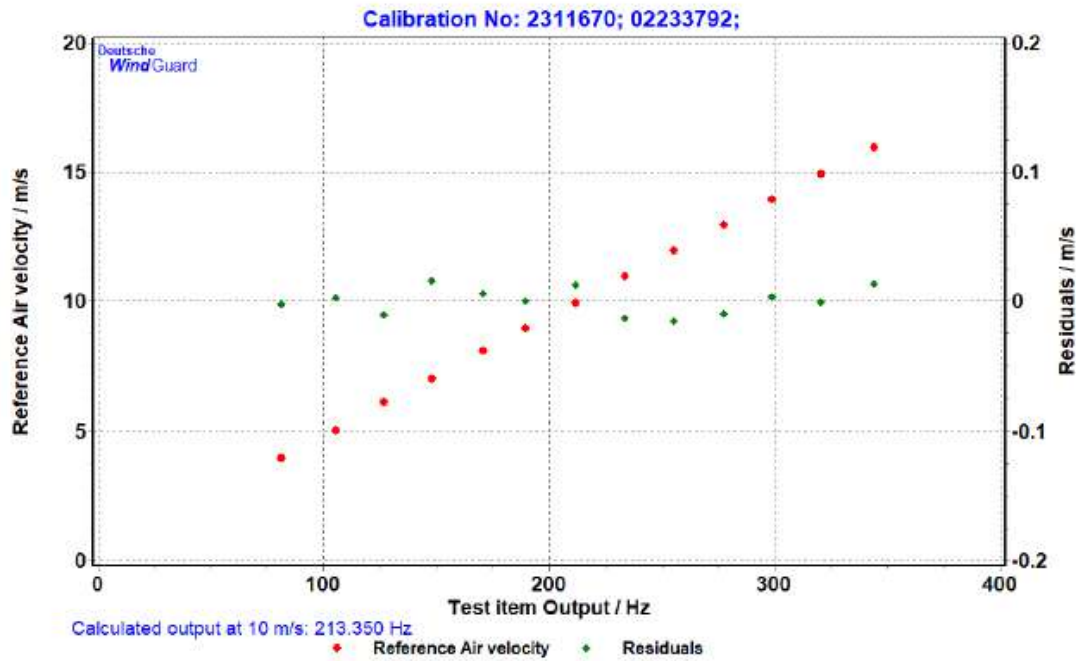
<b>Person in charge</b> Bearbeiter
 Janika Bachmann, B. Sc.

<b>Calibration object</b> <i>Kalibriergegenstand</i>	Cup Anemometer	
<b>Calibration procedure</b> <i>Kalibrierverfahren</i>	IEC 61400-12-1:2017	
<b>Place of calibration</b> <i>Ort der Kalibrierung</i>	Wind tunnel 1 of Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH, Varel	
<b>Test conditions</b> <i>Messbedingungen</i>	wind tunnel area	10000 cm <sup>2</sup>
	DUT frontal area	230 cm <sup>2</sup>
	diameter of mounting pipe	33.7 mm EN 10217
	blockage ratio <sup>1)</sup>	0.023 [-]
	software version	P_9.1.0_CAN_NI
	<sup>1)</sup> Due to the special construction of the test section no blockage correction is necessary.	
<b>Ambient conditions</b> <i>Umgebungsbedingungen</i>	air temperature	(17.7 ± 0.4) °C – (18.0 ± 0.4) °C
	air pressure	(1034.9 ± 0.4) hPa – (1035.1 ± 0.4) hPa
	relative air humidity	(38.4 ± 6.0) % – (39.1 ± 6.0) %
<b>Measurement uncertainty</b> <i>Messunsicherheit</i>	The expanded uncertainty assigned to the measurement results is obtained by multiplying the standard uncertainty by the coverage factor $\kappa=2$ . It has been determined in accordance with EA-4/02 M: 2013. The value of the measurand lies within the assigned range of values with a probability of 95%. The reference flow speed measurement is traceable to the German NMI (Physikalisch-Technische Bundesanstalt) standard for flow speed. It is realized by using a PTB owned and calibrated Laser Doppler Anemometer (Expanded uncertainty 0.2 %, $\kappa=2$ )	
<b>Certificate ID</b> <i>Zertifikat ID</i>	QkqrTQk87pJAeitQooKiBj	
<b>Additional remarks</b> <i>Zusätzliche Anmerkungen</i>	-	
<b>Revision</b> <i>Revision</i>	0	

**Calibration result**  
*Kalibrierergebnis*

Reference	Combined	Test item
Air velocity	Unc	Output
m/s	m/s	Hz
3.964	0.050	81.363
6.054	0.051	126.875
8.050	0.051	170.859
9.908	0.056	211.600
11.945	0.067	255.514
13.907	0.078	298.813
15.971	0.090	344.152
14.899	0.083	320.412
12.953	0.073	277.681
10.942	0.061	233.643
8.918	0.051	189.712
6.996	0.051	148.024
5.060	0.050	105.444

Graphical representation of the result  
Grafische Darstellung des Ergebnisses



Statistical analysis	Slope $m$	$0.04575 \text{ (m/s)/(Hz)} \pm 0.00004 \text{ (m/s)/(Hz)}$
	Offset $b$	$0.2389 \text{ m/s} \pm 0.008 \text{ m/s}$
	Standard error (Y) / RSD	$0.0108 \text{ m/s}$
	Correlation coefficient $R$	$0.999996$

Remarks The calibrated sensor complies with the demanded linearity of MEASNET



2311670
D-K-
15140-01-00
04/2023

**Photo of the measurement setup**  
*Foto des Messaufbaus*



Remark: The proportions of the set-up may not be true to scale due to imaging geometry.

- End of document / Ende des Dokuments -

## Calibration Certificate / Kalibrierschein

issued by the calibration laboratory / erstellt durch das Kalibrierlaboratorium

Deutsche WindGuard  
Wind Tunnel Services GmbH



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-K-15140-01-00

Member of / Mitglied im

Deutschen Kalibrierdienst



accredited to / akkreditiert nach  
DIN EN ISO/IEC 17025:2018

Calibration mark  
Kalibrierzeichen

2311671
D-K-
15140-01-00
04/2023

Object <i>Gegenstand</i>	Cup Anemometer
Manufacturer <i>Hersteller</i>	Thies Clima D-37083 Göttingen
Type <i>Typ</i>	4.3352.00.000
Serial number <i>Fabrikat/Serien-Nr.</i>	02233793
Customer <i>Auftraggeber</i>	TecnoGaia S.r.l. I-25063 Gardone Val Trompia (Brescia)
Order No. <i>Auftragsnummer</i>	Email 2023-03-22, Bonsi
Project No. <i>Projektnummer</i>	VT230369
Number of pages <i>Anzahl der Seiten</i>	5
Date of Calibration <i>Datum der Kalibrierung</i>	03.04.2023

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

The DAkkS 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 presented results relate only to the calibrated object. The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.

*Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI).*

*Die DAkkS 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 dargestellten Ergebnisse beziehen sich nur auf den kalibrierten Gegenstand. Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.*

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid. This calibration certificate has been generated electronically.

*Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit. Dieser Kalibrierschein wurde elektronisch erzeugt.*

Date  
*Datum*  
  
03.04.2023

Freigegeben durch / Approval by  
Head of the calibration laboratory




Heiko Westermann, B. Sc.

Person in charge  
*Bearbeiter*



Janika Bachmann, B. Sc.

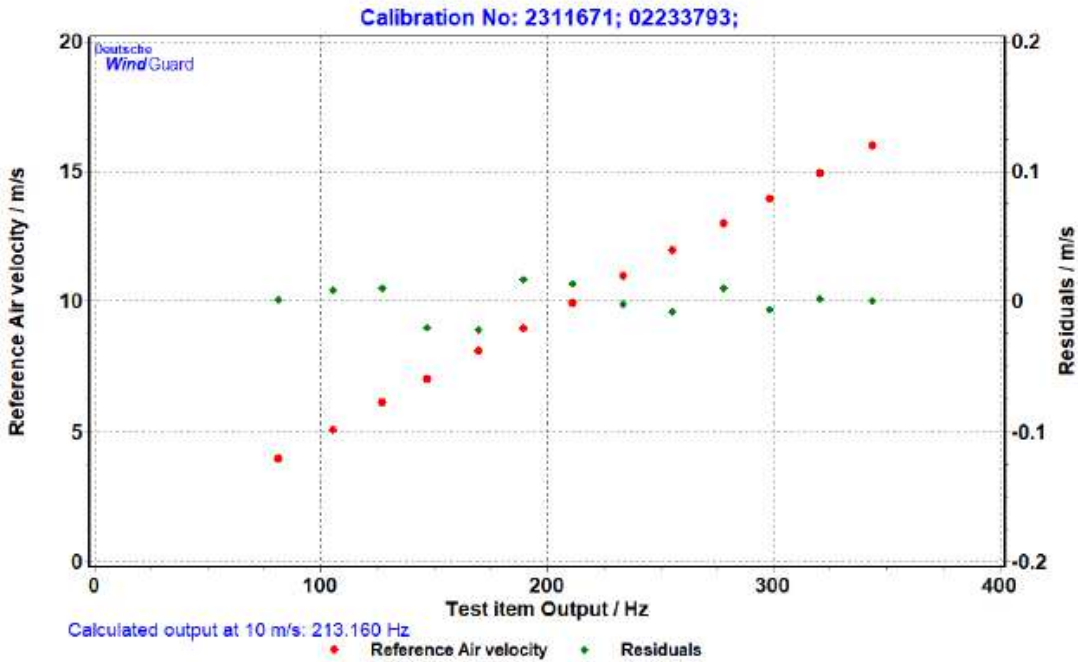
<b>Calibration object</b> <i>Kalibriergegenstand</i>	Cup Anemometer	
<b>Calibration procedure</b> <i>Kalibrierverfahren</i>	IEC 61400-12-1:2017	
<b>Place of calibration</b> <i>Ort der Kalibrierung</i>	Wind tunnel 1 of Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH, Varel	
<b>Test conditions</b> <i>Messbedingungen</i>	wind tunnel area	10000 cm <sup>2</sup>
	DUT frontal area	230 cm <sup>2</sup>
	diameter of mounting pipe	33.7 mm EN 10217
	blockage ratio <sup>1)</sup>	0.023 [-]
	software version	P_9.1.0_CAN_NI
	<sup>1)</sup> Due to the special construction of the test section no blockage correction is necessary.	
<b>Ambient conditions</b> <i>Umgebungsbedingungen</i>	air temperature	(17.8 ± 0.4) °C – (18.1 ± 0.4) °C
	air pressure	(1035.1 ± 0.4) hPa – (1035.1 ± 0.4) hPa
	relative air humidity	(38.4 ± 6.0) % – (39.1 ± 6.0) %
<b>Measurement uncertainty</b> <i>Messunsicherheit</i>	The expanded uncertainty assigned to the measurement results is obtained by multiplying the standard uncertainty by the coverage factor $\kappa=2$ . It has been determined in accordance with EA-4/02 M: 2013. The value of the measurand lies within the assigned range of values with a probability of 95%. The reference flow speed measurement is traceable to the German NMI (Physikalisch-Technische Bundesanstalt) standard for flow speed. It is realized by using a PTB owned and calibrated Laser Doppler Anemometer (Expanded uncertainty 0.2 %, $\kappa=2$ )	
<b>Certificate ID</b> <i>Zertifikat ID</i>	4XfTVg6cx5LXpoxi7qjc66	
<b>Additional remarks</b> <i>Zusätzliche Anmerkungen</i>	-	
<b>Revision</b> <i>Revision</i>	0	



**Calibration result**  
*Kalibrierergebnis*

Reference	Combined	Test item
Air velocity	Unc	Output
m/s	m/s	Hz
3.974	0.050	81.411
6.054	0.051	127.093
8.046	0.051	169.950
9.902	0.056	211.301
11.935	0.067	255.306
13.905	0.078	298.416
15.971	0.089	343.739
14.900	0.083	320.351
12.957	0.073	278.031
10.944	0.061	233.747
8.908	0.052	189.641
7.003	0.051	147.188
5.064	0.051	105.408

Graphical representation of the result  
Grafische Darstellung des Ergebnisses



Statistical analysis	Slope <i>m</i>	0.04573 (m/s)/(Hz) ±0.00004 (m/s)/(Hz)
	Offset <i>b</i>	0.2514 m/s ±0.010 m/s
	Standard error (Y) / RSD	0.0125 m/s
	Correlation coefficient <i>R</i>	0.999995

Remarks                    The calibrated sensor complies with the demanded linearity of MEASNET



**Photo of the measurement setup**

*Foto des Messaufbaus*



Remark: The proportions of the set-up may not be true to scale due to imaging geometry.

- End of document / Ende des Dokuments -

## Calibration Certificate / Kalibrierschein

issued by the calibration laboratory / erstellt durch das Kalibrierlaboratorium

Deutsche WindGuard  
Wind Tunnel Services GmbH



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-K-15140-01-00

Member of / Mitglied im

Deutschen Kalibrierdienst



accredited to / akkreditiert nach  
DIN EN ISO/IEC 17025:2018

Calibration mark  
Kalibrierzeichen

2311672
D-K-
15140-01-00
04/2023

Object <i>Gegenstand</i>	Cup Anemometer
Manufacturer <i>Hersteller</i>	Thies Clima D-37083 Göttingen
Type <i>Typ</i>	4.3352.00.000
Serial number <i>Fabrikat/Serien-Nr.</i>	02233794
Customer <i>Auftraggeber</i>	TecnoGaia S.r.l. I-25063 Gardone Val Trompia (Brescia)
Order No. <i>Auftragsnummer</i>	Email 2023-03-22, Bonsi
Project No. <i>Projektnummer</i>	VT230369
Number of pages <i>Anzahl der Seiten</i>	5
Date of Calibration <i>Datum der Kalibrierung</i>	03.04.2023

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

The DAkkS 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 presented results relate only to the calibrated object. The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.

*Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI).*

*Die DAkkS 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 dargestellten Ergebnisse beziehen sich nur auf den kalibrierten Gegenstand. Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.*

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid. This calibration certificate has been generated electronically.

*Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit. Dieser Kalibrierschein wurde elektronisch erzeugt.*

Date  
*Datum*  
  
03.04.2023

Freigegeben durch / Approval by  
Head of the calibration laboratory




Heiko Westermann, B. Sc.

Person in charge  
*Bearbeiter*



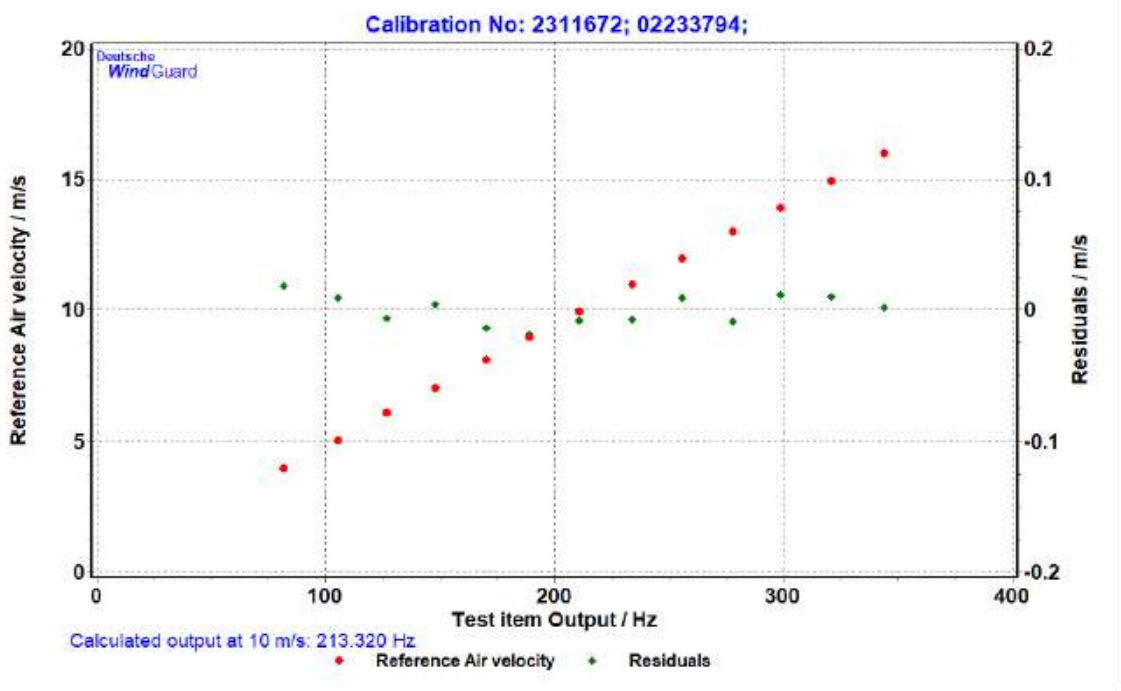
Janika Bachmann, B. Sc.

<b>Calibration object</b> <i>Kalibriergegenstand</i>	Cup Anemometer	
<b>Calibration procedure</b> <i>Kalibrierverfahren</i>	IEC 61400-12-1:2017	
<b>Place of calibration</b> <i>Ort der Kalibrierung</i>	Wind tunnel 1 of Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH, Varel	
<b>Test conditions</b> <i>Messbedingungen</i>	wind tunnel area	10000 cm <sup>2</sup>
	DUT frontal area	230 cm <sup>2</sup>
	diameter of mounting pipe	33.7 mm EN 10217
	blockage ratio <sup>1)</sup>	0.023 [-]
	software version	P_9.1.0_CAN_NI
	<sup>1)</sup> Due to the special construction of the test section no blockage correction is necessary.	
<b>Ambient conditions</b> <i>Umgebungsbedingungen</i>	air temperature	(17.9 ± 0.4) °C – (18.2 ± 0.4) °C
	air pressure	(1035.0 ± 0.4) hPa – (1035.0 ± 0.4) hPa
	relative air humidity	(38.4 ± 6.0) % – (39.1 ± 6.0) %
<b>Measurement uncertainty</b> <i>Messunsicherheit</i>	<p>The expanded uncertainty assigned to the measurement results is obtained by multiplying the standard uncertainty by the coverage factor <math>k=2</math>. It has been determined in accordance with EA-4/02 M: 2013. The value of the measurand lies within the assigned range of values with a probability of 95%. The reference flow speed measurement is traceable to the German NMI (Physikalisch-Technische Bundesanstalt) standard for flow speed. It is realized by using a PTB owned and calibrated Laser Doppler Anemometer (Expanded uncertainty 0.2 %, <math>k=2</math>)</p>	
<b>Certificate ID</b> <i>Zertifikat ID</i>	X9xdSp6cuEnJntRgUgQWFR	
<b>Additional remarks</b> <i>Zusätzliche Anmerkungen</i>	-	
<b>Revision</b> <i>Revision</i>	0	

**Calibration result**  
*Kalibrierergebnis*

Reference	Combined	Test item
Air velocity	Unc	Output
m/s	m/s	Hz
3.967	0.050	81.771
6.049	0.051	126.763
8.046	0.051	170.282
9.903	0.055	211.006
11.940	0.067	255.953
13.900	0.078	298.871
15.975	0.089	344.043
14.906	0.083	320.837
12.957	0.072	277.790
10.945	0.062	233.824
8.907	0.051	189.003
7.000	0.051	147.785
5.062	0.051	105.508

Graphical representation of the result  
Grafische Darstellung des Ergebnisses



Statistical analysis	Slope <i>m</i>	0.04572 (m/s)/(Hz) ±0.00004 (m/s)/(Hz)
	Offset <i>b</i>	0.2468 m/s ±0.009 m/s
	Standard error (Y) / RSD	0.0119 m/s
	Correlation coefficient <i>R</i>	0.999996

Remarks      The calibrated sensor complies with the demanded linearity of MEASNET



2311672
D-K-
15140-01-00
04/2023

**Photo of the measurement setup**  
*Foto des Messaufbaus*



Remark: The proportions of the set-up may not be true to scale due to imaging geometry.

- End of document / Ende des Dokuments -



Stazione anemometrica 1748 Aliano

Prova di registrazione dopo l'installazione

Date/time	Anemometer97.5mA;wind_speed;Avg	Anemometer97.5mA;wind_speed;Max	Anemometer97.5mA;wind_speed;Min	Anemometer97.5mA;wind_speed;StdDev	Anemometer97.5mB;wind_speed;Avg	Anemometer97.5mB;wind_speed;Max	Anemometer97.5mB;wind_speed;Min	Anemometer97.5mB;wind_speed;StdDev	Anemometer92m;wind_speed;Avg	Anemometer92m;wind_speed;Max	Anemometer92m;wind_speed;Min	Anemometer92m;wind_speed;StdDev	Anemometer70m;wind_speed;Avg	Anemometer70m;wind_speed;Max	Anemometer70m;wind_speed;Min	Anemometer70m;wind_speed;StdDev	Anemometer50m;wind_speed;Avg	Anemometer50m;wind_speed;Max	Anemometer50m;wind_speed;Min	Anemometer50m;wind_speed;StdDev	Anemometer40m;wind_speed;Avg	Anemometer40m;wind_speed;Max	Anemometer40m;wind_speed;Min	Anemometer40m;wind_speed;StdDev	Anemometer20m;wind_speed;Avg	Anemometer20m;wind_speed;Max	Anemometer20m;wind_speed;Min	Anemometer20m;wind_speed;StdDev	WindVane92m;wind_direction;Avg	WindVane92m;wind_direction;StdDev	WindVane70m;wind_direction;Avg	WindVane70m;wind_direction;StdDev	WindVane40m;wind_direction;Avg	WindVane40m;wind_direction;StdDev	Temp_Igro96m;humidity;Avg	Temp_Igro10m;humidity;Avg	Temp_Igro96m;temperature;Avg	Temp_Igro10m;temperature;Avg	Barometer6m;air_pressure;Avg	
06/29/2023 16:00	2.59	4.00	0.56	0.94	2.61	4.00	0.47	0.96	2.58	3.98	0.67	0.88	2.69	3.91	1.0204	0.6067	2.4226	3.6702	1.1997	0.5361	2.3994	3.8641	1.0745	0.5788	2.1876	3.6301	1.0698	0.5747	67.0398	26.1569	75.1083	27.1213	85.3965	27.8054	12.9609	66.7548	71.1404	21.70552	21.82446	927.5486
06/29/2023 16:10	1.91	2.99	0.79	0.53	1.90	3.13	0.84	0.55	1.84	2.92	0.86	0.50	1.69	2.58	0.6539	0.4354	1.5829	2.5722	0.6049	0.4652	1.5741	2.6751	0.6172	0.4588	1.5067	2.4871	0.6126	0.4881	86.6999	27.2342	100.2204	23.2081	116.1259	12.9609	74.1098	76.1993	21.37156	21.54406	927.4885	
06/29/2023 16:20	2.17	4.13	1.16	0.66	2.17	4.13	1.11	0.67	2.08	3.84	1.22	0.63	1.91	3.49	0.7455	0.5104	1.8034	3.8074	0.8337	0.4975	1.8205	3.6811	0.5258	0.5224	1.6701	3.4015	0.3382	0.5252	61.1141	19.3738	69.7169	22.8074	82.1091	31.0235	71.48	74.4397	21.38459	21.56448	927.4603	
06/29/2023 16:30	2.12	2.99	1.11	0.42	2.10	2.90	1.02	0.45	2.06	2.92	1.09	0.43	2.11	3.04	1.1578	0.4566	2.0296	2.8466	1.1539	0.4374	2.0571	2.858	1.0745	0.4524	1.8704	2.67	1.1155	0.3825	27.5649	10.2331	29.7162	11.7825	25.8515	11.322	65.2706	68.2091	21.69606	21.96806	927.4449	
06/29/2023 16:40	1.92	2.49	1.39	0.26	1.91	2.49	1.25	0.27	1.90	2.51	1.13	0.24	1.88	2.44	1.112	0.248	1.7811	2.2976	1.2454	0.2066	1.7817	2.4007	1.2117	0.2136	1.7516	2.3499	1.2069	0.2097	29.4377	8.7059	31.486	9.2138	32.5324	8.2405	66.0211	67.9087	21.73408	22.00602	927.4658	
06/29/2023 16:50	2.81	3.45	2.21	0.18	2.81	3.58	2.17	0.19	2.69	3.10	2.10	0.16	2.51	2.90	1.6617	0.2467	2.4129	2.8466	1.6572	0.2652	2.4117	2.9495	1.7148	0.2606	2.3598	2.8528	1.6184	0.2813	21.2397	6.517	23.8811	6.4296	25.082	6.2167	59.552	64.3432	21.73017	21.86128	927.4577	
06/29/2023 17:00	3.83	4.87	2.44	0.54	3.85	4.91	2.39	0.54	3.69	4.66	2.28	0.56	3.26	4.59	1.7991	0.6708	2.6687	4.1277	1.5199	0.6283	2.6944	4.4586	1.2575	0.6943	2.3854	3.8587	1.3441	0.5307	13.9712	4.6139	15.8743	7.3631	17.1806	13.3835	56.3904	62.0781	21.75657	21.71969	927.4817	
06/29/2023 17:10	4.28	5.51	3.31	0.50	4.30	5.60	3.31	0.51	4.19	5.58	3.10	0.53	3.77	5.37	1.8449	0.6006	3.3649	4.7682	1.5656	0.657	3.3991	4.9616	1.669	0.7021	3.1045	4.6359	1.9384	0.5792	10.9249	5.4436	11.3718	10.12	12.5571	12.9394	55.5881	60.2921	21.83918	21.77779	927.4521	
06/29/2023 17:20	4.84	5.60	3.49	0.41	4.86	5.69	3.63	0.41	4.73	5.49	3.29	0.41	4.42	5.69	3.1276	0.4708	3.7865	5.2714	2.0231	0.7587	3.8609	5.4189	1.9434	0.7473	3.4847	5.276	1.7098	0.7536	5.2612	4.864	7.9086	6.3684	9.9819	11.5413	52.4618	58.277	21.93778	21.96535	927.4429	
06/29/2023 17:30	4.73	5.74	3.49	0.51	4.75	5.83	3.63	0.51	4.63	5.67	3.56	0.47	4.41	5.51	3.4025	0.5161	4.1328	5.5916	2.8009	0.5229	4.1684	5.5561	2.9037	0.5173	3.9367	5.0931	2.7614	0.4999	0.3464	4.7957	2.2435	4.9041	4.9538	6.0712	52.7068	56.6712	21.87969	21.76721	927.4136	
06/29/2023 17:40	4.87	5.78	3.81	0.42	4.89	5.78	3.77	0.42	4.72	5.67	3.66	0.42	4.37	5.42	3.1276	0.4767	3.9796	5.2714	2.2976	0.5657	3.9821	5.3732	2.1721	0.6533	3.7013	5.0474	1.6641	0.6295	2.7919	6.0289	4.2258	7.2001	7.3692	9.8804	51.9245	54.6056	22.02761	21.96728	927.3834	
06/29/2023 17:50	4.81	6.06	3.68	0.53	4.83	6.01	3.68	0.53	4.70	5.90	3.52	0.50	4.29	5.19	3.1276	0.4443	3.6409	4.9512	1.6114	0.5858	3.7004	4.8701	1.8062	0.5447	3.2353	4.6359	1.3898	0.66	2.8015	4.8779	7.2178	7.0505	10.2626	11.2483	53.4407	56.1615	21.72747	21.76755	927.4226	
06/29/2023 18:00	5.04	5.78	4.13	0.34	5.06	5.78	4.18	0.35	4.93	5.76	4.02	0.35	4.64	5.78	3.769	0.3442	4.3158	5.5916	2.7551	0.5141	4.3596	5.6933	2.6294	0.536	4.0568	5.2033	2.3956	0.5132	3.4276	3.776	6.9405	4.8123	9.8744	7.8203	53.9357	56.4195	21.59672	21.55369	927.3966	
06/29/2023 18:10	4.99	6.01	4.09	0.31	5.01	6.06	4.09	0.30	4.85	5.76	3.79	0.35	4.57	5.65	3.5857	0.3635	4.1886	5.4544	2.2519	0.4742	4.282	5.6475	2.6294	0.4367	3.9342	5.0474	2.4871	0.5118	3.4271	4.3163	3.776	6.9405	4.627	8.0249	7.7394	53.4704	57.0193	21.49604	21.44793	927.4312
06/29/2023 18:20	5.33	6.93	4.09	0.58	5.35	6.93	4.09	0.58	5.23	6.64	3.70	0.59	5.06	6.61	3.7232	0.6091	4.6594	6.7812	2.5722	0.7678	4.7253	6.928	2.6294	0.7699	4.2828	6.6476	2.5785	0.7309	4.2841	6.5062	6.4849	5.0699	8.3562	8.2728	53.2579	55.9356	21.443	21.43072	927.4493	
06/29/2023 18:30	5.79	6.79	4.73	0.43	5.82	6.79	4.82	0.42	5.63	6.59	4.66	0.40	5.29	6.66	3.7232	0.4692	4.9614	6.5982	3.3956	0.6102	5.0196	6.928	3.3153	0.6304	4.6874	6.419	3.4015	0.5604	355.704	4.5853	358.3456	6.1561	4.0993	9.3714	51.1693	54.134	21.36908	21.37994	927.4278	
06/29/2023 18:40	6.20	7.20	4.91	0.44	6.22	7.29	4.87	0.45	5.99	7.19	4.71	0.46	5.50	6.88	3.9522	0.5912	5.0354	6.6897	3.0754	0.6458	5.1239	6.928	2.9037	0.6474	4.707	6.7848	2.7157	0.6173	353.194	5.2723	354.2679	7.7196	354.1672	8.9277	49.4907	52.2023	21.345	21.31733	927.4352	
06/29/2023 18:50	6.04	7.16	4.91	0.40	6.06	7.02	4.87	0.40	5.83	6.77	4.80	0.40	5.26	6.56	3.0818	0.5747	4.709	6.7354	3.0297	0.6735	4.7591	6.9737	3.3153	0.6895	4.4266	6.3276	2.5328	0.7362	347.195	4.6835	348.8209	6.6375	350.2719	7.8618	49.9505	52.5158	21.23622	21.1508	927.4455	
06/29/2023 19:00	5.23	7.57	3.59	0.83	5.24	7.43	3.58	0.85	5.07	6.96	3.52	0.75	4.92	7.11	3.7232	0.5411	4.7359	6.5982	3.7616	0.4749	4.8201	6.7908	3.6811	0.4814	4.7361	6.099	3.4929	0.4827	350.4431	8.8789	353.0226	8.1065	355.4684	7.5201	50.8962	51.5091	21.14009	21.12704	927.4937	
06/29/2023 19:10	4.21	5.92	2.39	0.67	4.19	5.96	2.39	0.64	4.13	5.86	2.60	0.67	4.26	5.88	2.8528	0.6494	4.199	5.4544	2.8466	0.5807	4.2563	5.9219	2.7665	0.5838	4.1456	5.3674	2.7614	0.5187	348.4258	9.1946	352.3636	9.2447	356.6019	9.0696	51.7634	51.8104	20.95118	21.02734	927.603	
06/29/2023 19:20	4.77	7.11	2.53	0.90	4.78	7.15	2.44	0.92	4.63	7.05	2.65	0.85	4.41	6.01	2.7611	0.6776	4.31	6.0492	3.1212	0.5845	4.3932	5.8305	3.0867	0.5861	4.1868	5.8246	3.1729	0.5388	348.1146	9.1462	353.0992	8.9549	357.7982	9.2254	50.7021	51.2779	20.87769	20.92751	927.624	
06/29/2023 19:30	6.13	7.80	4.09	0.86	6.16	7.79	4.18	0.88	6.00	7.69	4.07	0.89	5.73	7.80	3.8606	0.8203	5.3913	7.2386	3.7159	0.7004	5.4725	7.1109	3.6354	0.7212	5.1801	6.7848	3.3558	0.6708	353.3276	7.7272	357.2544	5.9054	0.2951	6.88	49.5118	49.8023	20.82885	20.86464	927.6244	
06/29/2023 19:40	6.47	7.80	4.96	0.59	6.50	7.89	5.05	0.59	6.34	7.74	4.66	0.61	6.18	7.66	4.6394	0.5868	6.0556	7.4674	4.6309	0.5916	6.1428	7.6139	4.6872	0.5772	5.8897	7.4706	4.6359	0.5923	355.2066	5.2755	356.811	5.5328	357.9861	5.5955	49.5988	49.6167	20.74036	20.77022	927.6271	
06/29/2023 19:50	6.24	7.34	4.73	0.51	6.27	7.34	4.77	0.51	6.13	7.46	4.43	0.49	5.97	7.20	4.5477	0.519	5.8359	7.3301	4.4936	0.4602	5.9253	7.5225	4.6415	0.4534	5.729	7.4706	4.3159	0.4839	355.1077	5.2648	356.9071	5.4731	357.889	5.2723	51.348	49.7384	20.63202	20.69586	927.6461	
06/29/2023 20:00	6.68	8.07	5.14	0.60	6.72	8.21	5.28	0.61	6.62	7.87	5.03	0.59	6.58	8.35	5.1891	0.5917	6.4091	7.9707	4.3564	0.584	6.4607	8.117	4.55	0.5708	6.0894	7.6077	4.3616	0.5618	6.544	5.858	7.7717	6.2142	9.3936	6.3465	53.7218	51.9485	20.43904	20.44992	927.7198	
06/29/2023 20:10	6.38	7.71	5.00	0.70	6.41	7.79	4.96	0.71	6.31	7.92	4.94	0.68	6.27	8.03	5.1891	0.5866	6.241	7.8792	4.4021	0.5165	6.329	7.7511	4.2299	0.5155	6.0667	7.7449	4.5902	0.5776	9.9719	5.212	10.7331	5.9425	11.5715	6.0583	60.2852	54.1116	20.18218	20.23279	927.8569	
06/29/2023 20:20	7.09	9.22	5.37	0.74	7.12	9.12	5.32	0.75	7.02	9.02	5.31	0.73	6.94	9.04	5.0975	0.7716	6.6826	9.4346	4.0362																					

RIPRESE FOTOGRAFICHE DELLA STAZIONE ANEMOMETRICA  
**ALIANO (ALIANO - MT)**



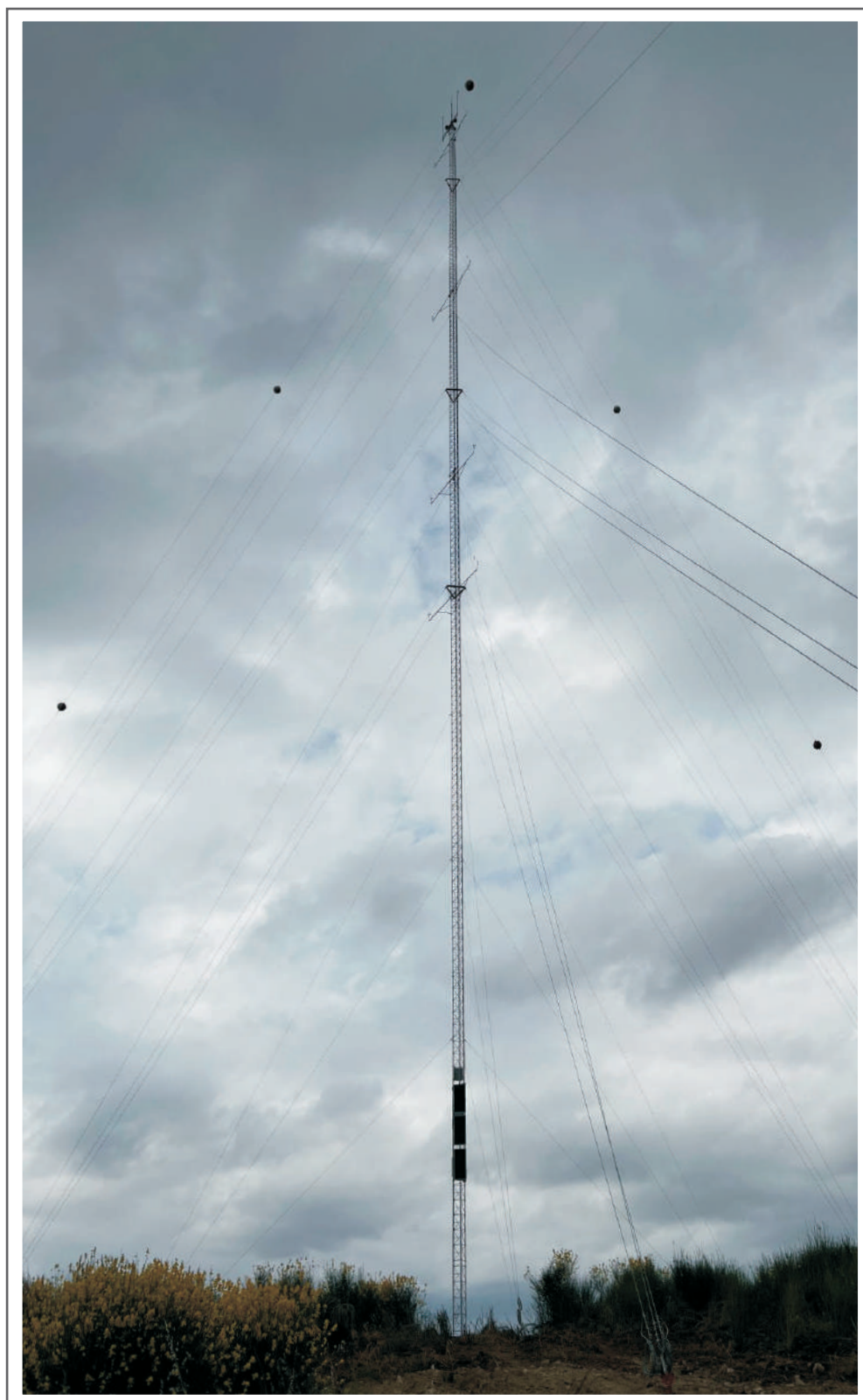
La stazione vista da Nord

RIPRESE FOTOGRAFICHE DELLA STAZIONE ANEMOMETRICA  
**ALIANO (ALIANO - MT)**



La stazione vista da Est

RIPRESE FOTOGRAFICHE DELLA STAZIONE ANEMOMETRICA  
**ALIANO (ALIANO - MT)**



La stazione vista da Sud

RIPRESE FOTOGRAFICHE DELLA STAZIONE ANEMOMETRICA  
**ALIANO (ALIANO - MT)**



La stazione vista da Ovest

RIPRESE FOTOGRAFICHE DALLA STAZIONE ANEMOMETRICA  
**ALIANO**  
**ALIANO (MT)**



Dal punto di misura verso Nord



Dal punto di misura verso Est

RIPRESE FOTOGRAFICHE DALLA STAZIONE ANEMOMETRICA  
**ALIANO**  
**ALIANO (MT)**



Dal punto di misura verso Sud



Dal punto di misura verso Ovest

## WIND MEASURING TECHNOLOGY

### Wind Transmitter "First Class" Advanced

**Part number: 4.3352.00.000**

The wind transmitter is designed for the acquisition of the horizontal component of the wind velocity in the field of meteorology and environmental measuring technology, evaluation of location, and measurement of capacity characteristics of wind power systems. In the plain country the wind transmitter meets all requirements of IEC 61400-12-1 Edition 2.0 for an Instrument of the accuracy class 0.9.

Special characters are a defined and optimised, dynamic behaviour also at high turbulence intensity, minimal over-speeding, and a low starting value.

The measuring value is available at the output as digital signal. It can be transmitted to display instruments, recording instruments, data loggers as well as to process control systems.

For winter operation the instrument (4.3352.00.000) is equipped with an electronically regulated heating, which guarantees a smooth running of the ball bearings, and prevents the shaft and slot from icing-up.



## Specification

**Part number: 4.3352.00.000**

### Wind speed

Measuring range	0 ... 75 m/s
Accuracy	1 % of meas. value (0.3 ... 50 m/s) or $\pm 0.2$ m/s
Linearity	$r > 0.99999$ (4 ... 20 m/s)
Inclined flow	0.1% ( mean deviation from cosinus line at 12 m/s ; $\pm 20^\circ$ )
Delay distance	3 m ( aac. to ASTM D 5096-96 )

### Data output digital

Frequency	1082 Hz @ 50 m/s
-----------	------------------

### Operating voltage

Electronic	3.3 ... 48 V DC 130 $\mu$ A from 3,3 ... 15 V 180 $\mu$ A $>$ 15 V ... 48 V
Heating	24 V AC/DC, max 25 W

### General

Ambient temp.	-50 ... +80 $^\circ$ C
Electr. connection	8 pol. plug connection
Mounting	onto mast tube $\varnothing$ 1''





Protection	IP 55
Survival speed	80 m/s ( min. 30 minutes )
Weight	0.5 kg
Mounting	Ø 35 x 25 mm
Material housing	aluminium, anodised
Material cup star	carbon-fiber glass reinforced

## Versions

No other versions of this product are available.

## Accessories

Product	Product name	Brief description														
	Traverse for Wind Transmitters "First Class" 4.3174.00.000	For mounting the wind speed transmitter and wind direction transmitter jointly onto a mast.  <b>General</b> <table border="1"> <tr> <td>Height</td> <td>0.76 m</td> </tr> <tr> <td>Mounting</td> <td>on mast tube Ø 1,5"</td> </tr> <tr> <td>Material</td> <td>aluminium, anodised (AlMgSi0.5)</td> </tr> <tr> <td>Sensor distance horizontal</td> <td>0.6 m</td> </tr> <tr> <td>Sensor distance vertikal</td> <td>0.2 m</td> </tr> <tr> <td>Weight</td> <td>3 kg</td> </tr> <tr> <td>Mounting</td> <td>Ø 34 mm for First Class wind sensors</td> </tr> </table>	Height	0.76 m	Mounting	on mast tube Ø 1,5"	Material	aluminium, anodised (AlMgSi0.5)	Sensor distance horizontal	0.6 m	Sensor distance vertikal	0.2 m	Weight	3 kg	Mounting	Ø 34 mm for First Class wind sensors
Height	0.76 m															
Mounting	on mast tube Ø 1,5"															
Material	aluminium, anodised (AlMgSi0.5)															
Sensor distance horizontal	0.6 m															
Sensor distance vertikal	0.2 m															
Weight	3 kg															
Mounting	Ø 34 mm for First Class wind sensors															
	Hanger 1m First Class 4.3184.01.000	The hanger is used for the lateral mounting of a wind transmitter, First Class type, onto a mast  <b>General</b> <table border="1"> <tr> <td>Length</td> <td>1 m</td> </tr> <tr> <td>Mounting</td> <td>at mast tube Ø 40 ... 80 mm</td> </tr> <tr> <td>Material</td> <td>aluminium (AlMgSi0.5)</td> </tr> <tr> <td>Weight</td> <td>1.5 kg</td> </tr> <tr> <td>Mounting</td> <td>Ø 34 mm</td> </tr> </table>	Length	1 m	Mounting	at mast tube Ø 40 ... 80 mm	Material	aluminium (AlMgSi0.5)	Weight	1.5 kg	Mounting	Ø 34 mm				
Length	1 m															
Mounting	at mast tube Ø 40 ... 80 mm															
Material	aluminium (AlMgSi0.5)															
Weight	1.5 kg															
Mounting	Ø 34 mm															

## WIND MEASURING TECHNOLOGY

### Wind Direction Transmitter "First Class"

Part number: 4.3151.00.xxx

Special characters are a defined and optimised, dynamic behaviour as well as:

- High measurement accuracy and resolution
- High damping with small distance constant
- Low starting value
- Low power consumption
- Simple mounting

The measuring value is available at the output as analogue signal. The output signal can be transmitted to display instruments, recording instruments, data loggers as well as to process control systems. For winter operation the instrument (4.3150.00.xxx) is equipped with an electronically regulated heating.



## Specification

Part number: 4.3151.00.xxx

### Wind direction

Measuring range	0 ... 360 °
Resolution	0.35 °
Accuracy	1 °
Starting value	0.5 m/s at 10 ° acc. to ASTM D 5096-96 0.2 m/s at 90 ° acc. to VDI3786 page 2
Distance constant	1.8 m acc. to ASTM D 5096-96
Damping ration	> 0.3 acc. to ASTM D 5096-96

### Operating voltage

Electronic	3.3 ... 42 V DC
Heating	24 V AC/DC, 25 W

### General

Ambient temp.	-50 ... +80 °C
Electr. connection	8 pol. plug connection

Mounting	onto mast tube Ø 1''
Material	aluminium, anodised
Protection	IP 55
Dimension	Ø 450 x 410 mm
Weight	0.7 kg
Mounting	Ø 35 x 25 mm

## Versions

As per 4.3151.00.xxx, but:

### Product number 4.3151.00.140

#### Data output analog

Wind direction	0 ... 20 mA
----------------	-------------

#### Operating voltage

Electronic	15 ... 24 V DC
Current consumption	approx. 2.9 mA + Iout

### Product number 4.3151.00.141

#### Data output analog

Wind direction	4 ... 20 mA
----------------	-------------

#### Operating voltage

Electronic	15 ... 24 V DC
Current consumption	approx. 2.9 mA + Iout

### Product number 4.3151.00.161

#### Data output analog

Wind direction	0 ... 10 V
----------------	------------

#### Operating voltage

Electronic	15 ... 24 V DC
Current consumption	approx. 2.9 mA + Iout

### Product number 4.3151.00.173




#### Data output analog

Wind direction	0 ... 5 V
----------------	-----------

#### Operating voltage

Electronic	12 ... 24 V DC
Current consumption	approx. 2.9 mA + I <sub>out</sub>

## Accessories

Product	Product name	Brief description														
	Traverse for Wind Transmitters "First Class" 4.3174.00.000	For mounting the wind speed transmitter and wind direction transmitter jointly onto a mast.  <b>General</b> <table border="1"> <tr> <td>Height</td> <td>0.76 m</td> </tr> <tr> <td>Mounting</td> <td>on mast tube Ø 1,5''</td> </tr> <tr> <td>Material</td> <td>aluminium, anodised (AlMgSi0.5)</td> </tr> <tr> <td>Sensor distance horizontal</td> <td>0.6 m</td> </tr> <tr> <td>Sensor distance vertikal</td> <td>0.2 m</td> </tr> <tr> <td>Weight</td> <td>3 kg</td> </tr> <tr> <td>Mounting</td> <td>Ø 34 mm for First Class wind sensors</td> </tr> </table>	Height	0.76 m	Mounting	on mast tube Ø 1,5''	Material	aluminium, anodised (AlMgSi0.5)	Sensor distance horizontal	0.6 m	Sensor distance vertikal	0.2 m	Weight	3 kg	Mounting	Ø 34 mm for First Class wind sensors
Height	0.76 m															
Mounting	on mast tube Ø 1,5''															
Material	aluminium, anodised (AlMgSi0.5)															
Sensor distance horizontal	0.6 m															
Sensor distance vertikal	0.2 m															
Weight	3 kg															
Mounting	Ø 34 mm for First Class wind sensors															
	Hanger 1m First Class 4.3184.01.000	The hanger is used for the lateral mounting of a wind transmitter, First Class type, onto a mast  <b>General</b> <table border="1"> <tr> <td>Length</td> <td>1 m</td> </tr> <tr> <td>Mounting</td> <td>at mast tube Ø 40 ... 80 mm</td> </tr> <tr> <td>Material</td> <td>aluminium (AlMgSi0.5)</td> </tr> <tr> <td>Weight</td> <td>1.5 kg</td> </tr> <tr> <td>Mounting</td> <td>Ø 34 mm</td> </tr> </table>	Length	1 m	Mounting	at mast tube Ø 40 ... 80 mm	Material	aluminium (AlMgSi0.5)	Weight	1.5 kg	Mounting	Ø 34 mm				
Length	1 m															
Mounting	at mast tube Ø 40 ... 80 mm															
Material	aluminium (AlMgSi0.5)															
Weight	1.5 kg															
Mounting	Ø 34 mm															
	Northring for First Class Windfahne 509619	The adapter is used for the north alignment of a First Class Wind Direction Sensor.  <b>General</b> <table border="1"> <tr> <td>Length</td> <td>75 mm</td> </tr> <tr> <td>Material</td> <td>Alluminum anodized ( AlMgSi1 )</td> </tr> <tr> <td>Weight</td> <td>0.25 kg</td> </tr> <tr> <td>Mounting</td> <td>for mast Ø 35 mm for sensor Ø 35 mm</td> </tr> </table>	Length	75 mm	Material	Alluminum anodized ( AlMgSi1 )	Weight	0.25 kg	Mounting	for mast Ø 35 mm for sensor Ø 35 mm						
Length	75 mm															
Material	Alluminum anodized ( AlMgSi1 )															
Weight	0.25 kg															
Mounting	for mast Ø 35 mm for sensor Ø 35 mm															

# Meteo-40M plus

Wind and Solar Resource Assessment + Wind Farm Monitoring (SCADA) + Power Performance Measurements



## Description

- Applications:

- [Wind Resource Assessment](#)

- [Power Performance Measurements](#)

- [Wind Park Monitoring / SCADA](#)

- [Wind Measurement in Cold Climate](#)

- [Solar Resource Assessment](#)

- [Soiling Measurement](#)

- [Solar Park Monitoring / SCADA](#)

- [Dynamic Line Monitoring](#)

- Compliant with [IEC 61400-12-1:2017](#)
- User-friendly configuration via protected web interface
- Various inputs and outputs for different measurement purposes

New developments:

1. LTE and 4G modems e. g., PLS8-E and many more.
2. Web Interface and Email: TLS 1.1, 1.2, and 1.3 are supported.
3. Admin user can create new users or delete them.
4. Predefined users can be deleted.
5. Less latency in SCADA systems due to faster Modbus RTU and TCP
6. Latest Linux version and newest versions of security libraries like SSL, SSH, SFTP, SCP, https, etc.

7. Data can be sent with FTPS which makes industry standard encryption more accessible.

## Specifications

Meteo-40M plus			Description / Device
	Order Number	M21020	
Input Channels	Pulse Counters	8	Anemometers, precipitation sensors
	Digital Serial (Status)	4	Wind vanes serial, precipitation monitors, ext. activation
	Analog Voltage	8 $\pm 0.1\text{ V}$ , $\pm 1\text{ V}$ , $\pm 10\text{ V}$ 16 bit	Air pressure, temperature, humidity sensors, pot. wind vanes, pyranometers, pyrhemometers
	Analog Current	1 $\pm 1\text{ mA}$ , $\pm 10\text{ mA}$ , $\pm 100\text{ mA}$ 16 bit	Sensors with DC output, e.g., temperature humidity sensor (0 ... 20 mA)
	RS485 (M)	(1) RS485 Master for up to 8 smart sensors	Ultrasonic anemometers and smart sensors
Output Channels	RS485 (S)	(1) RS485 Slave	SCADA monitoring software
	5V Switches	4	Sensor supply, relay for modem, heating supply
	Current Source	1	Pt1000, Pt100
Connectivity	USB	(2) USB-A host (1) USB-B device	PC, modem, memory stick, WiFi, GPS, web cam
	Ethernet	(1) Ethernet	Router, SAT-Modem, LAN and SCADA output
	Data transfer	Email, FTP, SCP, SFTP, FTPS, Datacopy on USB-Stick, SCADA	
	Data cloud	SCP to AmmonitOR	<a href="https://or.ammonit.com">https://or.ammonit.com</a>
	Remote control	SSH reverse tunnel through AmmonitConnect Server	<a href="https://&lt;serialnumber&gt;.connect.ammonit.com/">https://&lt;serialnumber&gt;.connect.ammonit.com/</a>

Meteo-40M plus			Description / Device
Storage Size	Source Data (1-sec data)	2 GB	
	CSV Data (10-min data)	> 50 MB	
	Display & Keys	(20 x 4) LC display with backlight, five keys	
	Power Supply	9 ... 36 VDC	
	Operat. temperature	-40 ... +65 °C	
	Protection (Housing)	IP65	
	Housing Dimensions	260 x 194 x 50 mm	
	Weight	950 g	
	Accessories	External modules, plug connector, mounting kit, steel cabinet	

*ALLEGATO A6*

---



## 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  $V_i$  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/m<sup>2</sup>);
- colonna 8 : energia specifica media del vento nel mese (in kWh/m<sup>2</sup>).

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/m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup>. 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/m<sup>2</sup> 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  $T_{\text{med}}$  (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.

**STAZIONE ANEMOMETRICA : ALIANO - Regione: Basilicata (Cod.1748) A**

Periodo di elaborazione: 29/06/2023 - 31/03/2024 (numero giorni: 277)

Percentuale dati disponibili = 100 % ( 39801 dati su 39802 )

**Velocita' del vento V in m/s rilevata a 97.5 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	8720.2	99.55
1.0	8510.9	97.16	1.5	8132.5	92.84
2.0	7653.1	87.36	2.5	7157.0	81.70
3.0	6654.4	75.96	3.5	6153.6	70.25
4.0	5674.7	64.78	4.5	5187.0	59.21
5.0	4708.5	53.75	5.5	4258.2	48.61
6.0	3840.7	43.84	6.5	3433.5	39.19
7.0	3045.9	34.77	7.5	2668.9	30.47
8.0	2320.2	26.49	8.5	2009.9	22.94
9.0	1732.1	19.77	9.5	1491.1	17.02
10.0	1262.5	14.41	10.5	1061.5	12.12
11.0	893.1	10.20	11.5	750.3	8.57
12.0	639.6	7.30	12.5	532.0	6.07
13.0	440.4	5.03	13.5	363.4	4.15
14.0	294.7	3.36	14.5	232.2	2.65
15.0	173.9	1.98	15.5	137.3	1.57
16.0	103.9	1.19	16.5	82.1	0.94
17.0	62.9	0.72	17.5	49.1	0.56
18.0	39.2	0.45	18.5	30.8	0.35
19.0	25.5	0.29	19.5	20.7	0.24
20.0	14.5	0.17	20.5	11.9	0.14
21.0	9.0	0.10	21.5	6.4	0.07
22.0	3.7	0.04	22.5	2.9	0.03
23.0	2.0	0.02	23.5	1.5	0.02
24.0	1.3	0.02	24.5	1.1	0.01
25.0	0.9	0.01	25.5	0.9	0.01
26.0	0.7	0.01	26.5	0.4	0.01
27.0	0.2	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
31.0	0.0	0.00	31.5	0.0	0.00

<b>Parametri della distribuzione di Weibull :</b>	<b>Vc = 6.75</b>	<b>k = 1.72</b>
---	------------------	-----------------

Parametri della velocità del vento calcolati con la distribuzione di Weibull:		
---	--	--

Vmed = 6.02 m/s	sqmV = 3.61 m/s	Vcub = 7.90 m/s
-----------------	-----------------	-----------------

Potenza specifica della vena fluida	Pv = 302 W/m2
-------------------------------------	---------------

**Tabella A**

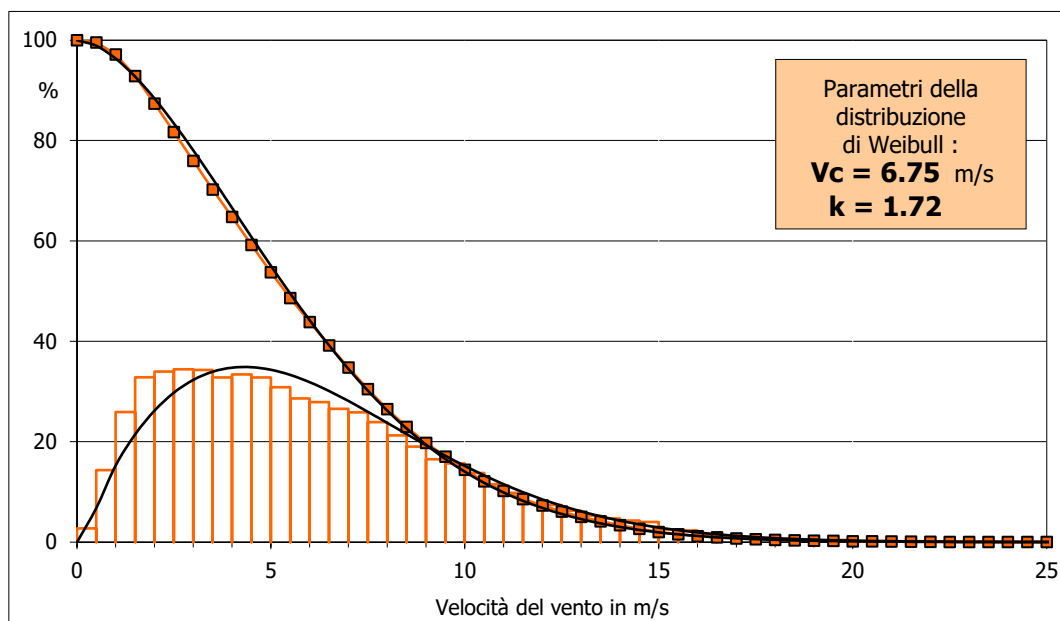
**STAZIONE ANEMOMETRICA : ALIANO - Regione: Basilicata (Cod.1748) A**

Periodo di elaborazione: 29/06/2023 - 31/03/2024 (numero giorni: 277)

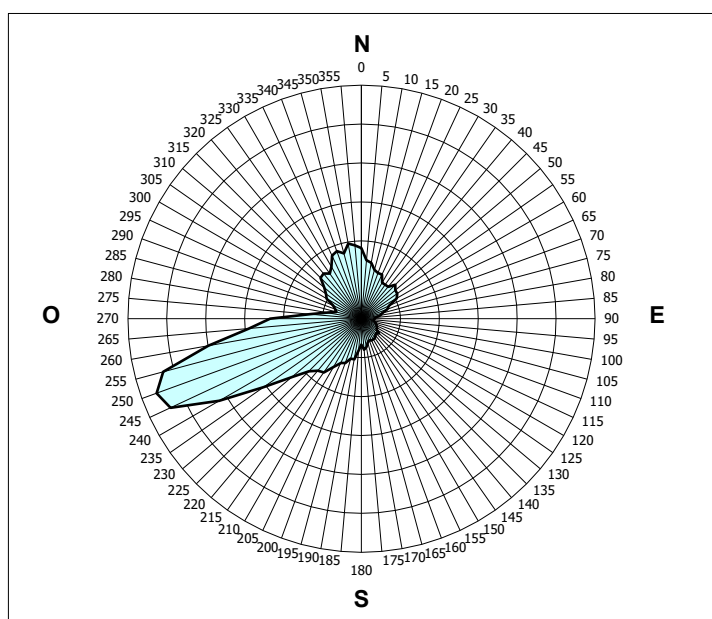
Percentuale dati disponibili = 100 % ( 39801 dati su 39802 )

**Velocita' del vento V in m/s rilevata a 97.5 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 : ALIANO - Regione: Basilicata (Cod.1748) A**

Periodo di elaborazione: 29/06/2023 - 31/03/2024 (numero giorni: 277)

Percentuale dati disponibili = 100 % ( 39801 dati su 39802 )

**Velocita' del vento V in m/s rilevata a 97.5 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 <sup>2</sup> )
3°	N	10.2	4068	5.85	3.19	7.39	16.7	247
6°	NNE	7.0	2776	4.86	3.24	6.77	17.3	190
8°	ENE	5.7	2282	3.47	1.58	4.14	11.8	43
12°	E	2.3	901	3.30	1.84	4.23	13.3	47
11°	ESE	2.8	1110	3.92	3.18	6.12	16.0	140
10°	SSE	3.6	1418	2.73	1.41	3.42	9.3	24
9°	S	4.9	1941	4.14	3.21	6.32	18.0	155
5°	SSO	8.7	3458	5.80	3.90	8.11	22.3	326
1°	OSO	24.0	9571	8.23	3.95	9.90	27.1	594
2°	O	14.8	5900	7.03	3.21	8.32	20.1	353
7°	ONO	5.9	2334	5.00	2.61	6.22	15.7	147
4°	NNO	9.7	3861	5.73	2.89	7.05	20.8	215
	NoDir	0.0	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	<b>Calme</b>	0.5	181	(velocità del vento minore o uguale a 0.5 m/s)				
	<b>Totale =</b>		<b>39801</b>	<b>6.00</b>	<b>3.68</b>	<b>7.95</b>	<b>27.1</b>	<b>307</b>

**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 <sup>2</sup> )	Ev (kWh/m <sup>2</sup> )
Dic	1.00	5.95	4.17	8.34	19.7	356	265
Gen	1.00	7.09	3.63	8.71	22.0	405	302
Feb	1.04	6.06	3.21	7.56	18.1	264	177
Mar	1.00	5.82	3.50	7.76	24.6	287	213
Apr	0.00	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Mag	0.00	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Giu	0.05	3.16	1.83	4.05	7.2	41	29
Lug	1.00	4.71	2.86	6.19	15.0	145	108
Ago	1.00	5.48	3.06	6.95	21.5	206	153
Set	1.00	5.63	3.59	7.55	17.3	264	190
Ott	1.00	5.24	3.61	7.40	23.2	248	185
Nov	1.00	8.18	4.07	9.98	27.1	610	439

Stagione	Vmed (m/s)	sigV (m/s)	Vcub (m/s)	Vmax (m/s)	Pv (W/m <sup>2</sup> )	Ev (kWh/m <sup>2</sup> )
Inverno (Dic - Feb)	6.38	3.74	8.25	22.0	344	744
Primavera (Mar - Mag)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Estate (Giu - Ago)	4.46	2.82	5.99	21.5	131	290
Autunno (Set - Nov)	6.34	3.98	8.47	27.1	373	814

<b>Anno</b>	<b>5.72</b>	<b>3.66</b>	<b>7.72</b>	<b>27.1</b>	<b>282</b>	<b>2470</b>
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	------------	-------------

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

**Tabelle B e C**



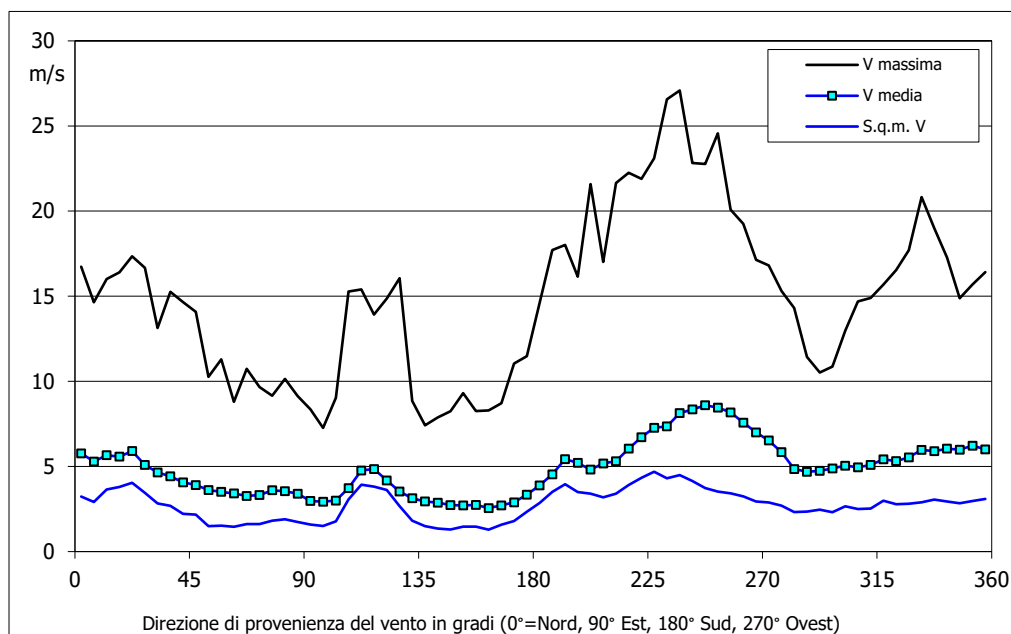
**STAZIONE ANEMOMETRICA : ALIANO - Regione: Basilicata (Cod.1748) A**

Periodo di elaborazione: 29/06/2023 - 31/03/2024 (numero giorni: 277)

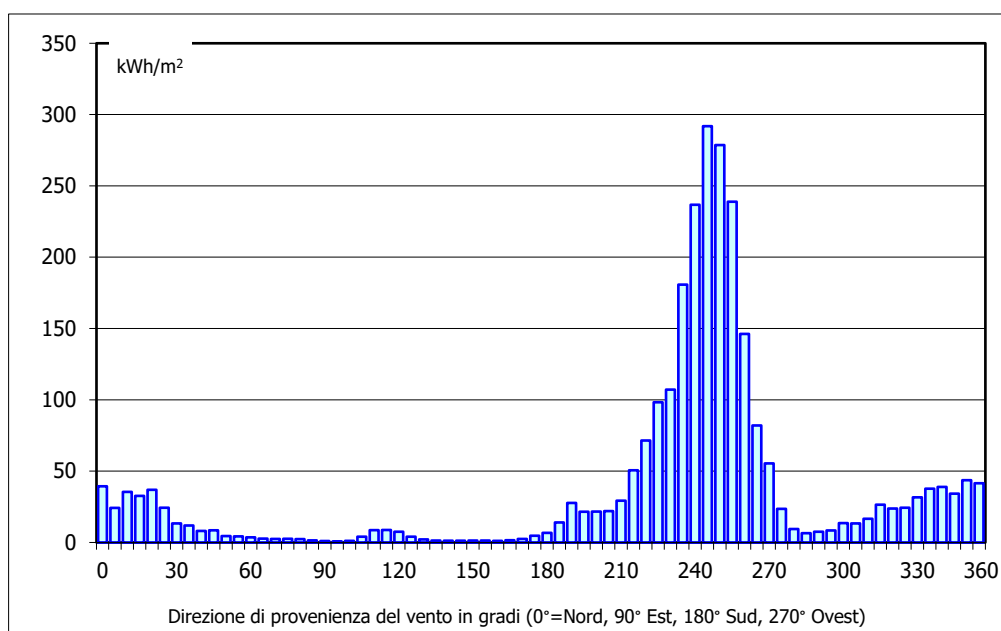
Percentuale dati disponibili = 100 % ( 39801 dati su 39802 )

**Velocita' del vento V in m/s rilevata a 97.5 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/m<sup>2</sup> PER SETTORE DI DIREZIONE**



**Grafici 3 e 4**

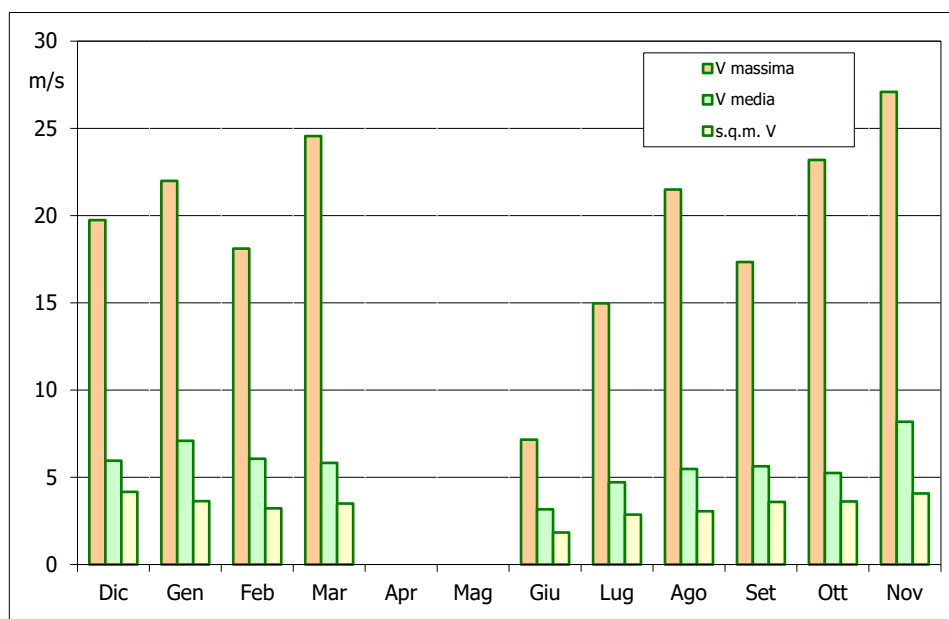
**STAZIONE ANEMOMETRICA : ALIANO - Regione: Basilicata (Cod.1748) A**

Periodo di elaborazione: 29/06/2023 - 31/03/2024 (numero giorni: 277)

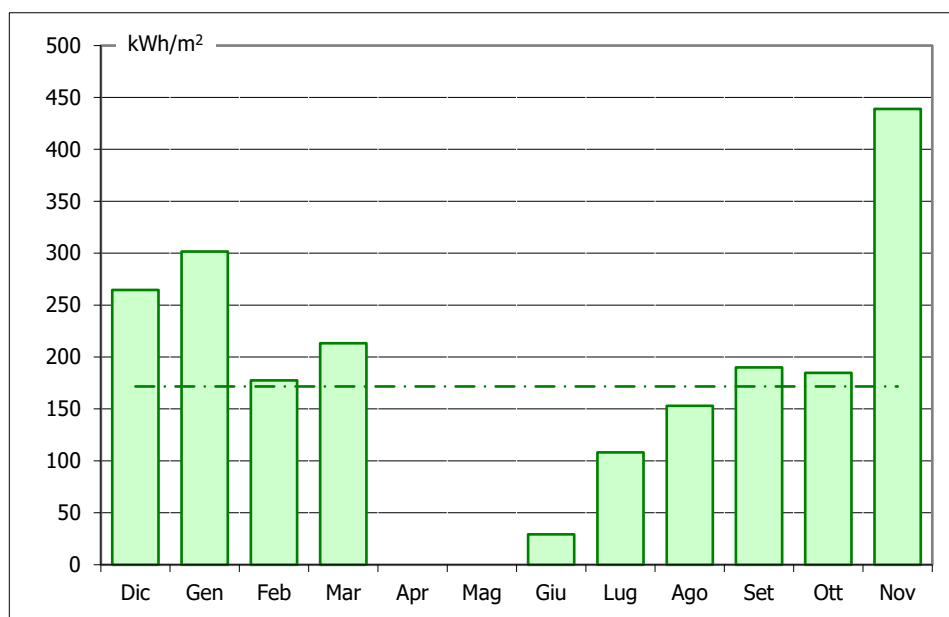
Percentuale dati disponibili = 100 % ( 39801 dati su 39802 )

**Velocita' del vento V in m/s rilevata a 97.5 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**

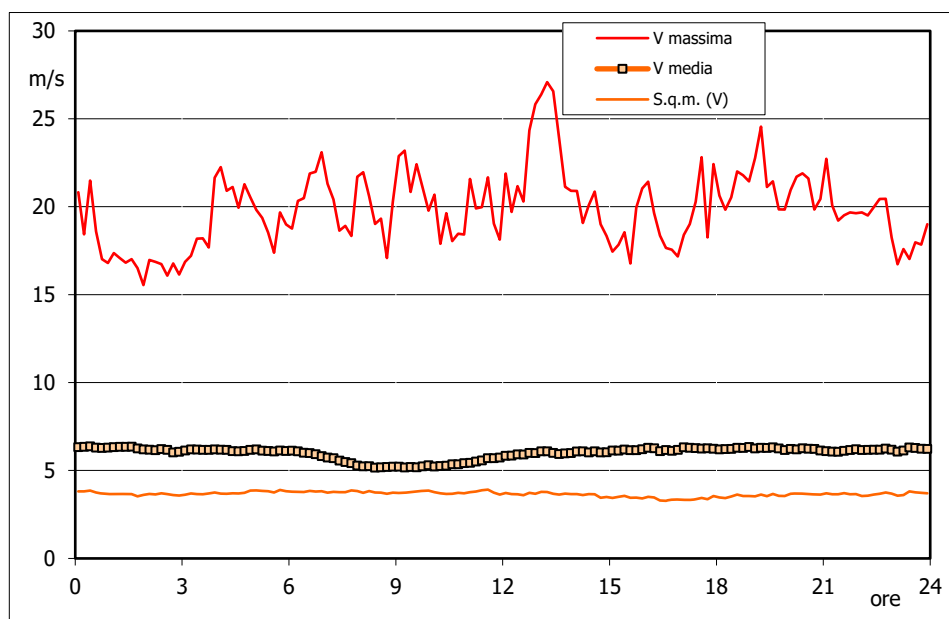
**STAZIONE ANEMOMETRICA : ALIANO - Regione: Basilicata (Cod.1748) A**

Periodo di elaborazione: 29/06/2023 - 31/03/2024 (numero giorni: 277)

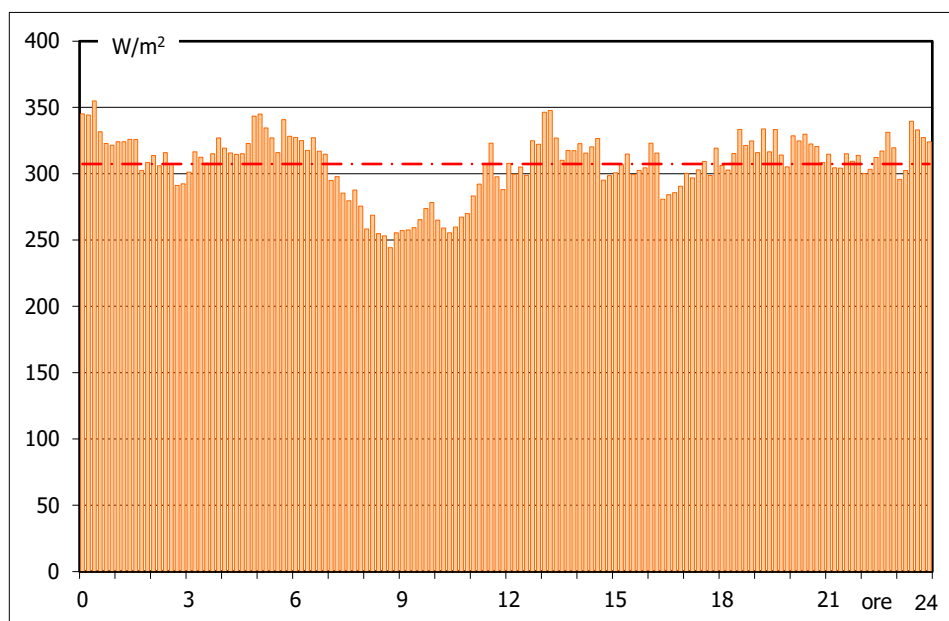
Percentuale dati disponibili = 100 % ( 39801 dati su 39802 )

**Velocita' del vento V in m/s rilevata a 97.5 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/m<sup>2</sup> NELLE 24 ORE**



**Grafici 7 e 8**

**STAZIONE ANEMOMETRICA : ALIANO - Regione: Basilicata (Cod.1748) A**

Periodo di elaborazione: 29/06/2023 - 31/03/2024 (numero giorni: 277)

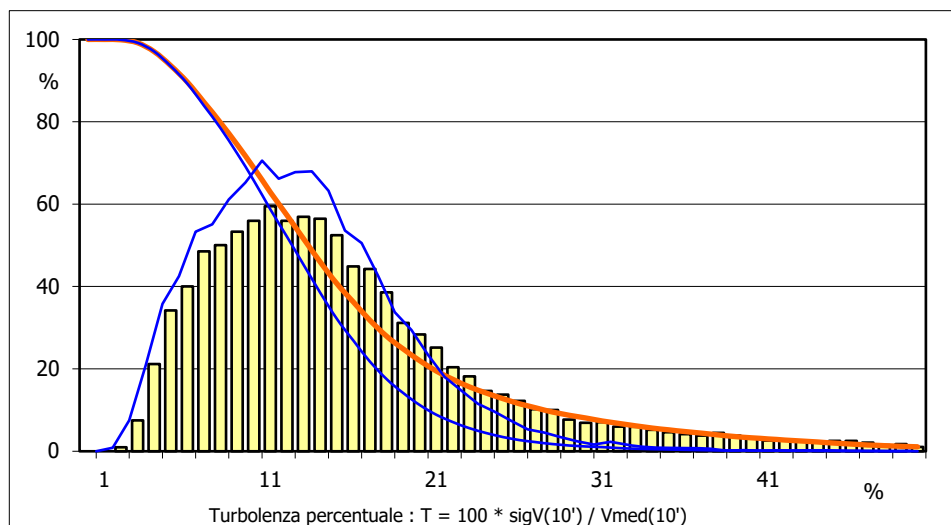
Percentuale dati disponibili = 100 % ( 39801 dati su 39802 )

**Velocita' del vento V in m/s rilevata a 97.5 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	10.3	4068	15.1	8.2	5.4	30.4
Nord-NordEst	7.0	2776	15.5	11.0	4.2	38.4
Est-NordEst	5.8	2282	17.7	11.5	4.2	41.7
Est	2.3	901	21.0	13.6	4.6	47.7
Est-SudEst	2.8	1110	20.7	13.4	5.2	48.4
Sud-SudEst	3.6	1418	21.7	13.2	5.7	48.4
Sud	4.9	1941	19.4	12.1	5.0	43.9
Sud-SudOvest	8.7	3458	16.2	10.1	5.1	37.3
Ovest-SudOvest	24.2	9571	14.5	7.0	5.5	26.3
Ovest	14.9	5900	12.0	8.0	3.8	27.2
Ovest-NordOvest	5.9	2334	13.4	9.9	3.6	33.5
Nord-NordOvest	9.7	3861	15.6	8.1	6.1	31.3
Nessuna Direzione	0.0	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<b>Totale =</b>	<b>99.5</b>	<b>39620</b>	<b>15.4</b>	<b>9.7</b>	<b>4.6</b>	<b>35.5</b>

Classe velocità m/s	%	n	Tmed	sigT	T_5%	T_95%
V < 4	34.9	13837	20.1	13.0	4.6	45.8
4 < V < 8	38.5	15241	13.0	6.6	4.3	24.8
8 < V < 12	19.3	7636	12.7	5.2	4.8	21.7
12 < V < 16	6.1	2434	13.2	4.5	6.6	20.6
16 < V < 20	1.0	406	12.3	3.7	7.1	19.0
V > 20	0.2	66	11.0	3.6	5.8	18.7
<b>Totale* =</b>	<b>64.8</b>	<b>25783</b>	<b>12.9</b>	<b>6.0</b>	<b>4.6</b>	<b>23.5</b>

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

**Tabella D e Grafico 9**

**STAZIONE ANEMOMETRICA : ALIANO - Regione: Basilicata (Cod.1748) A**

Periodo di elaborazione: 29/06/2023 - 31/03/2024 (numero giorni: 277)

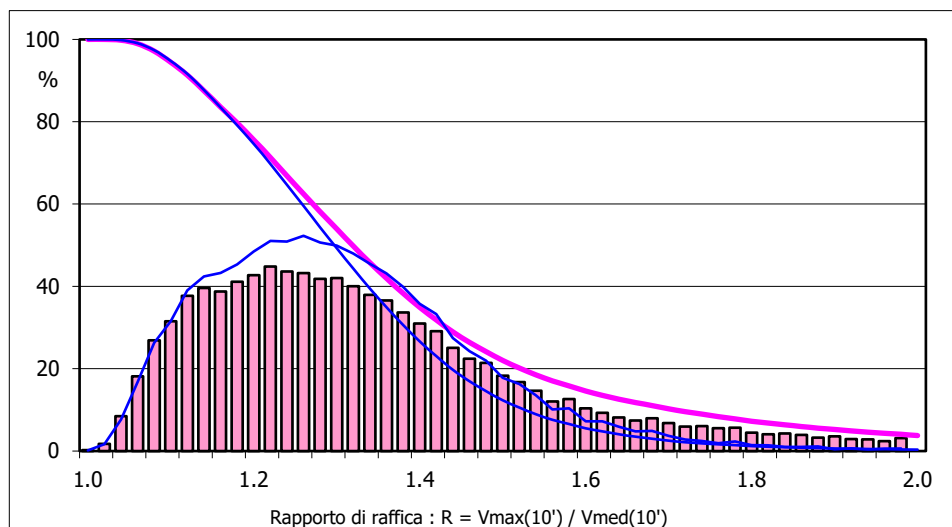
Percentuale dati disponibili = 100 % ( 39801 dati su 39802 )

**Velocita' del vento V in m/s rilevata a 97.5 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	10.3	4068	1.39	0.22	1.12	1.78
Nord-NordEst	7.0	2776	1.39	0.30	1.08	1.97
Est-NordEst	5.8	2282	1.46	0.32	1.08	2.04
Est	2.3	901	1.55	0.39	1.10	2.31
Est-SudEst	2.8	1110	1.54	0.41	1.11	2.36
Sud-SudEst	3.6	1418	1.58	0.41	1.11	2.35
Sud	4.9	1941	1.52	0.35	1.10	2.14
Sud-SudOvest	8.7	3458	1.43	0.29	1.10	1.99
Ovest-SudOvest	24.2	9571	1.37	0.20	1.12	1.69
Ovest	14.9	5900	1.30	0.21	1.08	1.66
Ovest-NordOvest	5.9	2334	1.35	0.27	1.07	1.86
Nord-NordOvest	9.7	3861	1.41	0.22	1.14	1.81
Nessuna Direzione	0.0	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<b>Totale =</b>	<b>99.5</b>	<b>39620</b>	<b>1.40</b>	<b>0.27</b>	<b>1.10</b>	<b>1.91</b>

Classe velocità m/s	%	n	Rmed	sigR	R_5%	R_95%
V < 4	34.9	13837	1.52	0.38	1.09	2.23
4 < V < 8	38.5	15241	1.34	0.18	1.09	1.65
8 < V < 12	19.3	7636	1.33	0.14	1.10	1.56
12 < V < 16	6.1	2434	1.34	0.13	1.14	1.54
16 < V < 20	1.0	406	1.31	0.11	1.15	1.49
V > 20	0.2	66	1.26	0.10	1.12	1.43
<b>Totale* =</b>	<b>64.8</b>	<b>25783</b>	<b>1.34</b>	<b>0.17</b>	<b>1.10</b>	<b>1.61</b>

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

**Tabella E e Grafico 10**