



Regione Basilicata
 Provincia di Potenza
 Comuni di Cancellara e Vaglio Basilicata



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica avente potenza di connessione pari a 37,2 MW e relative opere connesse denominato "Vento del Carpine" sito nei Comuni di Cancellara e Vaglio Basilicata (PZ)

Titolo:

ADDENDUM RELAZIONE ANEMOLOGICA

Numero documento:

Commissa	Fase	Tipo doc.	Prog. doc.	Rev.
2 1 4 3 0 1	D	R	0 1 3 5	0 0

Proponente:

FRI-EL

FRI-EL S.p.A.
 Piazza della Rotonda 2
 00186 Roma (RM)
fri-elspa@legalmail.it
 P. Iva 01652230218
 Cod. Fisc. 07321020153

PROGETTO DEFINITIVO

A.5.1

Progettazione:



PROGETTO ENERGIA S.R.L.

Via Serra 6 83031 Ariano Irpino (AV)
 Tel. +39 0825 891313
www.progettoenergia.biz - info@progettoenergia.biz



SERVIZI DI INGEGNERIA INTEGRATI
 INTEGRATED ENGINEERING SERVICES

Progettista:

Ing. Massimo Lo Russo



Sul presente documento sussiste il DIRITTO di PROPRIETA'. Qualsiasi utilizzo non preventivamente autorizzato sarà perseguito ai sensi della normativa vigente

REVISIONI	N.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
		00	22.02.2023	INTEGRAZIONE VOLONTARIA	E. FICETOLA	D. LO RUSSO

INDICE

1.	INTRODUZIONE	3
2.	DESCRIZIONE DEL SITO	3
3.	LAYOUT DEL PARCO.....	4
4.	CAMPAGNA ANEMOMETRICA	4
5.	VALUTAZIONE DELLE MISURE.....	7
6.	STATISTICA DEL VENTO MISURATA	7
7.	STATISTICA MEDIA ANNUALE A LUNGO TERMINE.....	10
8.	ESTRAPOLAZIONE VERTICALE	10
9.	ESTRAPOLAZIONE ORIZZONTALE	10
10.	CALCOLO DI PRODUZIONE.....	11
11.	INCERTEZZE	13
12.	CONCLUSIONI.....	14

1. INTRODUZIONE

La presente relazione ha lo scopo di aggiornare il documento "A.5. Relazione specialistica – Studio anemologico" a seguito dell'acquisizione dei dati del mast installato nel luglio 2021 sulla torre identificata dal codice "Cancellara 193", al fine di avvalorare ulteriormente i risultati dello studio precedentemente effettuato per la valutazione della risorsa eolica in riferimento al progetto di un nuovo parco eolico denominato "Vento del Carpine" nei Comuni di Cancellara (turbine eoliche) e Vaglio Basilicata (sottostazione). In particolare, come richiesto dal punto 1.2.1.5 del PIEAR della Regione Basilicata (allegato A della L.R. n.1 del 19 gennaio 2010), verrà riportata la descrizione della campagna anemometrica effettuata in sito, l'analisi di ventosità dell'area di riferimento, la producibilità e la densità volumetrica tramite il parametro E_v .

2. DESCRIZIONE DEL SITO

Il parco eolico proposto si sviluppa all'interno dei territori comunali di Cancellara (PZ); la stazione elettrica di utenza e l'impianto di rete per la connessione ricade nel territorio comunale di Vaglio Basilicata (PZ). La zona è caratterizzata principalmente da terreni ad uso agricolo. L'orografia del terreno è mediamente complessa, con rilievi collinari che, in alcune zone, superano di poco 800 m di altezza.

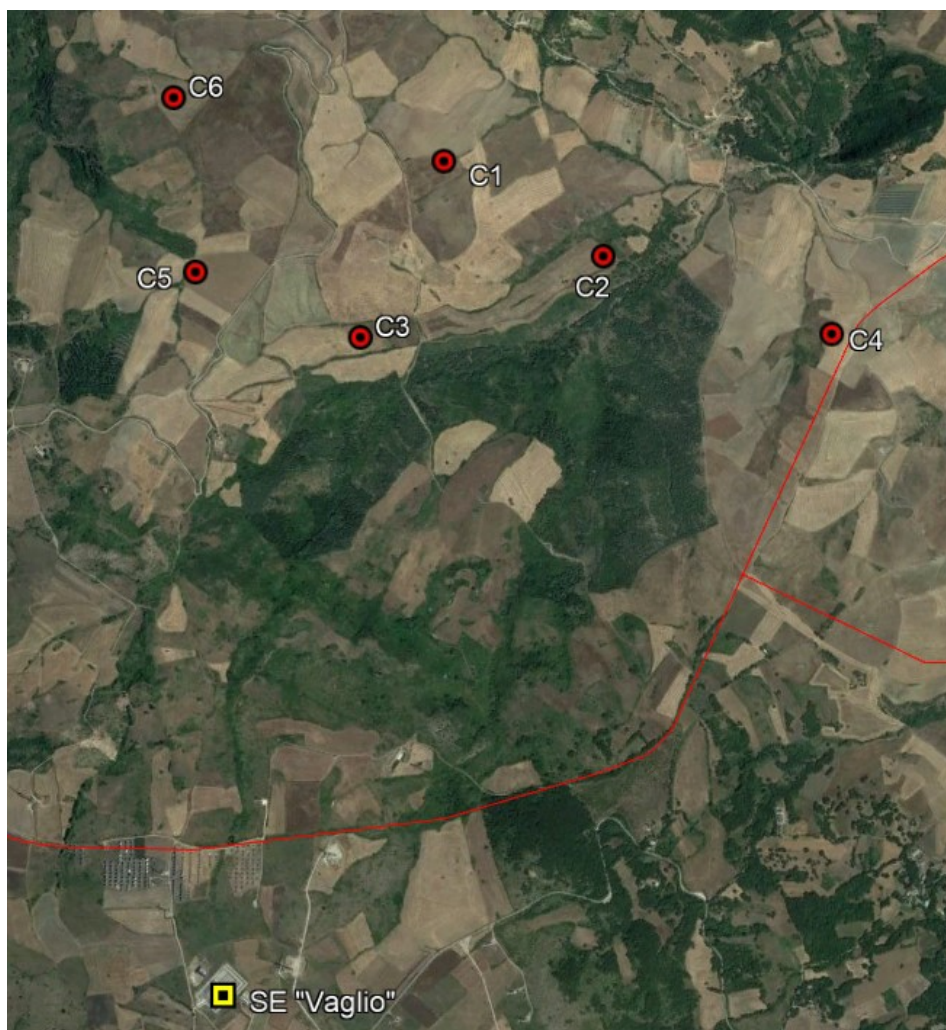


Figura 1: Layout del parco eolico "Vento del Carpine" su ortofoto

3. LAYOUT DEL PARCO

Il parco eolico è costituito da 6 aerogeneratori di ultima generazione con caratteristiche dimensionali e prestazionali riassunte qui sotto:

- Diametro massimo rotore: 158 m
- Altezza massima torre: 125 m
- Altezza massima tip pala: 200 m
- Potenza nominale massima: 6,2 MW

I modelli di aerogeneratore attualmente in commercio che soddisfano tali specifiche sono:

- GE158 - HH 120,9 m – 6.1 MW
- Vestas V150 - HH 125 m – 6.0 MW
- Siemens Gamesa SG155 – HH122,5 m – 6.2 MW

Le valutazioni di producibilità verranno effettuate con il modello di WTG GE 158 – HH120,9 m con potenza massima 6,1 MW, tale aerogeneratore è il più sfavorevole dal punto di vista della verifica dei parametri previsti dal punto 1.2.1.3 del PIEAR.

Le turbine sono state disposte in modo da massimizzare la produzione elettrica del parco e ridurre gli effetti aerodinamici tenendo in debita considerazione:

- i vincoli ambientali e paesaggistici;
- le distanze di sicurezza da infrastrutture e fabbricati;
- la pianificazione territoriale ed urbanistica in vigore;

Aerogeneratore	E	N	Z
C1	578.209	4.507.547	757,0
C2	578.798	4.507.219	690,0
C3	577.912	4.506.900	777,5
C4	579.643	4.506.941	696,1
C5	577.311	4.507.128	794,7
C6	577.228	4.507.755	808,8

Tabella 1: Coordinate aerogeneratori in UTM WGS84 Zone:33

4. CAMPAGNA ANEMOMETRICA

Nel luglio 2021, al fine di confermare i risultati dello studio effettuato tra il 2010 e il 2011 relativo al mast installato sulla torre indentificata con il codice "Pietragalla SC", è stato installato un nuovo mast che ha monitorato la risorsa eolica presente sul sito; la torre anemometrica è costituita da elementi tubolari cavi sovrapposti alta 60 m. Di seguito questa torre è stata identificata col codice "Cancellara 193".

Rispetto a quanto richiesto dal punto 1.2.1.5 del PIEAR si segnala quanto segue:

- la torre è stata installata in un punto baricentrico rispetto al layout proposto e dunque le misure di vento possono essere considerate rappresentative per l'intero parco eolico;
- l'installazione della torre anemometrica, ubicata in località Aia del Piano al foglio21, particella 70, Comune di Cancellara, è stata comunicata tramite PEC inviata al comune di Cancellara in data 23.07.2021 (inizio lavori, edilizia libera).
- sono disponibili: il report di prima installazione d.d. 29/07/2021, i certificati di calibrazione dei sensori ed i rapporti di manutenzione della torre;
- il periodo di rilevazione di dati validi e consecutivi è maggiore di 1 anno (con una perdita ammessa del 10 %);
- sono disponibili i dati nella loro forma originaria ed in forma aggregata con periodicità giornaliera;
- vengono illustrate le incertezze totali di misura delle velocità e il calendario dettagliato delle acquisizioni.

In particolare la rilevazione dei dati ha avuto inizio il 29/07/2021 ed è tuttora in corso. Ai fini del presente studio anemologico si è adottato come periodo di rilevazione l'intervallo 10/08/2021 al 17/01/2023 pari a 17 mesi.

Di seguito si riporta il calendario delle acquisizioni effettuate da ciascun sensore, sia di velocità che di direzione, nei mesi di rilevazione di interesse.

Year	Month	Speed 60m A			Speed 60m B			Speed 40m A		
		Possible data points	Valid data points	Availab.	Possible data points	Valid data points	Availab.	Possible data points	Valid data points	Availab.
2021	Aug	3,103	3,102	99.97	3,103	3,102	99.97	3,103	3,102	99.97
2021	Sep	4,320	4,317	99.93	4,320	4,317	99.93	4,320	4,317	99.93
2021	Oct	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2021	Nov	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00
2021	Dec	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2022	Jan	4,464	4,415	98.90	4,464	4,415	98.90	4,464	4,415	98.90
2022	Feb	4,032	4,005	99.33	4,032	4,005	99.33	4,032	4,005	99.33
2022	Mar	4,464	4,453	99.75	4,464	4,453	99.75	4,464	4,453	99.75
2022	Apr	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00
2022	May	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2022	Jun	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00
2022	Jul	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2022	Aug	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2022	Sep	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00
2022	Oct	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2022	Nov	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00
2022	Dec	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2023	Jan	2,359	2,359	100.00	2,359	2,359	100.00	2,359	2,359	100.00
	TOT	75,590	75,499	99.88	75,590	75,499	99.88	75,590	75,499	99.88

Year	Month	Speed 40m B			Speed 20m A			Speed 20m B		
		Possible	Valid data	Availab.	Possible	Valid data	Availab.	Possible	Valid data	Availab.
2021	Aug	3,103	3,102	99.97	3,103	3,102	99.97	3,103	3,102	99.97
2021	Sep	4,320	4,317	99.93	4,320	4,317	99.93	4,320	4,317	99.93
2021	Oct	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2021	Nov	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00
2021	Dec	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2022	Jan	4,464	4,415	98.90	4,464	4,415	98.90	4,464	4,415	98.90
2022	Feb	4,032	4,005	99.33	4,032	4,005	99.33	4,032	4,005	99.33
2022	Mar	4,464	4,453	99.75	4,464	4,453	99.75	4,464	4,453	99.75
2022	Apr	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00
2022	May	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2022	Jun	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00
2022	Jul	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2022	Aug	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2022	Sep	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00
2022	Oct	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00

2022	Nov	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00
2022	Dec	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2023	Jan	2,359	2,359	100.00	2,359	2,359	100.00	2,359	2,359	100.00
	TOT	75,590	75,499	99.88	75,590	75,499	99.88	75,590	75,499	99.88

Year	Month	Dir 58m			Dir 38m		
		Possible	Valid data	Availab.	Possible	Valid data	Availab.
2021	Aug	3,103	3,102	99.97	3,103	3,102	99.97
2021	Sep	4,320	4,317	99.93	4,320	4,317	99.93
2021	Oct	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2021	Nov	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00
2021	Dec	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2022	Jan	4,464	4,415	98.90	4,464	4,415	98.90
2022	Feb	4,032	4,005	99.33	4,032	4,005	99.33
2022	Mar	4,464	4,453	99.75	4,464	4,453	99.75
2022	Apr	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00
2022	May	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2022	Jun	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00
2022	Jul	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2022	Aug	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2022	Sep	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00
2022	Oct	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2022	Nov	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00
2022	Dec	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2023	Jan	2,359	2,359	100.00	2,359	2,359	100.00
	TOT	75,590	75,499	99.88	75,590	75,499	99.88

Tabella 2: Calendario mensile acquisizione dati

Nella tabella seguente sono sintetizzate le caratteristiche della torre e la strumentazione installata.

Codice torre	Cancellara 193
Coordinate (UTM WGS84)	E 577524 N 4507474
Periodo misurazione utile	10.08.2021 – 17.01.2023
Quote sensori di velocità	60m, 60m, 40m, 40m, 20m 20m
Quote sensori di direzione	58m, 38m
Logger	Campbel CR1000X
Availability	100%

Tabella 3: Descrizione torre anemometrica Cancellara 193

I sensori di velocità installati sono dei NRG #40C mentre i sensori di direzione sono dei #200P. La registrazione dei dati è avvenuta tramite logger Secondwind Nomad2, su cui convergono i dati di misura grezzi. La torre e gli strumenti sono stati installati secondo i criteri della normativa IEC 61400-12. Sia alla quota di 50m che a quella di 40m sono posizionati due sensori di velocità per avere ridondanza di dati, che portano ad un'analisi più completa e precisa.

Per estrapolare la statistica media del vento a lungo termine è stato utilizzato come riferimento un set di dati di rianalisi statistica ERA5+ (forniti da EMD International, la medesima software-house che fornisce il programma di calcolo windPRO), della durata di 20 anni e con una buona correlazione dei dati presi in loco.

Reanalysis dataset	ERA5+
Coordinate (UTM WGS84)	E 2587724 N 4515213
Periodo misurazione	01.01.2001 – 01.01.2021
Quote di riferimento	10, 25, 50, 75, 100, 150, 200 m
Quote sensori di direzione	10, 25, 50, 75, 100, 150, 200 m
Logger	-
Availability	100%

Tabella 4: Descrizione dei dati a lungo termine

5. VALUTAZIONE DELLE MISURE

I dati registrati dal data logger sono stati estratti e processati manualmente in modo da identificare i dati affetti da possibili malfunzionamenti o anomalie. Diverse cause infatti possono determinare una misura non corretta. Alcune come il gelamento dei sensori e la presenza di sabbia o sporcizia nel sensore determinano una misura sottostimata. Altre cause come eventi estremi, fulmini in particolare, possono compromettere in maniera irrimediabile il funzionamento del sensore.

Altri dati anomali sono causati da malfunzionamenti dal data logger e possono essere identificati solo analizzando la serie temporale dei dati di vento. Tutti questi dati sono stati esclusi e non considerati nell'analisi.

Nella tabella seguente vengono riportate le percentuali di dati che hanno passato il controllo qualità. Le percentuali si riferiscono alla quantità di misure effettuate e valide rispetto al periodo di misurazione utile.

Anemometro	Availability
60 m A	99.9 %
60 m B	99.9 %
40 m A	99.9 %
40 m B	99.9 %
20m A	99.9 %
20m B	99.9 %

Tabella 5: Availability misure torre anemometrica Cancellara 193

6. STATISTICA DEL VENTO MISURATA

Nella tabella 6 viene riportata la statistica del vento misurate al top della torre anemometrica (60m A). La statistica del vento è suddivisa in 16 settori cardinali e viene rappresentata tramite una funzione di weibull. Nella Fig. 2 vengono riportati il grafico della statistica e la rosa dei venti.

La velocità media del vento a 60m è 7,3 m/s, mentre a 20m si misura una velocità media di 6,7 m/s, garantendo quindi una velocità superiore a 5 m/s a una quota di 25m come richiesto al punto 1.2.1.3 del PIEAR.

La rosa dei venti ottenuta dai due sensori di direzione indica come direzione prevalente il vento proveniente da SSW (libeccio).

Direction Sector	Weibull k	Weibull A m/s	Mean m/s	Frequency (%)
348.75° - 11.25°	1.903	6.580	6.135	7.41
11.25° - 33.75°	2.184	5.344	4.853	3.62
33.75° - 56.25°	2.333	4.766	4.315	2.16
56.25° - 78.75°	2.031	4.612	4.246	2.25
78.75° - 101.25°	1.960	4.798	4.461	3.63
101.25° - 123.75°	1.928	5.329	4.950	4.82
123.75° - 146.25°	1.570	4.960	4.739	2.70
146.25° - 168.75°	1.947	6.051	5.361	1.92
168.75° - 191.25°	1.956	5.515	4.895	1.46
191.25° - 213.75°	1.639	6.470	5.923	1.99
213.75° - 236.25°	2.341	11.740	10.286	8.71
236.25° - 258.75°	2.216	11.814	10.631	18.57
258.75° - 281.25°	2.189	7.893	7.165	10.87
281.25° - 303.75°	2.510	6.546	5.911	8.74
303.75° - 326.25°	2.184	6.988	6.366	8.90
326.25° - 348.75°	2.498	8.353	7.459	12.24
All data	1.628	7.789	7.285	100.00

Tabella 6: Statistica misurata a 60 m (A) della torre Cancellara 193

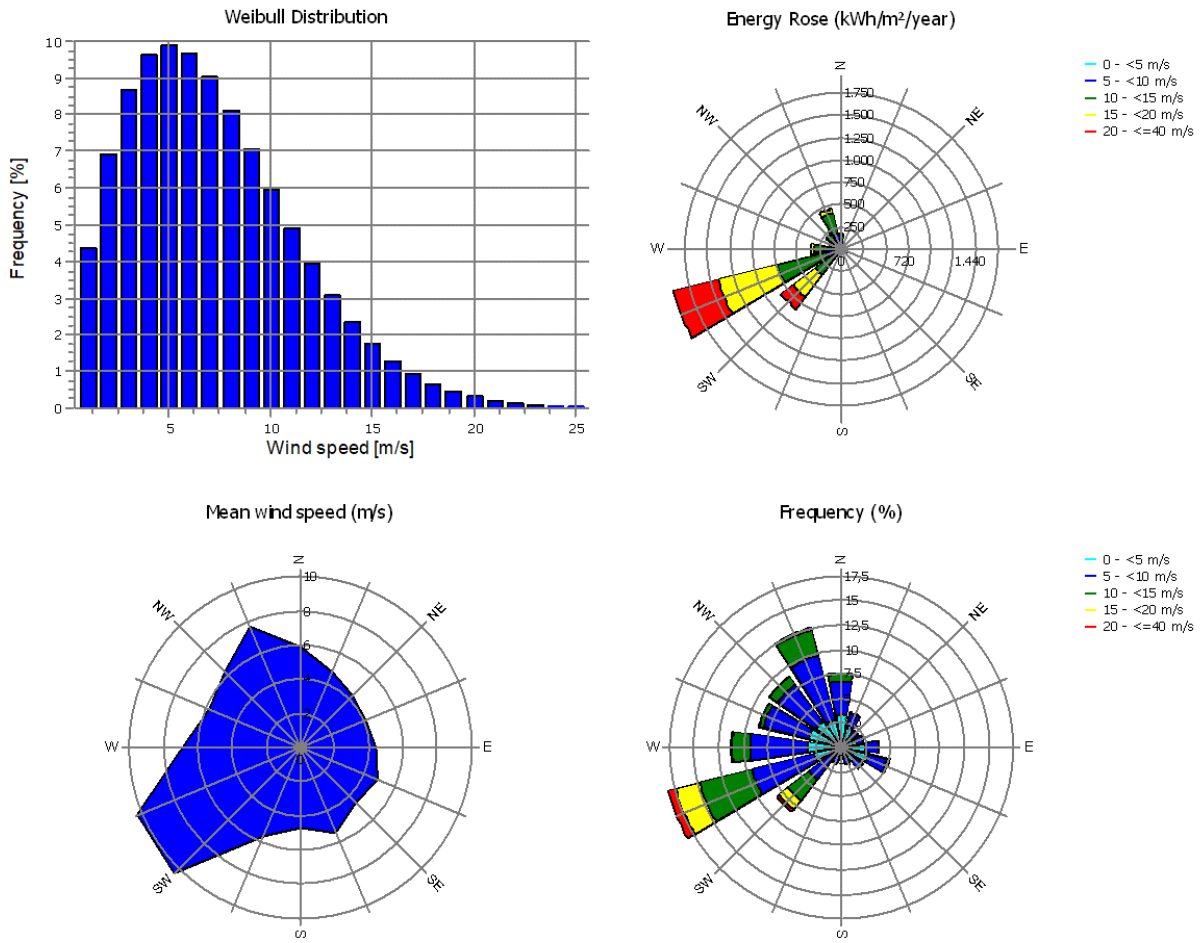


Figura 2: Statistica misurata a 60 m della torre Cancellara 193, grafici

7. STATISTICA MEDIA ANNUALE A LUNGO TERMINE

L'acquisizione dati di Cancellara 193 è durata 17 mesi. Per stimare la statistica media annuale a lungo termine tramite serie dati a lungo termine di 15/20 anni, si estende la serie di dati misurati tramite serie temporali a lungo termine reperibili da vari fornitori specializzati (es. ERA5, Merra2 etc). Per fare ciò e per colmare i buchi di dati mancanti è stato utilizzato il metodo di estensione/sintetizzazione. Questo metodo permette di sintetizzare i dati di vento di un anemometro (locale) a partire dai dati di vento a lungo termine (riferimento), i quali possono provenire da un altro mast nelle vicinanze del primo oppure, come accennato in precedenza, tramite fornitori di dati a lungo termine. Al fine di poter utilizzare questo metodo è necessario che le due serie anemometriche abbiano un periodo sufficiente di dati concorrenti e che ci sia una correlazione tra i due. Nel nostro caso l'anemometro locale è la torre anemometrica Cancellara 193 mentre i dati di riferimento provengono dal punto più vicino disponibile sul database di ERA5+, con estensione temporale di 20 anni. I dati concorrenti vengono suddivisi per direzione considerando 16 settori di 22,5 gradi ciascuno. Per ogni settore i dati dei due anemometri vengono correlati tra loro comparando le velocità del vento. Dalla correlazione vengono calcolati dei coefficienti di regressione (speed up) che rappresentano una funzione di trasferimento che a partire dai dati di riferimento permettono di sintetizzare i dati dell'anemometro locale.

La correlazione è stata effettuata ai dati concorrenti degli anemometri Cancellara 193 e ERA5+ ottenendo un coefficiente di correlazione del 77,9%, il quale dimostra che tra i due c'è una buona correlazione. A questo punto sono stati calcolati gli speed up e questi sono stati applicati ai dati ERA5+ per sintetizzare i dati dell'anemometro Cancellara 193. Alla fine Cancellara 193 si è ottenuta una serie temporale rappresentativa del lungo termine che va dal 01/01/2003 al 01/01/2023. Si è stimata così una velocità media a lungo termine del vento a 60 m di 7,32 m/s, molto simile alla velocità media data dai 17 mesi di misurazioni (leggermente superiore).

8. ESTRAPOLAZIONE VERTICALE

Per estrapolare il vento medio a quota hub viene applicata la legge di potenza del profilo del vento:

$$V_{hub} = V_m * (H_{hub}/H_m)^\alpha$$

dove **V_m** è la velocità del vento medio alla quota dell'anemometro, **V_{hub}** è la velocità del vento medio alla quota hub, **H_m** è la quota dell'anemometro, **H_{hub}** è la quota hub e **α** è il coefficiente di wind shear. Il wind shear viene calcolato a partire dalle misure di vento effettuate sulle diverse quote della torre anemometrica. Si calcolato così un coefficiente di wind shear misurato:

$$\alpha = 0,07$$

Il wind shear è stato applicato alla serie ricavata nel capitolo 7 e si è estrapolato il vento medio a 120 m. Nella tabella seguente sono riportati i risultati.

Quota [m]	Velocità media [m/s]
120 m	7,7 m/s

Tabella 7: Velocità media annuale a lungo termine

9. ESTRAPOLAZIONE ORIZZONTALE

La variazione della velocità del vento su tutto il parco eolico viene predetta utilizzando il programma Wasp sviluppato dall'istituto di ricerca danese Risoe. Wasp è un modello computazione di flusso che a partire dalla statistica del vento in un punto calcola la statistica del vento nell'area circostante considerando l'influenza dell'orografia del terreno, della rugosità e degli ostacoli presenti. Partendo dalla statistica calcolata e applicando Wasp è stato possibile calcolare il vento medio a quota hub per ogni aerogeneratore del parco. Nella tabella seguente vengono riportati i valori di vento stimati per ogni aerogeneratore. I valori riportati fanno riferimento alla velocità media indisturbata ovvero non tengono in considerazione gli effetti scia.

Aerogeneratore	Velocità media
C1	6,92
C2	6,38
C3	6,74
C4	6,68
C5	6,67
C6	7,35

Tabella 8: Vento medio indisturbato a quota hub (120,9 m) sul parco

10. CALCOLO DI PRODUZIONE

Nella tabella 9 viene riportata la curva di potenza tipica per l'aerogeneratore GE158 – HH120,9 – 6.1MW e per una densità dell'aria di 1,225 kg/m³.

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]
3,0	91
3,5	191
4,0	319
4,5	478
5,0	672
5,5	909
6,0	1190
6,5	1521
7,0	1905
7,5	2354
8,0	2842
8,5	3355
9,0	3865
9,5	4348
10,0	4804
10,5	5216
11,0	5568
11,5	5852
12,0	6024
12,5	6089
13,0	6100
13,5	6100
14,0	6100
14,5	6100
15,0	6100
15,5	6100
16,0	6100
16,5	6100
17,0	6100
17,5	6080
18,0	6031
18,5	5955
19,0	5847
19,5	5727
20,0	5577
20,5	5397
21,0	5184
21,5	4947
22,0	4686
22,5	4401
23,0	4081
23,5	3832

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]
24,0	3617
24,5	3466
25,0	3391

Tabella 9: Curva di potenza GE158 6.1 MW, con densità dell'aria 1,225 kg/m³

A partire dalla statistica del vento calcolata nel capitolo 7 si calcola la produzione energetica di ogni singolo aerogeneratore, tramite il programma di calcolo Windpro (versione 3.4.415).

Nella tabella 10 viene mostrata la produzione netta per ogni aerogeneratore del parco. Le ore equivalenti sono il rapporto tra la produzione annua e la potenza nominale dell'aerogeneratore.

Aerogeneratore	Produzione lorda [MWh]	Produzione netta [MWh]	Potenza nominale [MW]	Ore equivalenti lorde	Parametro E _v
C1	17.403	16.011	6,1	2.625	0,178
C2	14.738	13.559	6,1	2.223	0,151
C3	16.365	15.056	6,1	2.468	0,168
C4	16.991	15.632	6,1	2.563	0,174
C5	16.054	14.769	6,1	2.421	0,164
C6	19.502	17.942	6,1	2.941	0,200

Tabella 10: Produzione lorda (a meno delle perdite di scia), netta, ore equivalenti e parametro E_v

Nella tabella seguente viene riportata la stima della produzione energetica annuale del parco. La produzione seguente rappresenta la stima centrale annuale che si otterrebbe dopo 10 anni operativi.

N° turbine	6
Potenza nominale	36,6 MW
Produzione lorda	108,9 GWh
Perdite	14,6%
Produzione netta	93,0 GWh
Ore equivalenti	2540 h

Tabella 11: Stima della produzione energetica annuale del parco eolico

La produzione netta rappresenta l'effettiva produzione energetica a valle dell'impianto che viene contabilizzata dal gestore della rete. Nella tabella seguente vengono elencate le potenziali perdite che agiscono sull'impianto.

Wake effect	-7,3 %
Availability WTGs	-1,7 %
Availability Grid, Substation and BoP	-0,6 %
Electrical losses	-1,7 %
Power Curve Adjustment	-0,9 %
High Temperature Shut Down	-0,4 %
Enviromental (Icing)	-0,2 %
High Wind Hysteresis	-0,3 %
Grid curtailment	-1,5 %
Total	-15,5 %

Tabella 12: Sorgenti di perdita

Wake Effect: sono gli effetti scia ovvero le perdite aerodinamiche causate dagli aerogeneratori stessi che implicano una diminuzione della velocità del vento dietro le turbine. Il modello di calcolo dell'effetto scia utilizzato è il N.O. Jensen.

Availability WTGs: rappresenta le perdite causate dallo spegnimento degli aerogeneratori dovute alla manutenzione ordinaria.

Availability Grid, Substation and BoP: rappresenta le perdite causate dalla manutenzione ordinaria sulla rete elettrica del parco.

Elettrical Loss: sono le perdite elettriche dovute per effetto Joule causate dai cavidotti e dall'impianto di sottostazione.

Power Curve Adjustment: la curva di potenza fornita dal costruttore viene generalmente misurata su terreni e condizioni climatologiche diverse dal sito dove viene installata. Tipicamente si riscontrano nell'aerogeneratore prestazioni inferiori che possono essere contabilizzate in una perdita di circa l'1%.

High Temperature Shut Down: sono le perdite dovute dallo spegnimento automatico degli aerogeneratori causato dal raggiungimento di temperature elevate in navicella.

Enviromental: perdite dovute a eventi climatici quali ghiaccio, neve, sabbia ecc...

High Wind Hysteresis: perdita dovuta al tempo di isteresi che un aerogeneratore impiega per riattivarsi dopo essere entrato in stallo a causa di venti che superano la velocità massima di operatività dell'aerogeneratore.

Grid Curtailment: perdite dovute alle riduzioni di potenza richieste dal gestore della rete.

11. INCERTEZZE

Nella tabella 13 vengono elencate le maggiori fonti di incertezza. Ogni incertezza viene considerata come un errore indipendente e viene modellata come un processo Gaussiano.

Incetezza	Tipo incetezza	Errore Standard %	Errore Standard Produzione %
Dati di vento misurati	velocità del vento	2,0	3,59
Estrapolazione verticale	velocità del vento	6,0	10,78
Estrapolazione orizzontale	velocità del vento	1,0	1,80
Correlazione a lungo termine	velocità del vento	2,0	3,60
Variazioni clima a lungo termine	velocità del vento	2,0	3,60
Curva di potenza	produzione	4,0	4,00
Variabilità futura del vento basata su 10 anni	velocità del vento	6,0	10,78
Incetezza totale	produzione		13,41

Tabella 13: Incetezza sulla stima di produzione

Queste incetzezze vengono applicate sulla stima centrale al fine di calcolare la produzione con probabilità di eccedenza P50, P75 e P90 con una base statistica di 20 anni.

Livello di eccedenza	Produzione netta [GWh]	Ore equivalenti [h]
P50	93,0	2540
P75	81,5	2306
P90	71,2	2096

12. CONCLUSIONI

In questa relazione è stata descritta la campagna anemologica effettuata in sito utilizzando un anemometro da 60m. Tramite serie storiche di riferimento è stato possibile calcolare la statistica media del vento a lungo termine. Eseguendo l'extrapolazione verticale è stato calcolato che il vento a 120m ha una velocità media di 7,30 m/s. Utilizzando il software Windpro/Wasp è stata estrapolata la statistica del vento nella posizione di ogni aerogeneratore e a partire da questa è stata calcolata la produzione totale del parco eolico. La produzione annuale P50 al netto delle perdite è di 93,0 GWh/y e 2540 ore equivalenti. Le rilevazioni anemologiche sono state effettuate in conformità al punto 1.2.1.5 del PIEAR ed il progetto rispetta i requisiti tecnici minimi in termini di velocità media annua del vento, ore equivalenti e densità volumetrica (punto 1.2.1.3 del PIEAR).

Dal punto di vista di conformità al PIEAR, l'ulteriore studio anemologico conferma le conformità riscontrate nella precedente relazione.

Allegati:

- PEC inviata al comune di Cancellara in data 23.07.2021 (inizio lavori, edilizia libera);
- report di prima installazione d.d. 29/07/2021;
- certificati di calibrazione dei sensori.



Spett.le
Comune di Cancellara (PZ)
Sportello Unico Edilizia

Documento trasmesso tramite pec: comune.cancellara@cert.ruparbasilicata.it

Bolzano, lì 23/07/2021
Prot. n° 11980

OGGETTO: Comunicazione di attività di edilizia libera ai sensi dell'art. 6, comma 11 del D.lgs. n. 28 del 03/03/2011 e ss.mm.ii e delle Linee guida per il procedimento adottate ai sensi dell'art. 12, comma 10 del D.lgs n. 387 del 29/12/2003.
Installazione temporanea di una torre anemometrica in località "l'Aia del Piano" _ Comune di Cancellara (PZ). Società: FRI-EL S.p.A.

Il sottoscritto Sig. Ernst Gostner nato a Bolzano (BZ) il 05/01/1962 e residente a Bolzano (BZ) alla via Eisenkeller N° 22/A, Codice Fiscale GST RST 62A05 A952B, in qualità di legale rappresentante della Società FRI-EL S.p.A., con sede legale a Roma (RM), Piazza della Rotonda n.2, telefono 06 6880 4163, P.I. 01652230218, C.F. 07321020153, PEC fri-elspa@legalmail.it

COMUNICA

ai sensi dell'art. 6, comma 11 del D.lgs. n. 28 del 03/03/2011 e ss.mm.ii e delle Linee guida per il procedimento adottate ai sensi dell'art. 12, comma 10 del D.lgs n. 387 del 29/12/2003,
l'inizio dei lavori per interventi di edilizia libera per l'installazione temporanea di una torre anemometrica in località "l'Aia del Piano" nel comune di Cancellara (PZ).

Inoltre, consapevole delle pene stabilite per false attestazioni e mendaci dichiarazioni ai sensi dell'articolo 76 del d.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445 e degli artt. 483, 495 e 496 del Codice Penale e che inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto della dichiarazione resa, decadrà dai benefici conseguenti al provvedimento conseguito sulla base della dichiarazione non veritiera ai sensi dell'articolo 75 del d.P.R. n. 445/2000, sotto la propria responsabilità

FRI-EL S.p.A.

Piazza della Rotonda 2 | I-00186 Roma | T +39 0471 324 210 | F +39 0471 973 867 | www.fri-el.it | fri-elspa@legalmail.it

Cod. Fisc./Part. Iva 07321020153 | Iscritta nel Registro delle Imprese di Roma n. 07321020153 | Cap. Soc. € 5.000.000,00 int. vers..
Società unipersonale soggetta a direzione e coordinamento di FW HOLDING - S.R.L. iscritta nel Registro delle Imprese di Roma n. 07321020153

DICHIARA

- di avere titolo alla presentazione della seguente pratica edilizia in quanto dispone della dichiarazione di assenso dei terzi titolari di altri diritti reali o obbligatori;
- che la torre anemometrica ha struttura semifissa e comunque amovibile, sarà installata in aree non soggette a vincolo o a tutela e la rilevazione del vento non durerà più di 36 mesi;
- che entro un mese dalla conclusione della rilevazione si provvederà a rimuovere le predette apparecchiature ripristinando lo stato dei luoghi;
- che i lavori da realizzare verranno eseguiti nel rispetto di tutti i diritti dei terzi, nessuno escluso e che gli stessi non creano limitazioni di tipo urbanistico alle proprietà finitime, sollevando il Comune in indirizzo da ogni responsabilità nei confronti dei proprietari confinanti e dei terzi in genere; la scrivente è in possesso dei titoli di disponibilità dei terreni interessati dalla realizzazione delle opere in oggetto e dal loro esercizio;
- che l'intervento interessa l'immobile sito in località l'Aia del Piano censito al catasto terreni del Comune di Cancellara (PZ) al foglio 21 particella 70;
- è informato/a, ai sensi e per gli effetti del GDPR 679/2016, che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente viene inoltrata;
- che una copia degli elaborati tecnici allegati sarà conservata **IN CANTIERE A DISPOSIZIONE DELL'AUTORITÀ COMUNALE, REGIONALE E STATALE**, finché le opere non saranno state ultimate;
- che il Direttore dei Lavori è l'ing. Massimo Lo Russo iscritto all'albo degli ingegneri della Provincia di Avellino (AV) al n. 1555, con studio in Ariano Irpino (AV), via Serra n. 6 83031, cell: 333150029, pec: massimo.lorusso@pec.it;
- la Ditta esecutrice dei lavori è la IDNAMIC ITALIA S.R.L. con sede in S.S. 212, km 9 Area PIP, 82020 Pietrelcina (BN), iscritta nel registro delle imprese di Benevento C.F./P.IVA 01474560629, tel. +39 0824 983560, e-mail: italia@idnamic.com.

Bolzano , 23/07/2021

FRI-EL S.p.A.
Il Legale Rappresentante

Ernst Gostner

ALLEGATI:

1. Relazione Tecnica Descrittiva;
2. Elaborati grafici Progettuali;
3. Copia contratto di locazione.

Si allega alla presente copia fotostatica non autenticata di un documento di identità del sottoscrittore ai sensi dell'art. 38 del DPR 28/12/2000 n.445.

Contatti per ulteriori informazioni riguardanti la presente comunicazione:
geom. Piero Vetere - Cell. 3479637311 – mail: piero.vetere@fri-el.it

Data: 26 luglio 2021, 08:58:15
Da: posta-certificata@pec.aruba.it
A: fri-elspa@legalmail.it
Tipo: Ricevuta di avvenuta consegna
Oggetto: CONSEGNA: FRI-EL SPA Comunicazione Installazione Torre Anemometrica
Allegati: daticert.xml (1.3 KB)
postacert.eml (6.7 MB) **Messaggio di posta elettronica**
smime.p7s (9.0 KB)

Ricevuta di avvenuta consegna

Il giorno 26/07/2021 alle ore 08:58:15 (+0200) il messaggio "FRI-EL SPA Comunicazione Installazione Torre Anemometrica" proveniente da "fri-elspa@legalmail.it" ed indirizzato a "comune.cancellara@cert.ruparbasilicata.it" è stato consegnato nella casella di destinazione.
Identificativo messaggio: 3DD2F04B.008E2FBD.E19B4309.0ED4A702.posta-certificata@legalmail.it

Messaggio di posta elettronica allegato :	postacert.eml
-------------------------------------------	---------------

Data: 26 luglio 2021, 08:58:01
Da: FRI-ELSPA <fri-elspa@legalmail.it>
A: comune.cancellara@cert.ruparbasilicata.it
Tipo: Messaggio originale
Oggetto: FRI-EL SPA Comunicazione Installazione Torre Anemometrica
Allegati: Contratto LAMIRANDA_FRI-EL ANEMOMETRO 2021-2024 FG.21 P.70.pdf (1.2 MB)
Elaborati Anemometro CANCELLARA_signed.pdf (3.3 MB)
FESPA Comunicazione Installazione Anemometro Cancellara.pdf (2.1 MB)

Trasmissione documenti allegati

--



COMUNE DI CANCELLARA

Via Salvatore Basile n. 1

C.A.P. 85010 Provincia di Potenza

Prot. n. 3703

addì 21 settembre 2022

OGGETTO: Installazione temporanea di una torre anemometrica in località “l’Aia del Piano” - Comune di Cancellara (PZ). Società: FRI-EL S.p.A.

Rif. Comunicazione di attività di edilizia libera presentata in data 26/07/2021 - prot. 3215, ai sensi dell’art. 6, comma 11 del D.lgs. n. 28 del 03/03/2011 e ss.mm.ii e delle Linee guida per il procedimento adottate ai sensi dell’art. 12, comma 10 del D.lgs n. 387 del 29/12/2003.

Rilascio certificato di avvenuta installazione della torre anemometrica.

IL RESPONSABILE DELL'UFFICIO TECNICO COMUNALE

Vista la richiesta di parte interessata, pervenuta in data 19.01.2022, prot. 283, con la quale si chiede il rilascio dell’attestazione di avvenuta installazione della torre anemometrica;

Visti gli atti di ufficio;

ATTESTA

- che i lavori di installazione della torre anemometrica ubicata al mappale 21 foglio 70 in località l’Aia del Piano del Comune di Cancellara, sono stati realizzati previa comunicazione di attività di edilizia libera ai sensi dell’art. 6, comma 11 del D.lgs. n. 28 del 03/03/2011 e ss.mm.ii e delle Linee guida per il procedimento adottate ai sensi dell’art. 12, comma 10 del D.lgs n. 387 del 29/12/2003, trasmessa al comune dalla società Fri-el S.p.a. in data 26/07/2021 (rif. n. prot. 3215 Comune di Cancellara);
- l’avvenuta installazione della torre anemometrica in conformità agli elaborati progettuali e che i relativi lavori sono terminati in data 28 luglio 2021, così come dichiarato dalla società Fri-el S.p.a. con comunicazione trasmessa alla medesima data 29.07.2021 (rif. n. prot. 3262 del Comune di Cancellara);
- che l’iter di autorizzazione al comune è stato perfezionato.

Il Responsabile dell’Area Tecnica
Ing. Canio CILLO

Protocollo n°: **0003703** del **21-09-2022**

Movimento: **Uscita**

Tipo Spedizione: **POSTA ELETTRONICA**

Oggetto: **POSTA CERTIFICATA Fri-el SpA Richiesta certificato di avvenuta installazione della torre anemometrica.**

Corrispondenti

Denominazione	Indirizzo E-mail/PEC
FRI- ELSPA	

Assegnazioni

Assegnato a:	Assegnato da:	Data:

Allegati

Attestato-signed.pdf Segnatura.xml

Il Responsabile
CAPUTO FRANCHINA BIAGINA



**GESTIONE STAZIONE
ANEMOMETRICA**

Codice:
Data Emissione:
Revisione:
Pagina:

DTP.08.MO
03/12
12
1 di 23

COMMITTENTE

Fri-el Spa
Piazza della Rotonda 2
00186 Roma RM

STAZIONE ANEMOMETRICA DI

CANCELLARA H60

LOCALITÀ

Cancellara (PZ)

CODICE STAZIONE

H60 (01)

**Gestione stazione anemometrica
Allegati alla pratica operativa**

Data: **29/07/2021**

Redattore:
Giorgio Verdura

ALLEGATO A 1 alla pratica operativa

Rapporto di prima installazione stazione

Stazione Anemometrica di

CANCELLARA H60

Codice Stazione

(01)

**S
I
T
O**

Reticolo UTM	Map datum: European 1950	Altitudine: qt. s.l.m. 851	Zone: 33 T	Longitudine X: EST 0577596	Latitudine Y: NORD 4507671
Reticolo UTM	Map datum: WGS 84	Altitudine: qt. s.l.m. 851	Zone: 33 T	Longitudine X: EST 0577524	Latitudine Y: NORD 4507482
Suolo	Prevalenza Terra		Misto Terra-Roccia		Prevalenza Roccia
Terreno	Incolto	Seminativo	Frutteto	Abitativo	Industriale
Vegetazione	Assente		Brullo	Macchia	Foresta
Morfologia	Pianura	Collina	Fondovalle	Altopiano	Sommità

**S
T
R
U
M
E
N
T
I**

Descrizione	Matricola	Tipo	Orientamento direzioni	Orientamento supporti sensori	Lunghezza supporti sensori
Sensore Velocità a m 60	05212071	Thies 4.3351.00.000	//	0°	1.50m
Sensore Velocità a m 60	05212063	Thies 4.3351.00.000	//	180°	1.50m
Sensore Velocità a m 40	04209443	Thies 4.3351.10.000	//	00°	1.50m
Sensore Velocità a m 40	01154112	Thies 4.3351.10.000	//	180°	1.50m
Sensore Velocità a m 20	01154108	Thies 4.3351.10.000	//	0°	1.50m
Sensore Velocità a m 20	01154106	Thies 4.3351.10.000	//	180°	1.50m
Sensore Direzione a m 58	09200100	Thies First Class	0°	0°	1.50m
Sensore Direzione a m 38	05210115	Thies First Class	0°	0°	1.50m
Sensore Direzione a m					
Sensore di temperatura a m 5	--	NRG T60			
Tipo Torre	TUBOLARE MODELLO IDNAMIC H60				
Logger 2	22649	Campbell Cr1000X			
Luce di Segnalazione	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input checked="" type="checkbox"/> SI			
Memory Card	Memoria Campbell Scientific				
Torre tipo	Tubolare Idnamic				Altezza: m 60
Cavo schermato					Metri: m
Cavo schermato					Metri: m
Cavo schermato					Metri: m
Calata in rame per scarico a terra	Gialloverde 35 mm ²				Metri: m 43
Captatore di fulmini	Asta + Parafulmine (top)				Metri: 3,00 m
Dispersore di terra	N. 2 puntazze in acciaio ramato				Metri: m 1.50

**M
O
N
T
A
G
G
I
O**

Installatori	IDNAMIC ITALIA S.r.l.		
Installazione	Data: 29/07/2021		
Avvio Logger	Data: 29/07/2021	Ora: 14:00	
Verifica corretta installazione e registrazione (Allegato A 6)	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	

Data: 29/07/2021	Responsabile Montaggio: Giorgio Verdura	
	Responsabile Gestione:	Firma:

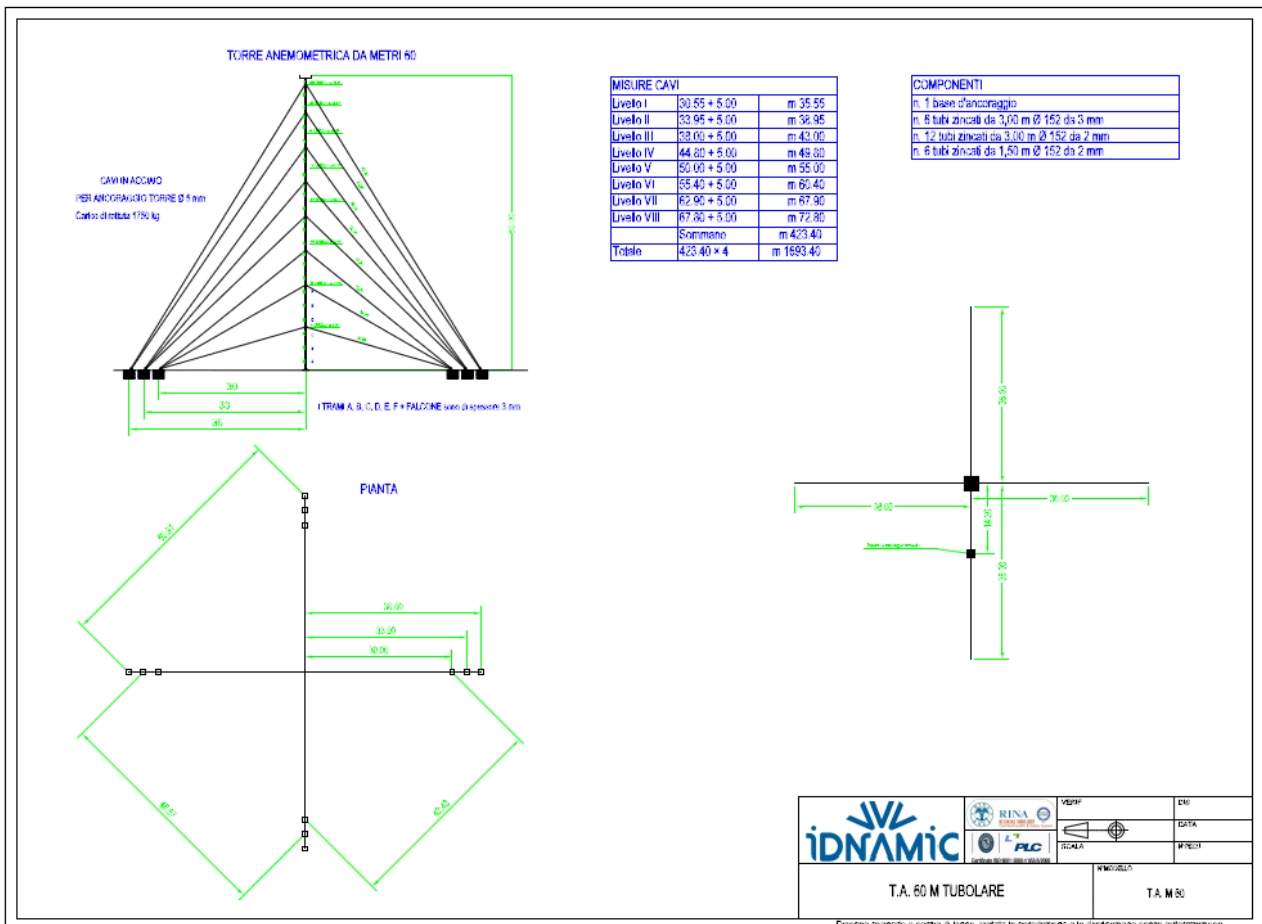
ALLEGATO A 3/2 alla pratica operativa

Rapporto di prima installazione stazione

Stazione Anemometrica di
Codice Stazione

**CANCELLARA H60
(01)**

CODICE TRAMI



*Il sistema di fondazione è a piastre e non a picchetti,
Per tale motivo, la torre è stata installata con due livelli di fondazione: Uno a 25m e l'altro a 30m*

Data: **29/07/2021**

Firma dell'operatore: **Giorgio Verdura**

ALLEGATO A 3/7 alla pratica operativa

Rapporto di prima installazione stazione

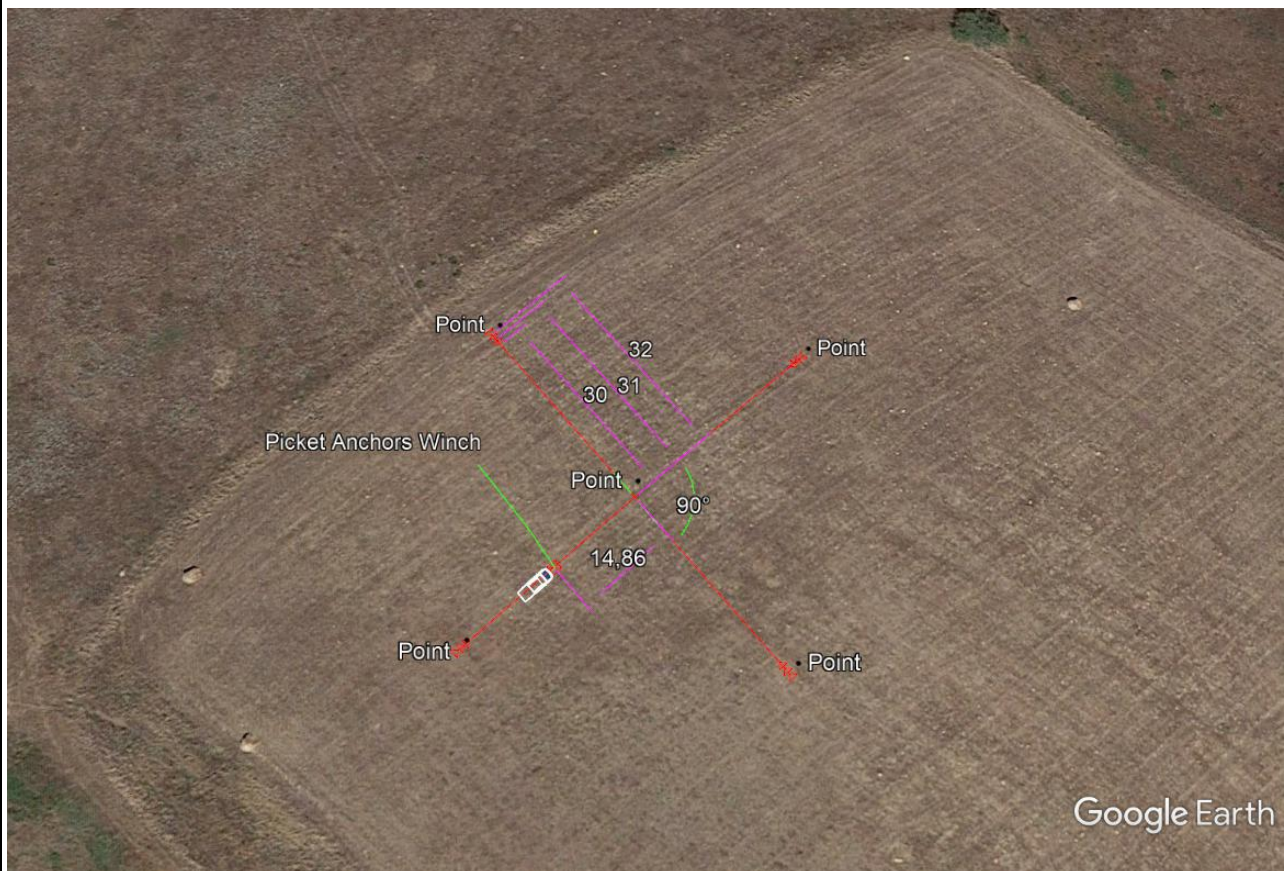
Stazione Anemometrica di

CANCELLARA H60

Codice Stazione

(01)

ORIENTAMENTO ANCORAGGI



Le fondazioni sono orientate a 10° - 100° - 190° - 280°

Data: **29/07/2021**

Firma dell'operatore: **Giorgio Verdura**

ALLEGATO A 3/7 alla pratica operativa

Rapporto di prima installazione stazione

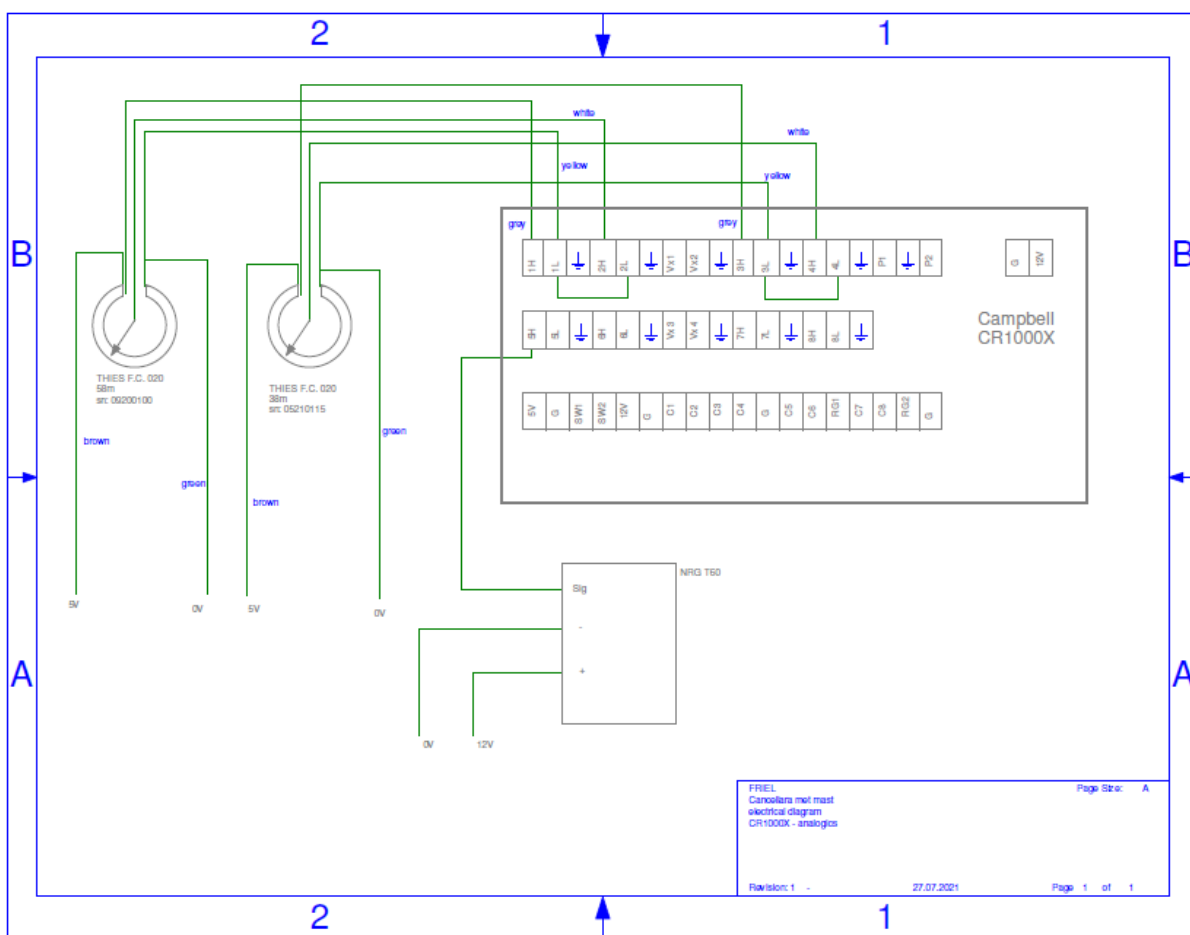
Stazione Anemometrica di

CANCELLARA H60

Codice Stazione

(01)

Schema Elettrico - Analogici



Data: **29/07/2021**

Firma dell'operatore: **Giorgio Verdura**

ALLEGATO A 3/7 alla pratica operativa

Rapporto di prima installazione stazione

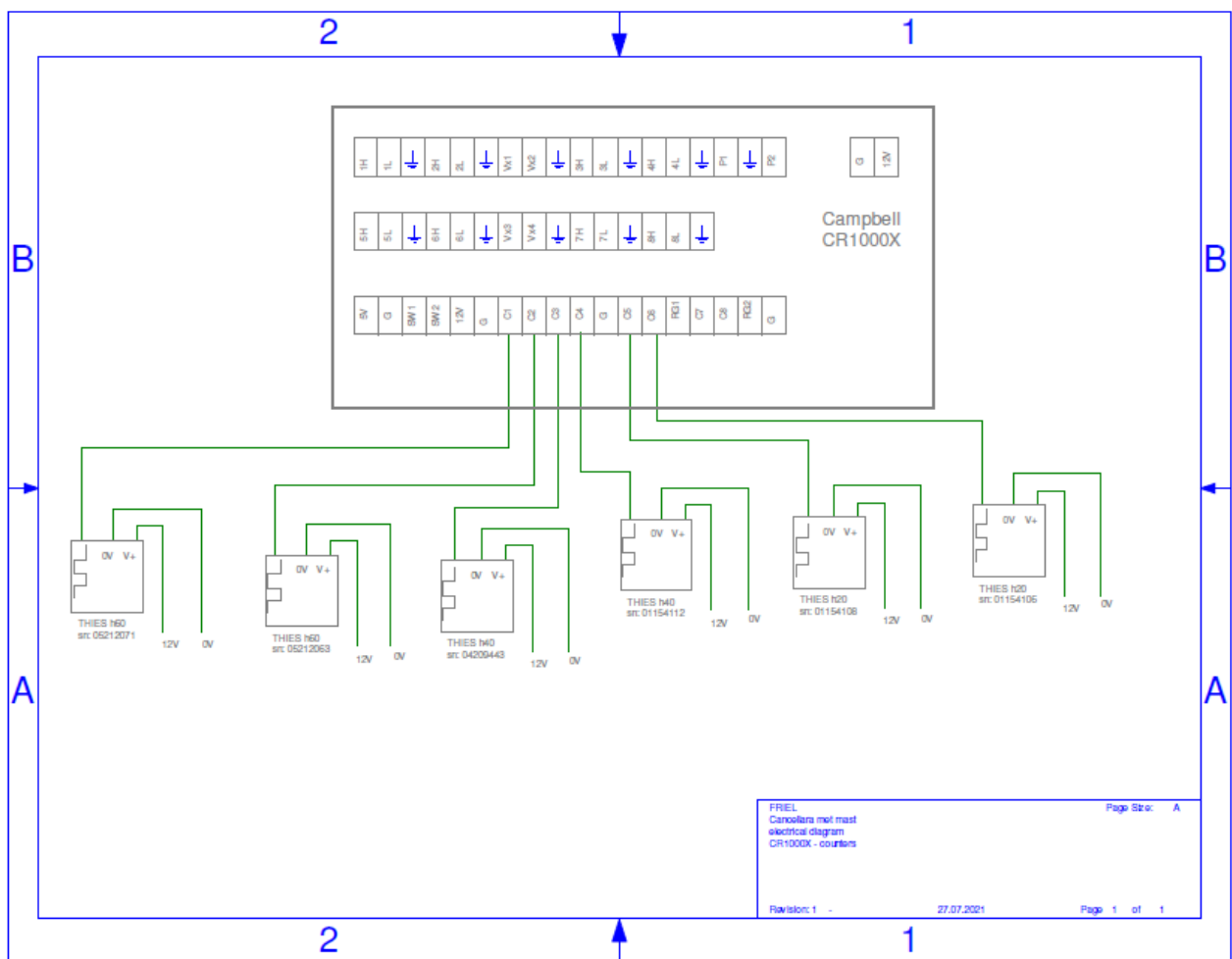
Stazione Anemometrica di

CANCELLARA H60

Codice Stazione

(01)

Schema Elettrico - Anemometri



FRIEL
Cancellara met mast
electrical diagram
CR1000X - counters
Revision: 1 - 27.07.2021
Page 1 of 1

Data: **29/07/2021**

Firma dell'operatore: **Giorgio Verdura**

ALLEGATO A 4/1 alla pratica operativa

Rapporto di prima installazione stazione

Stazione Anemometrica di

CANCELLARA H60

Codice Stazione

(01)

Orientamento Supporti Sensori di Velocità

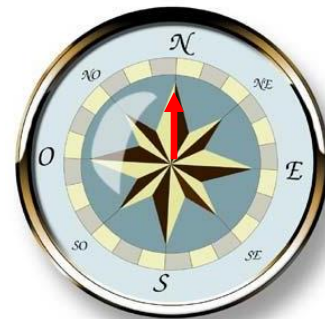
VEL 60 m / 0°



VEL 60 m / 180°



VEL 40m / 0°



VEL 40 m / 180°



VEL 20 m / 0°



VEL 20 m / 180°



Data: **29/07/2021**

Firma dell'operatore: **Giorgio Verdura**

ALLEGATO A 4/2 alla pratica operativa

Rapporto di prima installazione stazione

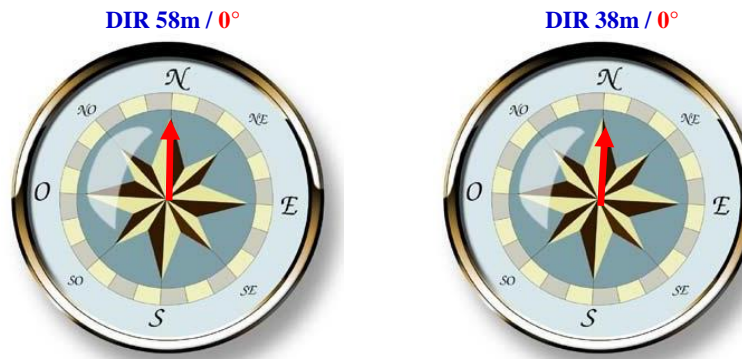
Stazione Anemometrica di

CANCELLARA H60

Codice Stazione

(01)

Orientamento Supporti Sensori di Direzione



Il nord delle banderuole è settato a 0°

Data: **29/07/2021**

Firma dell'operatore: **Giorgio Verdura**

ALLEGATO A 5/1 alla pratica operativa

Rapporto di prima installazione stazione

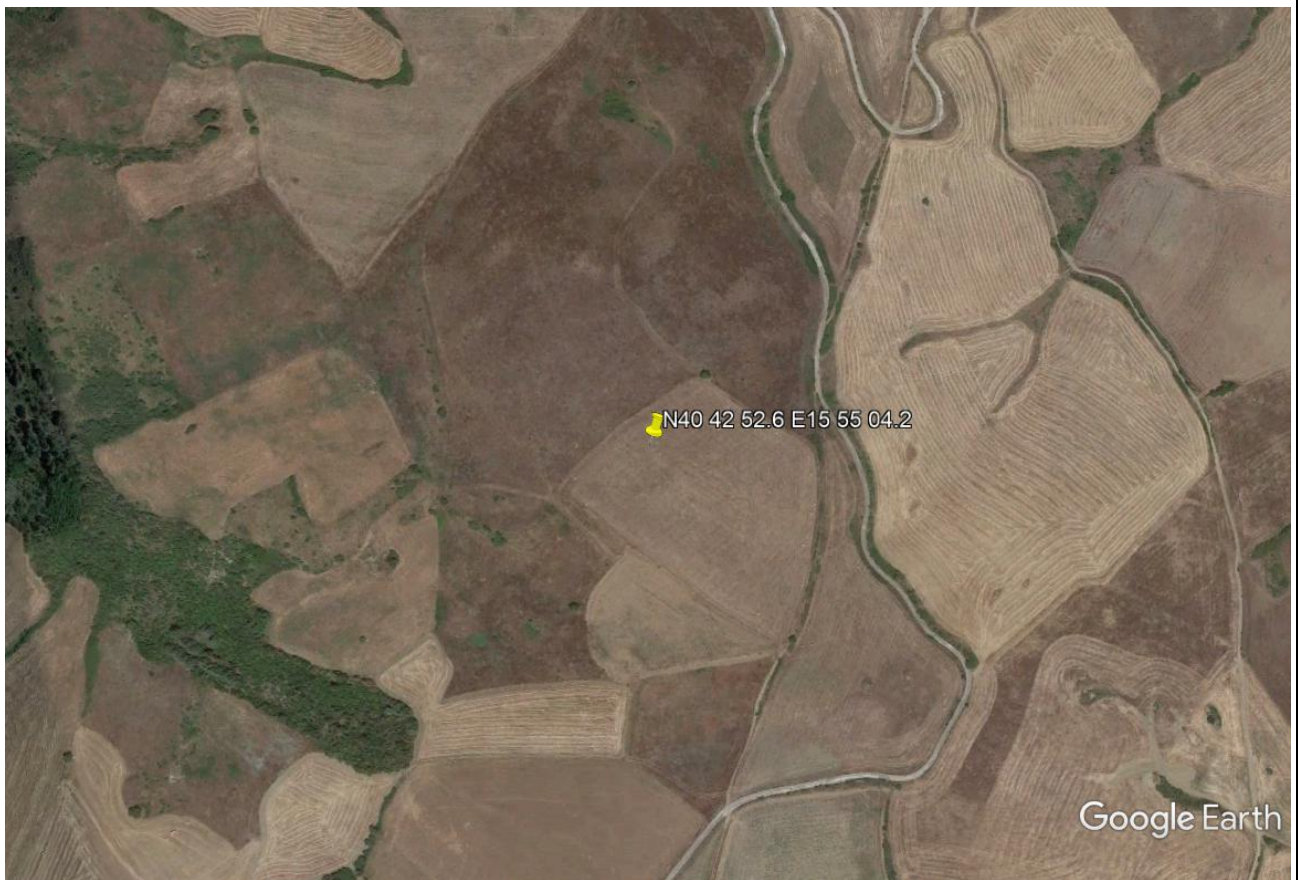
Stazione Anemometrica di

CANCELLARA H60

Codice Stazione

(01)

Immagine Satellitare del Sito



Data: **29/07/2021**

Firma dell'operatore: **Giorgio Verdura**



ALLEGATO A 5/2 alla pratica operativa

Rapporto di prima installazione stazione

Stazione Anemometrica di

CANCELLARA H60

Codice Stazione

(01)

Foto del sito all'inizio dei lavori



Questa foto ritrae la torre assemblata poco prima del suo sollevamento

Data: **29/07/2021**

Firma dell'operatore: **Giorgio Verdura**



ALLEGATO A 5/3 alla pratica operativa

Rapporto di prima installazione stazione

Stazione Anemometrica di

CANCELLARA H60

Codice Stazione

(01)

Foto del sito dopo l'intervento



Ulteriori fotografie sono state inviate in aggiunta al report

Data: **29/07/2021**

Firma dell'operatore: **Giorgio Verdura**



ALLEGATO A 5/4 alla pratica operativa

Rapporto di prima installazione stazione

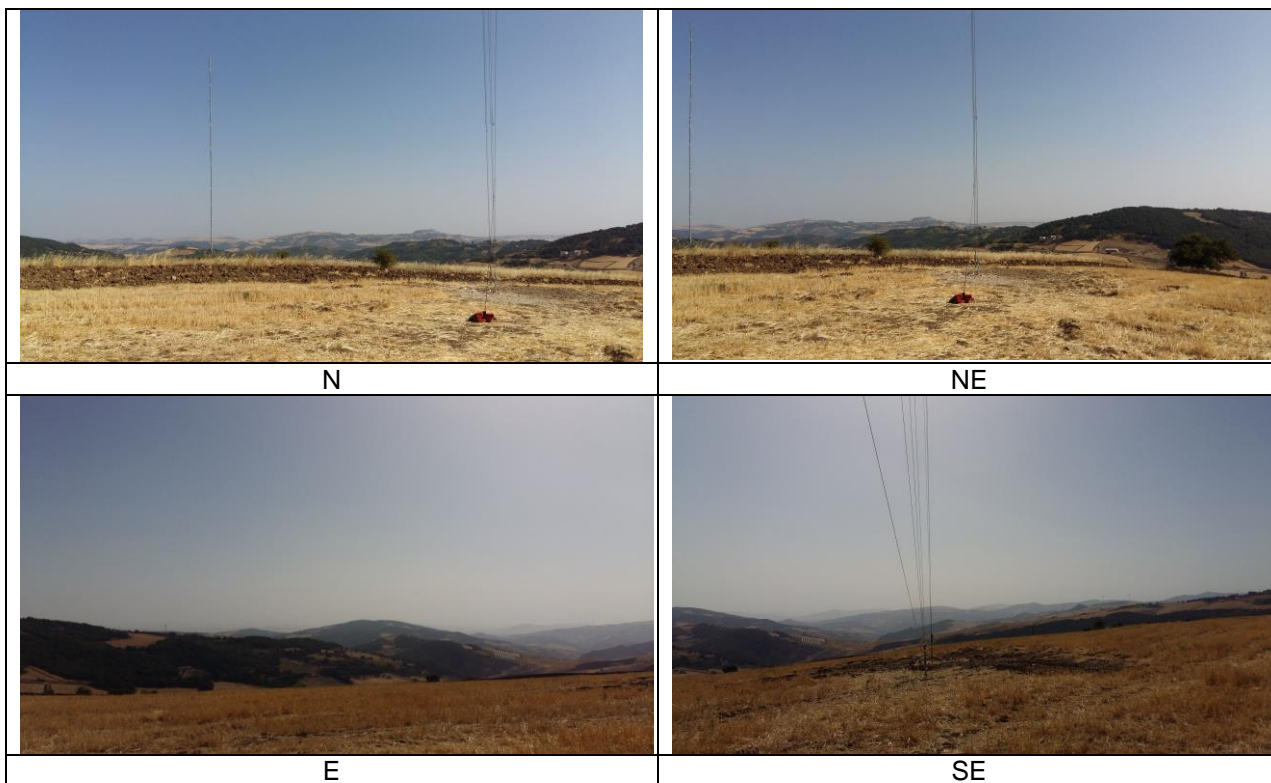
Stazione Anemometrica di

CANCELLARA H60

Codice Stazione

(01)

VISTE CARDINALI



Data: **29/07/2021**

Firma dell'operatore: **Giorgio Verdura**



ALLEGATO A 5/4 alla pratica operativa

Rapporto di prima installazione stazione

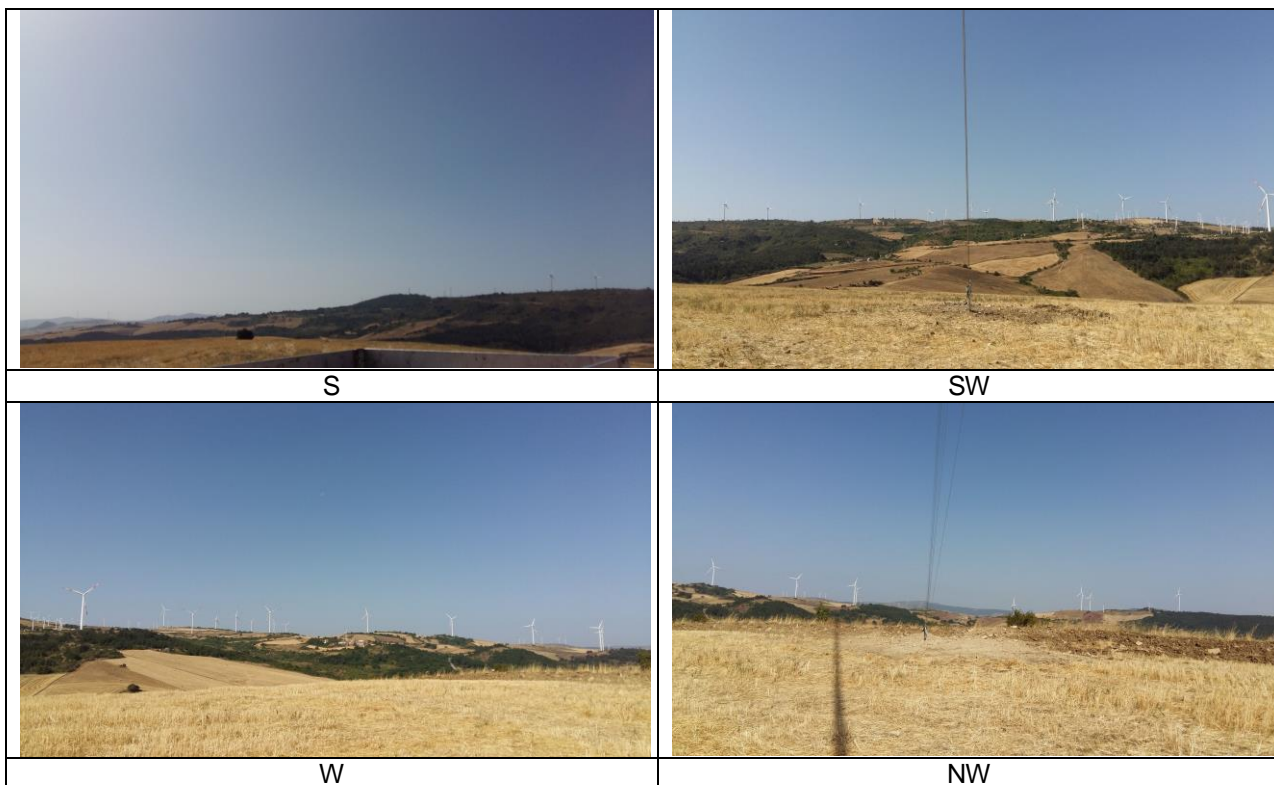
Stazione Anemometrica di

CANCELLARA H60

Codice Stazione

(01)

VISTE CARDINALI



Data: **29/07/2021**

Firma dell'operatore: **Giorgio Verdura**



ALLEGATO A 6 alla pratica operativa

Verifica prima installazione

Stazione Anemometrica di	CANCELLARA H60
Codice Stazione	(01)

N° codice sensore di velocità a m		Verifica Struttura	C	NC
60	05212071			
60	05212063			
40	04209443	Verifica ancoraggi	X	
40	01154112	Tensione degli stralli	X	
20	01154108	Linearità della torre	X	
20	01154106	Perpendicolarità della torre	X	
		Controllo Linea di Vita	X	
		Controllo parafulmine	X	
		Controllo dei supporti	X	
		Controllo angolo di direzione	X	
		Verifica Trasmissione Dati		
		Test e-mail	X	
		Prova collegamento	X	
		Copertura GSM	60	%

Verifica Strumentazione Elettrica	C	NC	Note
Controllo orario e data	X		
ora e data logger			
29/07/2021 17:00			17:00
Controllo voltaggio batterie	X		B = 13.6 V
Controllo presenza segnale canale			
Controllo presenza segnale canale			
Controllo presenza segnale canale			
Controllo luce di segnalazione			
Controllo allacciamento cavi elettrici	X		
Controllo sensore di velocità a m 60	X		8.1 m/s velocità all'inserimento della scheda
Controllo sensore di velocità a m 60	X		8.1 m/s velocità all'inserimento della scheda
Controllo sensore di velocità a m 40	X		9.7 m/s velocità all'inserimento della scheda
Controllo sensore di velocità a m 40	X		9.9 m/s velocità all'inserimento della scheda
Controllo sensore di velocità a m 20	X		8.3 m/s velocità all'inserimento della scheda
Controllo sensore di velocità a m 20	X		8.2 m/s velocità all'inserimento della scheda
Controllo sensore di direzione a m 58	X		245° all'inserimento della scheda
Controllo sensore di direzione a m 38	X		247° all'inserimento della scheda
Controllo sensore di pressione a m			
Controllo sensore di temperatura a m 5	X		29° C all'inserimento della scheda
Controllo sensore di umidità a m			
Controllo sensore di temperatura a m			
Controllo della Memory Card			

LEGENDA: C = CONFORME ÷ NC = NON CONFORME

Note aggiuntive: **La SIM Card installata è una TIM: 3351068187**

Data: **29/07/2021**

Firma dell'operatore: **Giorgio Verdura**

ALLEGATO A 7 alla pratica operativa

Rapporto di prima installazione stazione

Stazione Anemometrica di

CANCELLARA H60

Codice Stazione

(01)**RACCOMANDAZIONI IMPORTANTI**

È buona norma eseguire un controllo periodico della torre anche se essa è stata studiata per un uso temporaneo e non definitivo nel suo sito d'installazione. Si consiglia di eseguire un controllo dei picchetti e della tensione dei tiranti entro il 1° mese dall'installazione e successivamente ogni tre mesi. È da tenere presente che la tensione dei cavi è soggetta a piccole variazioni in funzione del vento e della temperatura.

Non eseguire alcuna riparazione sui cavi in condizioni di forte vento.

Si raccomanda la revisione periodica della struttura nelle zone di alta concentrazione di salinità (zone costiere) e zone con ambienti corrosivi.

È importante che le installazioni e le manutenzioni delle torri vengano valutate ed eseguite solo da personale specializzato. E' obbligatorio controllare le condizioni della linea di vita una o più volte all'anno secondo quanto riportato nella checklist seguente.

Data: **29/07/2021**Firma dell'operatore: **Giorgio Verdura**

ALLEGATO A 8/2 alla pratica operativa

Rapporto di prima installazione stazione

Stazione Anemometrica di

CANCELLARA H60

Codice Stazione

(01)

CERTIFICATO BS ISO 45001:2018

**CERTIFICATO N.
CERTIFICATE No. OHS-806**

Si certifica che il Sistema di Gestione della Sicurezza e della Salute sul luogo di lavoro di
It is hereby certified that the Occupational Health and Safety Management System of

IDNAMIC ITALIA S.R.L.

S.S. 212 KM 9 AREA P.I.P. 82020 Pietrelcina (BN) ITALIA

nelle seguenti unità operative / in the following operational units

S.S. 212 KM 9 AREA P.I.P. 82020 Pietrelcina (BN) ITALIA E CANTIERI OPERATIVI

è conforme alla norma / is in compliance with the standard

ISO 45001:2018
per le seguenti attività / for the following activities

PROGETTAZIONE, ASSEMBLAGGIO, INSTALLAZIONE, MANUTENZIONE E RIMOZIONE DI TORRI ANEMOMETRICHE E RELATIVA STRUMENTAZIONE. ELABORAZIONI ED ANALISI DEI DATI DEL VENTO.

DESIGN, ASSEMBLY, INSTALLATION, MAINTENANCE AND REMOVAL OF ANEMOMETRIC TOWERS AND RELATED INSTRUMENTATION. WIND DATA PROCESSING AND ANALYSIS.

La validità del presente certificato è subordinata a sorveglianza periodica annuale / is/subjected to and to a complete review of the management system with periodicity triennial
The validity of this certificate is dependent on an annual / six monthly audit and on a complete review, every three years, of the management system
L'uso e la validità del presente certificato è soggetto al rispetto del documento RINA: Regolamento per la Certificazione dei Sistemi di Gestione della Sicurezza e Salute sul luogo di lavoro
The use and validity of this certificate are subject to compliance with the RINA document: Rules for the Certification of Occupational Health and Safety Management Systems

Prima emissione / First Issue	26.01.2012	Data decisione di rinnovo / Renewal decision date	19.01.2021
Data scadenza / Expiry Date	19.01.2024	Data revisione / Revision date	19.01.2021

Giuliana De Fraia
Naples Management System
Certification, Head

Giuliana De Fraia

RINA Services S.p.A.
Via Corsica 12 - 16128 Genova Italy

CISQ is a member of

IONet
THE INTERNATIONAL CERTIFICATION FEDERATION
www.ionet-certification.com

IONet, the association of the world's first class certification bodies, is the largest provider of management system certifications in the world. IONet is composed of more than 29 bodies and counts more than 100 subsidiaries all over the globe.

Per informazioni sulla validità del certificato, visitate il sito: www.rina.org

For information concerning validity of the certificate, you can visit the site: www.rina.org

JAF:05
JAF:35

www.cisq.com

CISQ è la Federazione Italiana di Organismi di Certificazione dei sistemi di gestione aziendale
CISQ is the Italian Federation of management system Certification Bodies

Data: **29/07/2021**

Firma dell'operatore: **Giorgio Verdura**

Giorgio Verdura

accredited by the / akkreditiert durch die

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

as calibration laboratory in the / als Kalibrierlaboratorium im

Deutschen Kalibrierdienst



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-K-15140-01-00

Calibration certificate
Kalibrierschein

Calibration mark
Kalibrierzeichen

1510406
D-K-
15140-01-00
01/2015

Object <i>Gegenstand</i>	Cup Anemometer
Manufacturer <i>Hersteller</i>	Thies Clima D-37083 Göttingen
Type <i>Typ</i>	4.3351.10.000
Serial number <i>Fabrikat/Serien-Nr.</i>	01154112
Customer <i>Auftraggeber</i>	Thies Clima D-37083 Göttingen
Order No. <i>Auftragsnummer</i>	AB1500068
Project No. <i>Projektnummer</i>	VT150132
Number of pages <i>Anzahl der Seiten</i>	4
Date of Calibration <i>Datum der Kalibrierung</i>	22.01.2015

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 user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals. *Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Über-einstimmung 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. 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 both the German Accreditation Body and 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 sowohl der Deutschen Akkreditierungsstelle als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit. Dieser Kalibrierschein wurde elektronisch erzeugt.

Date
Datum
22.01.2015

Head of the calibration laboratory
Leiter des Kalibrierlaboratoriums

Dipl. Phys. Dieter Westermann

Person in charge
Bearbeiter

Techniker Dirk Henniges

Calibration object
Kalibriergegenstand

Cup Anemometer

Calibration procedure
Kalibrierverfahren

- Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services: Calibration of anemometers; Version 1.0 (2014)
- Based on following standards:
- MEASNET: Anemometer calibration procedure
 - IEC 61400-12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines
 - IEC 61400-12-2: Power performance of electricity producing wind turbines based on nacelle anemometry
 - ISO 3966: Measurement of fluid in closed conduits
 - ISO 16622: Meteorology - Sonic anemometers/thermometers

Place of calibration
Ort der Kalibrierung

Windtunnel of Deutsche WindGuard WindTunnel Servies GmbH, Varel

Test conditions
Messbedingungen

wind tunnel area	10000 cm ²
anemometer frontal area	230 cm ²
diameter of mounting pipe	34 mm
blockage ratio ¹⁾	0.023 [-]
software version	7.64

¹⁾ Due to the special construction of the test section no blockage correction is necessary.

Ambient conditions
Umgebungsbedingungen

air temperature	20.6 °C ± 0.1 °C
air pressure	1020.3 hPa ± 0.3 hPa
relative air humidity	32.1 % ± 2.0 %

Measurement uncertainty
Messunsicherheit

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 DAkkS-DKD-3. 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 (Standard Uncertainty 0.2 %, $k=2$)

Latest accreditation
Letzte Akkreditierung

04/2014

Additional remarks
Zusätzliche Anmerkungen

-

Calibration result
Kalibrierergebnis

Sensor out Hz	Tunnel Speed m/s	Uncertainty (k=2) m/s
83.212	4.074	0.050
127.251	6.078	0.051
173.867	8.233	0.051
218.608	10.312	0.052
264.058	12.362	0.052
306.685	14.330	0.052
349.121	16.267	0.050
327.853	15.282	0.053
282.776	13.253	0.052
240.012	11.293	0.051
194.528	9.185	0.051
151.512	7.215	0.051
107.631	5.185	0.050

File: 1510406

Linear regression analysis	Slope	0.04589 (m/s)/(Hz) ±0.00005 (m/s)/(Hz)
	Offset	0.2556 m/s ±0.012 m/s
	Standard error (Y)	0.012 m/s
	Correlation coefficient	0.999993

Remarks The calibrated sensor complies with the demanded linearity of MEASNET



Graphical representation of the result
Grafische Darstellung des Ergebnisses

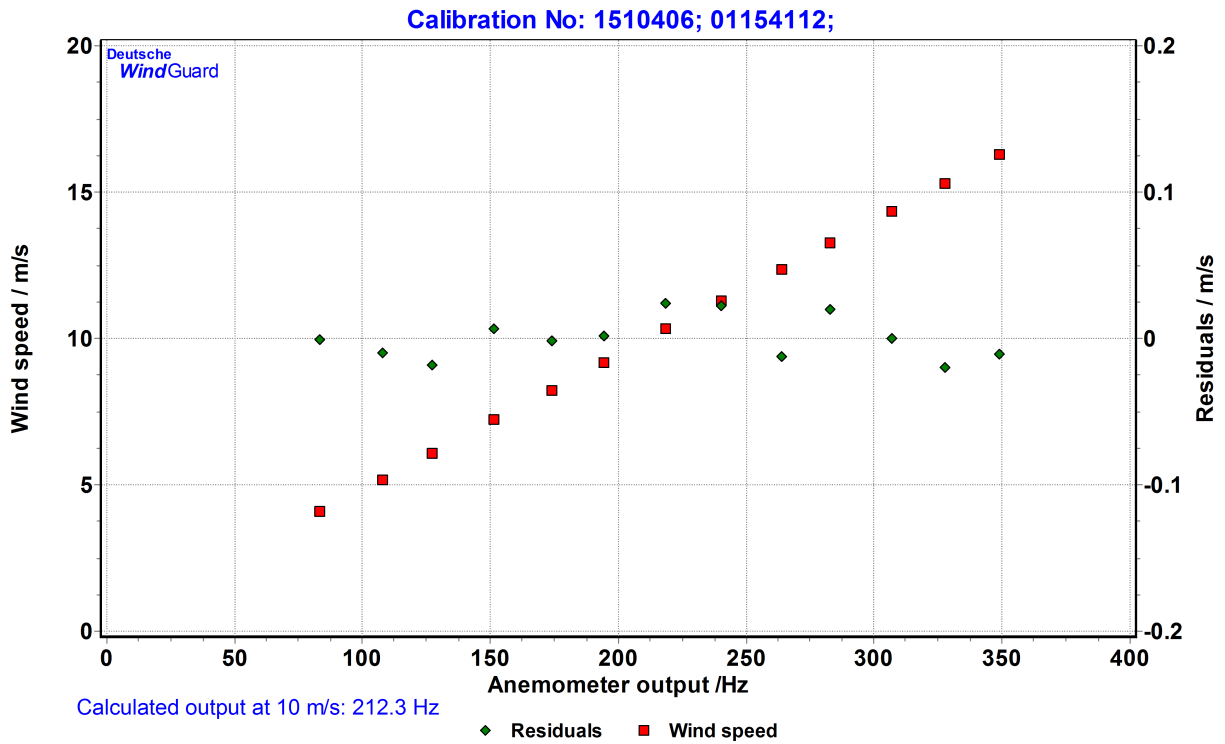


Photo of the measurement setup
Foto des Messaufbaus



accredited by the / *akkreditiert durch die*

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

as calibration laboratory in the / *als Kalibrierlaboratorium im*

Deutschen Kalibrierdienst



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-K-15140-01-00

Calibration certificate
Kalibrierschein

Calibration mark
Kalibrierzeichen

1510410
D-K-
15140-01-00
01/2015

Object <i>Gegenstand</i>	Cup Anemometer
Manufacturer <i>Hersteller</i>	Thies Clima D-37083 Göttingen
Type <i>Typ</i>	4.3351.10.000
Serial number <i>Fabrikat/Serien-Nr.</i>	01154108
Customer <i>Auftraggeber</i>	Thies Clima D-37083 Göttingen
Order No. <i>Auftragsnummer</i>	AB1500068
Project No. <i>Projektnummer</i>	VT150132
Number of pages <i>Anzahl der Seiten</i>	4
Date of Calibration <i>Datum der Kalibrierung</i>	22.01.2015

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 user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.
Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Über-einstimmung 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. 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 both the German Accreditation Body and 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 sowohl der Deutschen Akkreditierungsstelle als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit. Dieser Kalibrierschein wurde elektronisch erzeugt.

Date
Datum

22.01.2015

Head of the calibration laboratory
Leiter des Kalibrierlaboratoriums

Dipl. Phys. Dieter Westermann

Person in charge
Bearbeiter

Techniker Dirk Henniges

Calibration object
Kalibriergegenstand

Cup Anemometer

Calibration procedure
Kalibrierverfahren

- Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services: Calibration of anemometers; Version 1.0 (2014)
- Based on following standards:
- MEASNET: Anemometer calibration procedure
 - IEC 61400-12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines
 - IEC 61400-12-2: Power performance of electricity producing wind turbines based on nacelle anemometry
 - ISO 3966: Measurement of fluid in closed conduits
 - ISO 16622: Meteorology - Sonic anemometers/thermometers

Place of calibration
Ort der Kalibrierung

Windtunnel of Deutsche WindGuard WindTunnel Servies GmbH, Varel

Test conditions
Messbedingungen

wind tunnel area	10000 cm ²
anemometer frontal area	230 cm ²
diameter of mounting pipe	34 mm
blockage ratio ¹⁾	0.023 [-]
software version	7.64

¹⁾ Due to the special construction of the test section no blockage correction is necessary.

Ambient conditions
Umgebungsbedingungen

air temperature	20.9 °C ± 0.1 °C
air pressure	1020.5 hPa ± 0.3 hPa
relative air humidity	32.1 % ± 2.0 %

Measurement uncertainty
Messunsicherheit

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 DAkkS-DKD-3. 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 (Standard Uncertainty 0.2 %, $k=2$)

Latest accreditation
Letzte Akkreditierung

04/2014

Additional remarks
Zusätzliche Anmerkungen

-

Calibration result
Kalibrierergebnis

Sensor out Hz	Tunnel Speed m/s	Uncertainty (k=2) m/s
83.097	4.075	0.050
126.600	6.071	0.051
174.348	8.237	0.051
219.267	10.317	0.051
263.263	12.353	0.052
307.367	14.325	0.052
348.745	16.256	0.050
327.817	15.294	0.053
282.740	13.243	0.052
239.954	11.272	0.051
194.159	9.186	0.051
150.796	7.213	0.051
107.430	5.186	0.050

File: 1510410

Linear regression analysis	Slope	0.04582 (m/s)/(Hz) ±0.00006 (m/s)/(Hz)
	Offset	0.2731 m/s ±0.014 m/s
	Standard error (Y)	0.014 m/s
	Correlation coefficient	0.999991

Remarks The calibrated sensor complies with the demanded linearity of MEASNET



Graphical representation of the result
Grafische Darstellung des Ergebnisses

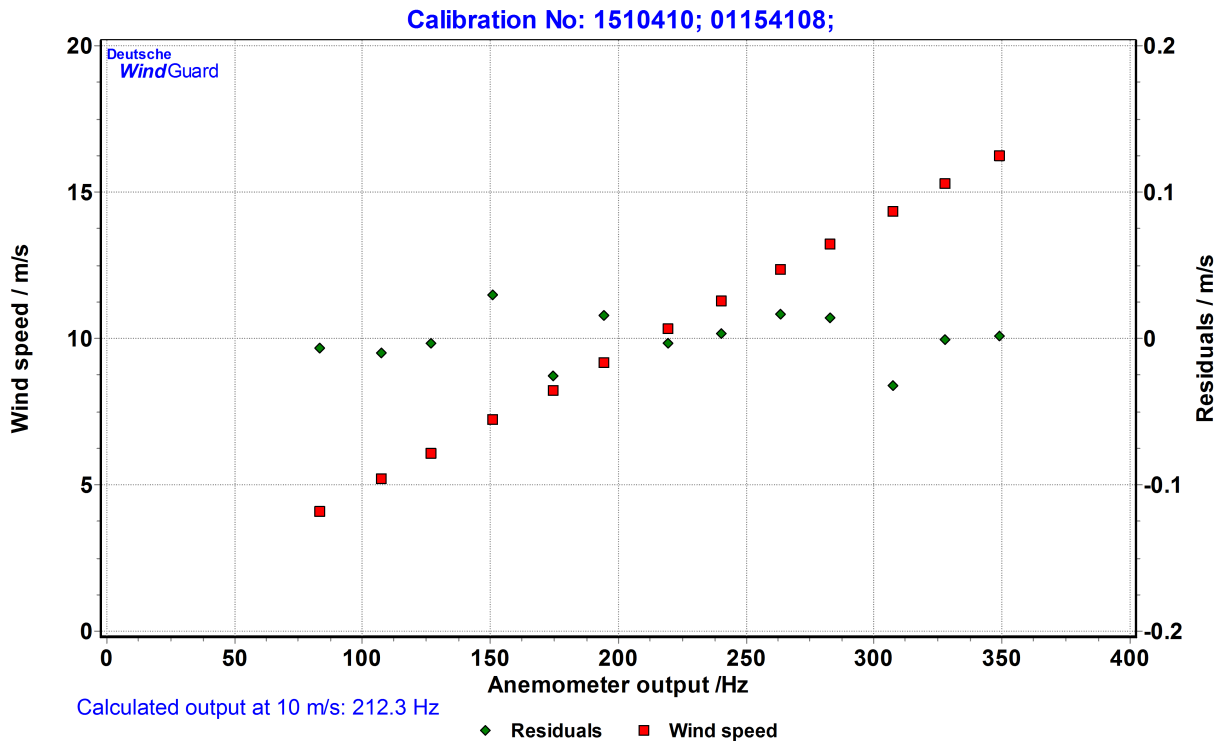


Photo of the measurement setup
Foto des Messaufbaus



accredited by the / akkreditiert durch die

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

as calibration laboratory in the / als Kalibrierlaboratorium im

Deutschen Kalibrierdienst



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-K-15140-01-00

Calibration certificate
Kalibrierschein

Calibration mark
Kalibrierzeichen

1510412
D-K-
15140-01-00
01/2015

Object <i>Gegenstand</i>	Cup Anemometer
Manufacturer <i>Hersteller</i>	Thies Clima D-37083 Göttingen
Type <i>Typ</i>	4.3351.10.000
Serial number <i>Fabrikat/Serien-Nr.</i>	01154106
Customer <i>Auftraggeber</i>	Thies Clima D-37083 Göttingen
Order No. <i>Auftragsnummer</i>	AB1500068
Project No. <i>Projektnummer</i>	VT150132
Number of pages <i>Anzahl der Seiten</i>	4
Date of Calibration <i>Datum der Kalibrierung</i>	22.01.2015

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 user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.
Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Über-einstimmung 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. 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 both the German Accreditation Body and 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 sowohl der Deutschen Akkreditierungsstelle als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit. Dieser Kalibrierschein wurde elektronisch erzeugt.

Date
Datum
22.01.2015

Head of the calibration laboratory
Leiter des Kalibrierlaboratoriums

Dipl. Phys. Dieter Westermann

Person in charge
Bearbeiter

Techniker Dirk Henniges

Calibration object
Kalibriergegenstand

Cup Anemometer

Calibration procedure
Kalibrierverfahren

- Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services: Calibration of anemometers; Version 1.0 (2014)
- Based on following standards:
- MEASNET: Anemometer calibration procedure
 - IEC 61400-12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines
 - IEC 61400-12-2: Power performance of electricity producing wind turbines based on nacelle anemometry
 - ISO 3966: Measurement of fluid in closed conduits
 - ISO 16622: Meteorology - Sonic anemometers/thermometers

Place of calibration
Ort der Kalibrierung

Windtunnel of Deutsche WindGuard WindTunnel Servies GmbH, Varel

Test conditions
Messbedingungen

wind tunnel area	10000 cm ²
anemometer frontal area	230 cm ²
diameter of mounting pipe	34 mm
blockage ratio ¹⁾	0.023 [-]
software version	7.64

¹⁾ Due to the special construction of the test section no blockage correction is necessary.

Ambient conditions
Umgebungsbedingungen

air temperature	21.0 °C ± 0.1 °C
air pressure	1020.5 hPa ± 0.3 hPa
relative air humidity	32.1 % ± 2.0 %

Measurement uncertainty
Messunsicherheit

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 DAkkS-DKD-3. 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 (Standard Uncertainty 0.2 %, $k=2$)

Latest accreditation
Letzte Akkreditierung

04/2014

Additional remarks
Zusätzliche Anmerkungen

-

Calibration result
Kalibrierergebnis

Sensor out Hz	Tunnel Speed m/s	Uncertainty (k=2) m/s
83.412	4.081	0.050
126.768	6.075	0.050
173.755	8.243	0.051
218.828	10.314	0.051
263.912	12.354	0.052
306.647	14.329	0.052
348.707	16.271	0.050
328.301	15.307	0.053
282.700	13.250	0.053
239.784	11.284	0.052
194.388	9.192	0.051
150.785	7.197	0.051
107.379	5.195	0.050

File: 1510412

Linear regression analysis	Slope	0.04587 (m/s)/(Hz) ±0.00004 (m/s)/(Hz)
	Offset	0.2693 m/s ±0.010 m/s
	Standard error (Y)	0.011 m/s
	Correlation coefficient	0.999995

Remarks The calibrated sensor complies with the demanded linearity of MEASNET



Graphical representation of the result
Grafische Darstellung des Ergebnisses

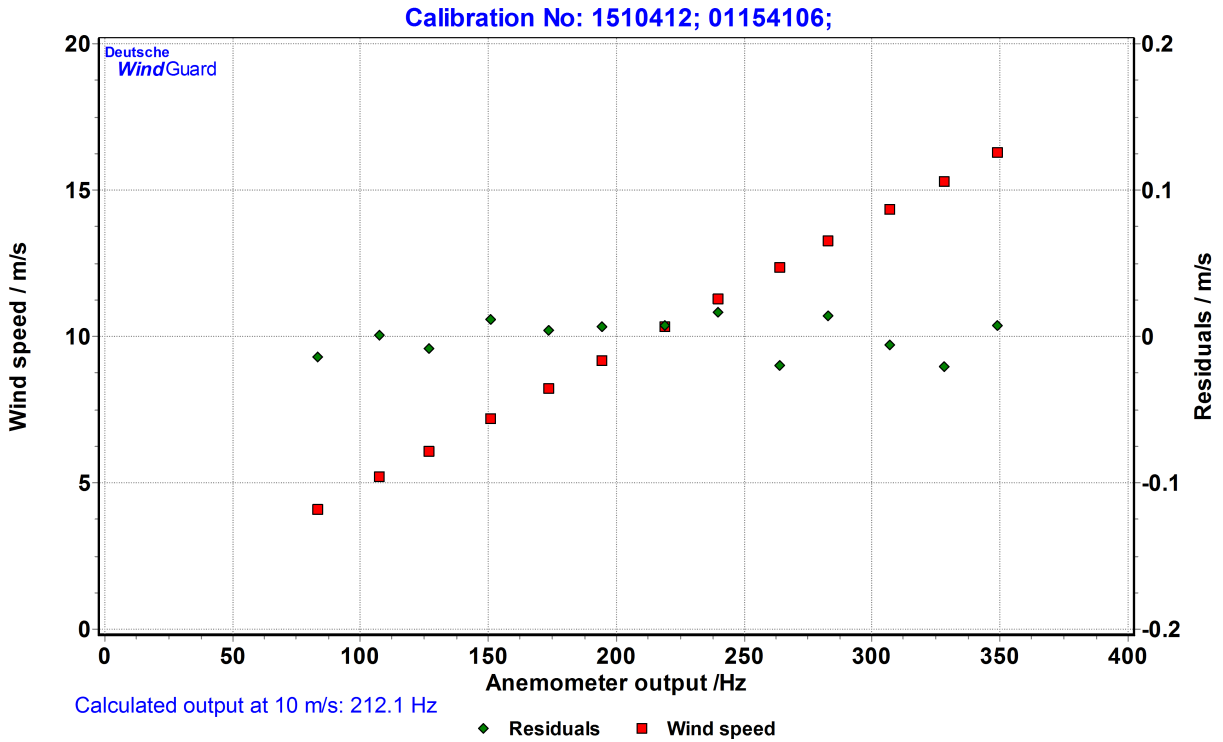
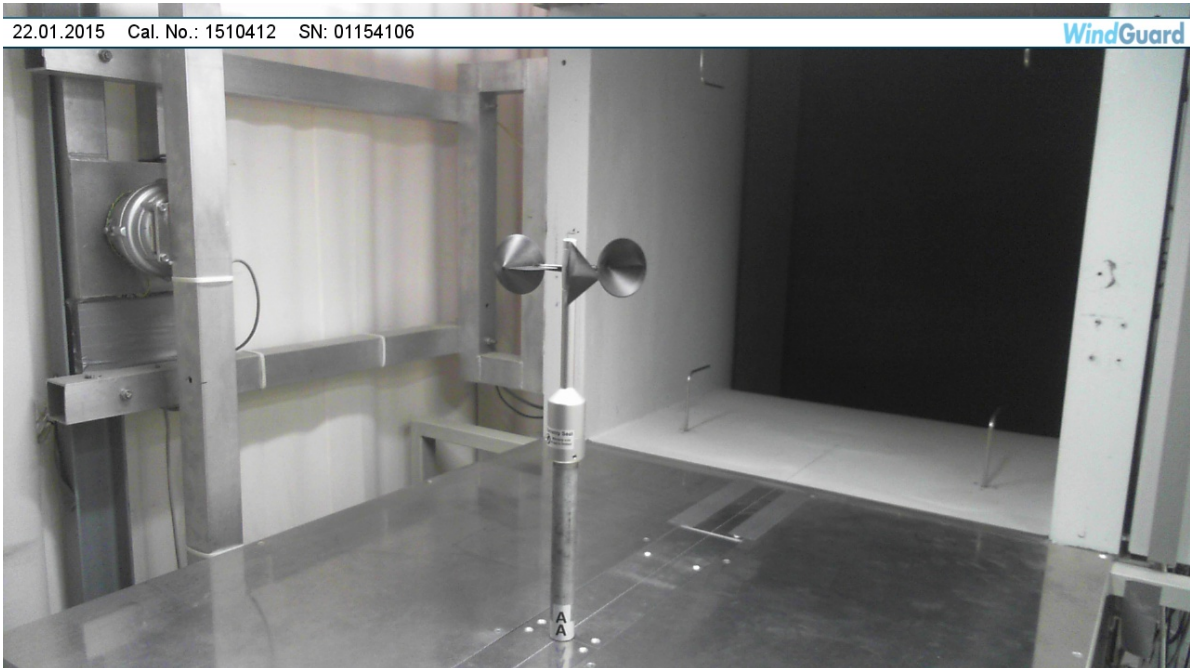


Photo of the measurement setup
Foto des Messaufbaus







CERTIFICATE OF CALIBRATION

Calibrated item

Type	Thies 4.3351.10.000
Serial no.	04209443
Manufacturer	ADOLF THIES GmbH & Co.KG, Hauptstrasse 76, 37083 Göttingen, Germany
Item received	April 16, 2020
Remarks	-

Calibration

Calibration institute	Svend Ole Hansen ApS, Sct. Jørgens Allé 5C, DK-1615 København V
Procedure	IEC 61400-12-1:2017, Annex F
Client	IDNAMIC Italia S.r.L., S.S. 212 km 9 Area PIP, 82020 Pietrelcina (BN), Italy
Calibrated by	Calibrator, fim 
Date of calibration	April 18, 2020
Approved by	Calibration engineer, sfo 
Post calibration	No
Re-calibration due	-

Certificate

Certificate no.	20.02.00843
Date of issue	April 21, 2020
Issued by	ca
Number of pages	4

Accreditation

Accredited to ISO 17025:2017 by DANAK. DANAK is signatory to the European co-operation for Accreditation (EA) Multilateral Agreement and to the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) Mutual Recognition Arrangement.

The calibration institute is approved by MEASNET and IECRE.





Calibration conditions

Turbulence intensity	1-2 % (alongwind)
Air temperature	34.2 °C (average value)
Barometric pressure	1020.1 hPa (average value)
Relative humidity	19.8 % (average value)
Air density	1.15 kg/m ³ (average value)
Flow inclination	< 0.2°
Anemometer yaw orientation	Not relevant
Remarks	(none)

Calibration results

Calibration equation $v \text{ [m/s]} = 0.04612 \cdot f \text{ [Hz]} + 0.23239$

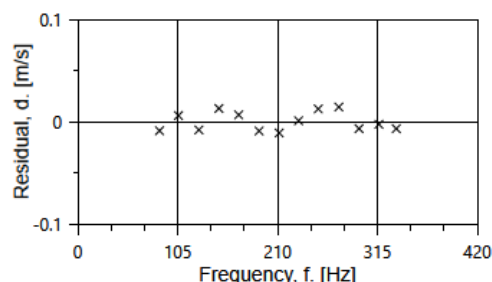
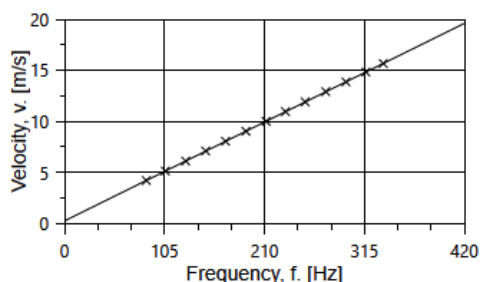
The calibration equation is obtained from a linear regression of the reference air velocity upon the Device Under Test (DUT) output. The residual is the deviation of the calibration equation prediction from the reference air velocity.

The calibration results relate only to the calibrated item.

Succession #	Velocity pressure [Pa]	Air temperature [°C]	Air density [kg/m ³]	Ref. air velocity, v [m/s]	Uncertainty $u_c (k = 2)$ [m/s]	DUT output Frequency, f [Hz]	Residual, d [m/s]
2	10.09	34.2	1.15	4.187	0.025	85.9346	-0.009
4	15.09	34.3	1.15	5.121	0.029	105.8637	0.006
6	21.38	34.3	1.15	6.095	0.033	127.3008	-0.008
8	28.91	34.2	1.15	7.086	0.037	148.3333	0.013
10	37.24	34.1	1.15	8.042	0.041	169.1871	0.007
12	46.81	34.1	1.15	9.014	0.046	190.6167	-0.009
13-last	57.48	34.0	1.15	9.988	0.050	211.7738	-0.011
11	68.94	34.1	1.15	10.940	0.055	232.1597	0.001
9	81.61	34.1	1.15	11.904	0.059	252.8086	0.012
7	95.86	34.2	1.15	12.904	0.064	274.4475	0.014
5	110.62	34.3	1.15	13.862	0.069	295.6932	-0.007
3	126.61	34.2	1.15	14.830	0.073	316.5838	-0.003
1-first	141.44	34.0	1.15	15.667	0.076	334.8181	-0.007



Visual presentation of calibration results



Linear regression results

Method	Least squares linear regression
Slope	0.04612 (m/s)/Hz
Offset	0.23239 m/s
Coefficient of correlation	$\rho = 0.999997$
Standard error of estimate	0.0098 m/s
Slope standard error	0.00003 (m/s)/Hz
Offset standard error	0.00782 m/s
Slope and offset covariance	-0.000000255 (m/s) ² /Hz
Remarks	Linearity complies with IEC 61400-12-1:2017, Annex F.

Uncertainties

The uncertainties stated under *Calibration results* relate to the reference air velocity at each calibration point. The uncertainty is the total combined uncertainty at 95 % confidence level (coverage factor $k = 2$) in accordance with EA-4/02. The uncertainty complies with the requirements in IEC 61400-12-1:2017, Annex F. The uncertainty due to the wind tunnel correction function has been documented to be 0.1 % ($k = 2$).

The slope and offset uncertainties and their covariance stated under *Linear regression results* are related to the linear regression only, and do not relate to the reference air velocity uncertainties. The slope and offset uncertainties have $\nu = 11$ degrees of freedom.



Calibration wind tunnel

ID DK1
Test section Octagonal, hwx = 1.20x1.75 m
Effective area of test section 2.10 m²
Setup report SOH document no. 18.1.001
Blockage ratio* ~1.3 % (Anemometer and mounting pole)

* The effect of blockage is taken into account in the calibration results.

Equipment used

Function	ID	Model / comments	Re-calibration due
QC Anemometer	03113415	03113415	-
Mounting	-	Mounting tube, diameter = 35 mm	-
Tunnel Temperature	T3	PT100 Temperature sensor	2021-03-05
Differential Pressure	1501197	FCO560 Pressure manometer	2021-03-08
Relative Humidity	Z0420014	HMW71U Humidity transmitter	2021-03-05
Barometric Pressure	U4220037	PTB100A Analogue barometer	2021-03-05
Pitot tube	A37AB	Ellipsoidal tip pitot tube	2027-02-22
Data acquisition	PCI-DAS6036	Computer Board. 16 bit A/D data acq. board	-
Computer	-	PC dedicated to data acquisition	-

Calibrations of the relevant equipment are carried out by external accredited institutions, and are traceable to national standards. A real-time analysis module within the data acquisition software detects pulse frequency.

Setup photo

The shown anemometer is of the same type as the one calibrated.



End of certificate

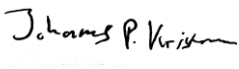
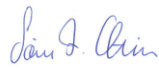


CERTIFICATE OF CALIBRATION

Calibrated item

Type	Thies 4.3351.00.000
Serial no.	05212063
Manufacturer	ADOLF THIES GmbH & Co.KG, Hauptstrasse 76, 37083 Göttingen, Germany
Item received	June 01, 2021
Remarks	-

Calibration

Calibration institute	Svend Ole Hansen ApS, Sct. Jørgens Allé 5C, DK-1615 København V
Procedure	IEC 61400-12-1:2017, Annex F
Client	IDNAMIC Italia S.r.L., S.S. 212 km 9 Area PIP, 82020 Pietrelcina (BN), Italy
Calibrated by	Calibrator, JPK 
Date of calibration	June 06, 2021
Approved by	Calibration engineer, sfo 
Post calibration	No
Re-calibration due	-

Certificate

Certificate no.	21.02.02857
Date of issue	June 07, 2021
Issued by	ca
Number of pages	4

Accreditation

Accredited to ISO 17025:2017 by DANAK. DANAK is signatory to the European co-operation for Accreditation (EA) Multilateral Agreement and to the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) Mutual Recognition Arrangement.

The calibration institute is approved by MEASNET and IECRE.





Calibration conditions

Turbulence intensity	1-2 % (alongwind)
Air temperature	31.8 °C (average value)
Barometric pressure	1020.5 hPa (average value)
Relative humidity	29.6 % (average value)
Air density	1.16 kg/m ³ (average value)
Flow inclination	< 0.2°
Anemometer yaw orientation	Not relevant
Remarks	(none)

Calibration results

Calibration equation $v \text{ [m/s]} = 0.04619 \cdot f \text{ [Hz]} + 0.23228$

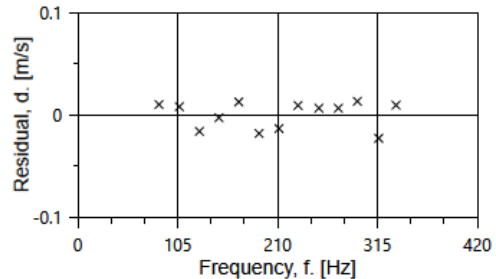
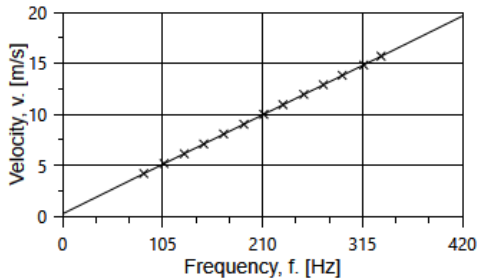
The calibration equation is obtained from a linear regression of the reference air velocity upon the Device Under Test (DUT) output. The residual is the deviation of the calibration equation prediction from the reference air velocity.

The calibration results relate only to the calibrated item.

Succession #	Velocity pressure [Pa]	Air temperature [°C]	Air density [kg/m ³]	Ref. air velocity, v [m/s]	Uncertainty $u_c (k = 2)$ [m/s]	DUT output Frequency, f [Hz]	Residual, d [m/s]
2	10.17	31.8	1.16	4.187	0.025	85.4125	0.010
4	15.49	31.9	1.16	5.170	0.029	106.7322	0.008
6	21.74	31.8	1.16	6.123	0.033	127.8977	-0.016
8	29.09	31.8	1.16	7.083	0.037	148.3840	-0.003
10	37.71	31.7	1.16	8.064	0.041	169.2843	0.012
12	47.16	31.6	1.16	9.016	0.046	190.5738	-0.018
13-last	57.87	31.6	1.16	9.987	0.050	211.5018	-0.014
11	69.40	31.7	1.16	10.938	0.054	231.5911	0.009
9	82.77	31.7	1.16	11.947	0.059	253.4878	0.006
7	96.38	31.8	1.16	12.894	0.063	273.9947	0.006
5	110.69	31.9	1.16	13.819	0.068	293.8789	0.013
3	127.35	31.9	1.16	14.823	0.072	316.4005	-0.023
1-first	142.89	31.8	1.16	15.697	0.076	334.6153	0.009



Visual presentation of calibration results



Linear regression results

Method	Least squares linear regression
Slope	0.04619 (m/s)/Hz
Offset	0.23228 m/s
Coefficient of correlation	$\rho = 0.999994$
Standard error of estimate	0.0137 m/s
Slope standard error	0.00005 (m/s)/Hz
Offset standard error	0.01095 m/s
Slope and offset covariance	-0.000000500 (m/s) ² /Hz
Remarks	Linearity complies with IEC 61400-12-1:2017, Annex F.

Uncertainties

The uncertainties stated under *Calibration results* relate to the reference air velocity at each calibration point. The uncertainty is the total combined uncertainty at 95 % confidence level (coverage factor $k = 2$) in accordance with EA-4/02. The uncertainty complies with the requirements in IEC 61400-12-1:2017, Annex F. The uncertainty due to the wind tunnel correction function has been documented to be 0.1 % ($k = 2$).

The slope and offset uncertainties and their covariance stated under *Linear regression results* are related to the linear regression only, and do not relate to the reference air velocity uncertainties. The slope and offset uncertainties have $\nu = 11$ degrees of freedom.



Calibration wind tunnel

ID DK1
Test section Octagonal, h_{xw} = 1.20x1.75 m
Effective area of test section 2.10 m²
Setup report SOH document no. 18.1.001
Blockage ratio* ~1.3 % (Anemometer and mounting pole)

* The effect of blockage is taken into account in the calibration results.

Equipment used

Function	ID	Model / comments	Re-calibration due
QC Anemometer	03113415	03113415	-
Mounting	-	Mounting tube, diameter = 35 mm	-
Tunnel Temperature	T4	PT100 Temperature sensor	2023-04-06
Differential Pressure	1501197	FCO560 Pressure manometer	2023-03-24
Relative Humidity	Z0420014	HMW71U Humidity transmitter	2023-04-06
Barometric Pressure	U4220037	PTB100A Analogue barometer	2023-04-12
Pitot tube	A37AB	Ellipsoidal tip pitot tube	2027-02-22
Data acquisition	1A841F0	Computer Board: ME-REDLAB 1608GX.	-
Computer	-	PC dedicated to data acquisition	-

Calibrations of the relevant equipment are carried out by external accredited institutions, and are traceable to national standards. A real-time analysis module within the data acquisition software detects pulse frequency.

Setup photo

The shown anemometer is of the same type as the one calibrated.



End of certificate

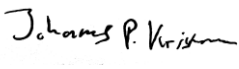
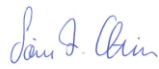


CERTIFICATE OF CALIBRATION

Calibrated item

Type	Thies 4.3351.00.000
Serial no.	05212071
Manufacturer	ADOLF THIES GmbH & Co.KG, Hauptstrasse 76, 37083 Göttingen, Germany
Item received	June 01, 2021
Remarks	-

Calibration

Calibration institute	Svend Ole Hansen ApS, Sct. Jørgens Allé 5C, DK-1615 København V
Procedure	IEC 61400-12-1:2017, Annex F
Client	IDNAMIC Italia S.r.L., S.S. 212 km 9 Area PIP, 82020 Pietrelcina (BN), Italy
Calibrated by	Calibrator, JPK 
Date of calibration	June 06, 2021
Approved by	Calibration engineer, sfo 
Post calibration	No
Re-calibration due	-

Certificate

Certificate no.	21.02.02865
Date of issue	June 07, 2021
Issued by	ca
Number of pages	4

Accreditation

Accredited to ISO 17025:2017 by DANAK. DANAK is signatory to the European co-operation for Accreditation (EA) Multilateral Agreement and to the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) Mutual Recognition Arrangement.

The calibration institute is approved by MEASNET and IECRE.





Calibration conditions

Turbulence intensity	1-2 % (alongwind)
Air temperature	30.7 °C (average value)
Barometric pressure	1020.7 hPa (average value)
Relative humidity	30.1 % (average value)
Air density	1.16 kg/m ³ (average value)
Flow inclination	< 0.2°
Anemometer yaw orientation	Not relevant
Remarks	(none)

Calibration results

Calibration equation v [m/s] = 0.04623 · f [Hz] + 0.22965

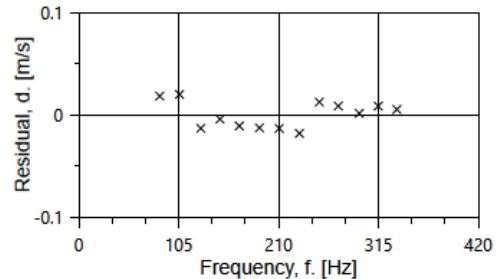
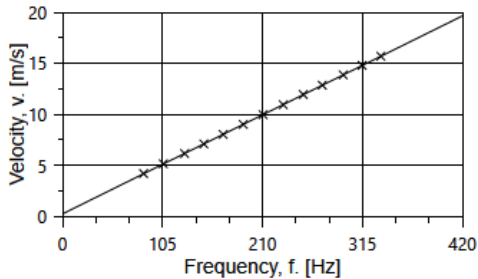
The calibration equation is obtained from a linear regression of the reference air velocity upon the Device Under Test (DUT) output. The residual is the deviation of the calibration equation prediction from the reference air velocity.

The calibration results relate only to the calibrated item.

Succession #	Velocity pressure [Pa]	Air temperature [°C]	Air density [kg/m ³]	Ref. air velocity, v [m/s]	Uncertainty u_c ($k = 2$) [m/s]	DUT output Frequency, f [Hz]	Residual, d [m/s]
2	10.19	30.8	1.16	4.184	0.025	85.1454	0.018
4	15.40	30.8	1.16	5.144	0.029	105.8751	0.020
6	21.99	30.8	1.16	6.146	0.033	128.2708	-0.013
8	29.26	30.7	1.16	7.089	0.037	148.4704	-0.004
10	37.49	30.7	1.16	8.024	0.041	168.8399	-0.011
12	47.13	30.6	1.16	8.996	0.045	189.9071	-0.013
13-last	57.76	30.6	1.16	9.958	0.050	210.7290	-0.013
11	69.64	30.6	1.16	10.936	0.054	231.9889	-0.018
9	82.91	30.7	1.16	11.934	0.059	252.9012	0.012
7	96.14	30.8	1.16	12.852	0.063	272.8602	0.008
5	111.84	30.9	1.16	13.864	0.068	294.8876	0.001
3	127.31	30.9	1.16	14.792	0.072	314.8056	0.008
1-first	143.38	30.7	1.16	15.692	0.076	334.3625	0.005



Visual presentation of calibration results



Linear regression results

Method	Least squares linear regression
Slope	0.04623 (m/s)/Hz
Offset	0.22965 m/s
Coefficient of correlation	$\rho = 0.999994$
Standard error of estimate	0.0136 m/s
Slope standard error	0.00005 (m/s)/Hz
Offset standard error	0.01089 m/s
Slope and offset covariance	-0.000000495 (m/s) ² /Hz
Remarks	Linearity complies with IEC 61400-12-1:2017, Annex F.

Uncertainties

The uncertainties stated under *Calibration results* relate to the reference air velocity at each calibration point. The uncertainty is the total combined uncertainty at 95 % confidence level (coverage factor $k = 2$) in accordance with EA-4/02. The uncertainty complies with the requirements in IEC 61400-12-1:2017, Annex F. The uncertainty due to the wind tunnel correction function has been documented to be 0.1 % ($k = 2$).

The slope and offset uncertainties and their covariance stated under *Linear regression results* are related to the linear regression only, and do not relate to the reference air velocity uncertainties. The slope and offset uncertainties have $\nu = 11$ degrees of freedom.



Calibration wind tunnel

ID DK1
Test section Octagonal, hxw = 1.20x1.75 m
Effective area of test section 2.10 m²
Setup report SOH document no. 18.1.001
Blockage ratio* ~1.3 % (Anemometer and mounting pole)

* The effect of blockage is taken into account in the calibration results.

Equipment used

Function	ID	Model / comments	Re-calibration due
QC Anemometer	03113415	03113415	-
Mounting	-	Mounting tube, diameter = 35 mm	-
Tunnel Temperature	T4	PT100 Temperature sensor	2023-04-06
Differential Pressure	1501197	FCO560 Pressure manometer	2023-03-24
Relative Humidity	Z0420014	HMW71U Humidity transmitter	2023-04-06
Barometric Pressure	U4220037	PTB100A Analogue barometer	2023-04-12
Pitot tube	A37AB	Ellipsoidal tip pitot tube	2027-02-22
Data acquisition	1A841F0	Computer Board: ME-REDLAB 1608GX.	-
Computer	-	PC dedicated to data acquisition	-

Calibrations of the relevant equipment are carried out by external accredited institutions, and are traceable to national standards. A real-time analysis module within the data acquisition software detects pulse frequency.

Setup photo

The shown anemometer is of the same type as the one calibrated.



End of certificate