

**ITALGEN SpA**

*Comune di CASSIGLIO*

*Provincia di BERGAMO*

**ADEGUAMENTO STATICO E IDRAULICO DELLA DIGA  
DI CASSIGLIO**

*Relazione Tecnica*

*ESITO RILEVAZIONI MONITORAGGIO RUMORE E  
VIBRAZIONI  
MARZO e GIUGNO 2023*

*Relatore: Ing. Michele Angoscini*

# SOMMARIO

<b>SOMMARIO</b> .....	<b>2</b>
<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>RISULTATI</b> .....	<b>4</b>
MARZO 2023 .....	5
GIUGNO 2023 .....	6
<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>7</b>
<b>ALLEGATI</b> .....	<b>8</b>



## PREMESSA

Si fornisce un primo rapporto di misura dei due monitoraggi effettuati in marzo e in giugno 2023.

Le misure di marzo sono state effettuate il giorno 15/03/2023, presso l'area a valle del cantiere (di seguito meglio specificata), durante attività di demolizione di parte del manufatto di sbarramento.

Il monitoraggio di luglio è stato effettuato dal 9 al 29 giugno 2023, presso il recettore di monte, durante attività di scavi e movimentazione materiale roccioso.

Sono state verificate le immissioni previste nel piano di monitoraggio, ossia:

- Vibrazioni
- Aerodispersi ("PM2,5", "PM10", "NO2")
- Rumore.

I valori a valle sono risultati estremamente bassi, al di sotto della soglia di rilevabilità e comunque molto più bassi dei limiti più cautelativi presenti nelle rispettive norme di riferimento.

A monte i valori di aerodispersi sono stati rispettati come media. Si evidenziano solo due superamenti puntuali delle PM10 e delle PM2,5 ma che non destano preoccupazione: le rilevazioni di questi inquinanti sono soggette a picchi (ad esempio per anomalie locali attorno alle centraline), tanto che nella stessa normativa è ammesso il superamento occasionale delle soglie.

I valori di vibrazioni rispettano i limiti.

E' stato confermato il superamento dei limiti di immissione di rumore già previsto nella previsione di impatto acustico e per il quale è stata chiesta e ottenuta autorizzazione in deroga. Peraltro, il superamento è stato anche di entità inferiore a quella prevista.

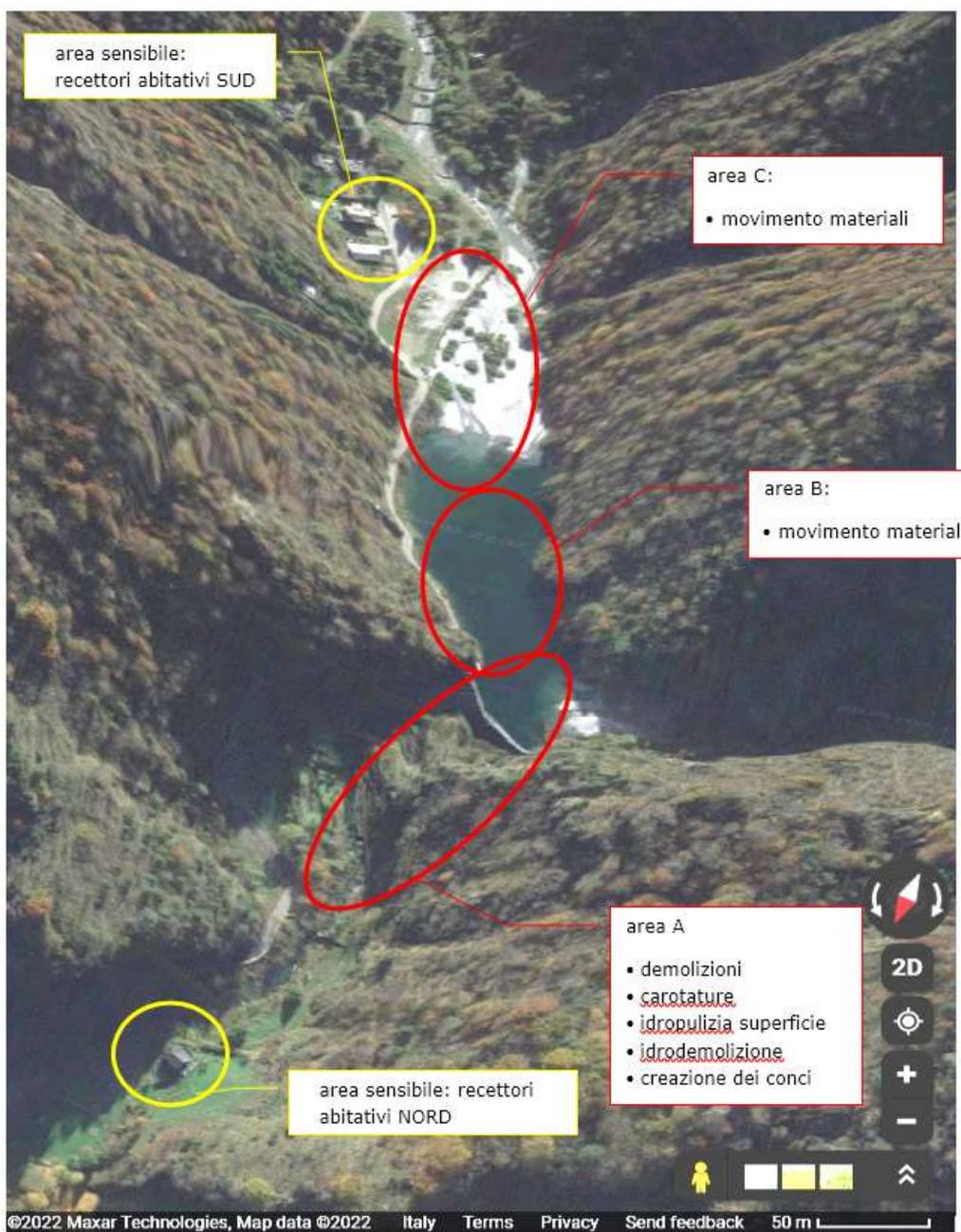
Ing. Michele Angoscini



## RISULTATI

Il monitoraggio puntuale di Marzo è stato effettuato da SAPE ENGINEERING SRL nel punto dei recettori lato NORD, ossia interessati dal cantiere dell'area A di valle ed i risultati sono esposti direttamente in questa relazione.

La campagna di monitoraggio di Giugno è stata effettuata da LCE SRL a monte, presso i recettori abitativi lato SUD mentre erano in corso scavi nell'area C e si allegano i rapporti di monitoraggio da cui sono estratti i risultati riportati di seguito.



MARZO 2023

FENOMENO FISICO	PARAMETRO	VALORE RILEVATO	VALORE LIMITE	RIFERIMENTO
VIBRAZIONE	VELOCITA' LINEARE 50-100Hz	<0,1 m/s <sup>2</sup>	8 m/s <sup>2</sup>	UNI 9916:2017
AERODISPERSI	PM 2,5	<2 µg/m <sup>3</sup>	25 µg/m <sup>3</sup>	DL 13/08/2010 n.155
AERODISPERSI	PM 10	3,5 µg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>	DL 13/08/2010 n.155
AERODISPERSI	NO <sub>2</sub>	<19 µg/m <sup>3</sup>	200 µg/m <sup>3</sup>	DL 13/08/2010 n.155
RUMORE	LIVELLO IMMISSIONE	45,5 dBA	50 dBA	DPCM 14/11/97 AREE I, DIURNO

## GIUGNO 2023

FENOMENO FISICO	PARAMETRO	VALORE RILEVATO	VALORE LIMITE	RIFERIMENTO
VIBRAZIONE	VELOCITA' LINEARE	0,9 m/s <sup>2</sup>	8 m/s <sup>2</sup>	UNI 9916:2017
AERODISPERSI	PM 2,5	Media: 16,1 µg/m <sup>3</sup> Numero superamenti: 2	25 µg/m <sup>3</sup>	DL 13/08/2010 n.155
AERODISPERSI	PM 10	Media: 35,0 µg/m <sup>3</sup> Numero superamenti: 2	50 µg/m <sup>3</sup>	DL 13/08/2010 n.155
AERODISPERSI	NO <sub>2</sub>	Media: 0,0 - 3,4 µg/m <sup>3</sup>	200 µg/m <sup>3</sup>	DL 13/08/2010 n.155
RUMORE	LIVELLO IMMISSIONE	50,2 dBA	50 dBA	DPCM 14/11/97 AREE I, DIURNO

## CONCLUSIONI

Nell'area di valle, le immissioni degli agenti inquinanti sono risultate praticamente irrilevabili per tutti i parametri considerati comunque molto al di sotto delle soglie minime indicate dalle rispettive norme di riferimento.

Nell'area di monte, sono stati rilevati dei superamenti marginali per quanto riguarda il rumore (come, peraltro, già previsto nella valutazione previsionale di impatto acustico e per il quale è già stata richiesta autorizzazione ad operare in deroga, come previsto dalla legge). In due sole giornate, peraltro diverse, anche superamenti per PM10 e PM2,5. Come detto in premessa, la misurazione di questi due inquinanti in particolare è soggetta a fluttuazioni e si presume quindi che il superamento di questi due parametri, avvenuto in momenti diversi, sia stato originato da fenomeni localizzati in prossimità della centralina di misura.

Per contro, le lavorazioni in corso, movimento e sbancamento continuativo di grosse quantità di materiali polverosi proprio in prossimità delle centraline, erano sicuramente le più gravose nei confronti dei recettori, sia per distanza che per entità.

Per questo motivo dunque tali eccezioni non sono riconducibili all'attività svolta.

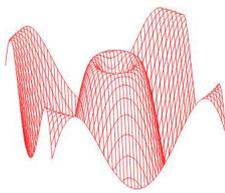
Non si ritiene, quindi, necessario adottare provvedimenti specifici, dato che le lavorazioni future saranno comunque meno impattanti di quelle svolte al momento del campionamento, sia per qualità, sia per distanza dal recettore.

**Per la stessa ragione, si ritiene non necessario procedere a ulteriori campagne di verifica delle future attività, che saranno sicuramente meno impattanti di quelle monitorate nel presente studio.**

I parametri vibrazioni e NO2 sono stati rispettati in tutti i luoghi e giorni di misura e, pertanto, a maggior ragione si ritiene non necessario procedere ad ulteriori campagne di misura

Si allegano i rapporti della campagna di monitoraggio.

## ALLEGATI



**L.C.E.** Laboratorio Certificazione Elettronica s.r.l.

Laboratori, uffici e sede legale: via dei Platani n. 7/9 - 20090 Opera (MI)

Cod. fisc. e P. IVA n. 03531170961

Tel: 02-57602858 / Fax: 02-57607234 - [www.lce.it](http://www.lce.it)

## **Committente**

**Sape Engineering Srl**

*Via del Lago*

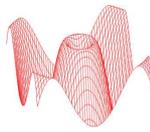
*24010 Cassiglio (BG)*



# **MONITORAGGIO DELL'ARIA**

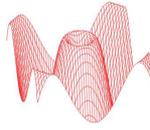
**Giugno 2023**

**Relazione tecnica**



## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b> .....	<b>4</b>
2.1	LOCALIZZAZIONE.....	4
<b>3</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>STANDARD NORMATIVI DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>PUNTO DI MISURA</b> .....	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>STRUMENTAZIONE UTILIZZATA</b> .....	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>RISULTATI</b> .....	<b>13</b>
7.1	VALORI DI PM10 E PM2.5.....	13
7.2	VALORI DI NO <sub>2</sub> .....	15
<b>8</b>	<b>PARAMETRI METEO</b> .....	<b>19</b>
8.1	STAZIONE METEO.....	19
8.2	PARAMETRI METEO.....	20
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>22</b>



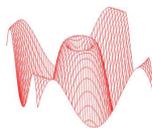
## 1 Premessa

In relazione alle richieste di Sape Engineering, la scrivente società è stata incaricata della realizzazione di un'attività di monitoraggio della qualità dell'aria in via del Lago, presso il comune di Cassiglio (BG), in relazione ai lavori di cantiere sulla diga del lago di Cassiglio.

Il presente rapporto descrive il monitoraggio della qualità dell'aria per un periodo di 21 giorni, concentrandosi sui seguenti parametri chiave: PM10 (particolato sottile con diametro inferiore a 10 micrometri), PM2.5 (particolato sottile con diametro inferiore a 2.5 micrometri) e NO<sub>2</sub> (biossido di azoto). L'obiettivo di questo monitoraggio è valutare l'inquinamento atmosferico e le sue implicazioni per la salute umana e l'ambiente circostante.

Metodologia:

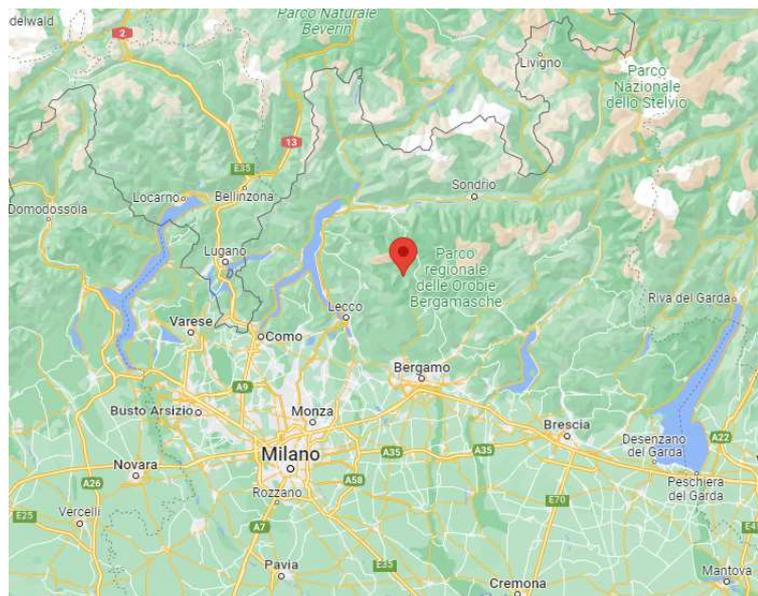
1. Selezione delle posizioni di monitoraggio: È stata selezionata una posizione rappresentativa all'interno dell'area di interesse per coprire l'area di monitoraggio e fonti potenziali di inquinamento al suo interno.
2. Installazione dei sensori: È stato posizionato un sensore di qualità dell'aria nella posizione selezionata. Il sensore utilizzato è stato calibrato e verificato per garantire misurazioni accurate.
3. Raccolta dati: Il sensore ha registrato i valori di PM10, PM2.5 e NO<sub>2</sub> ad intervalli regolari per l'intero periodo di 21 giorni. I dati sono stati memorizzati in un database centralizzato per ulteriori analisi.
4. Controllo di qualità: Sono state implementate misure per garantire la qualità dei dati raccolti, come la verifica periodica dei sensori e il monitoraggio delle condizioni ambientali che potrebbero influenzare le misurazioni.
5. Analisi dei dati: I dati raccolti sono stati elaborati per calcolare medie giornaliere, picchi di concentrazione e confronti con i limiti di qualità dell'aria stabiliti dalle normative locali o internazionali.
6. Interpretazione dei risultati: I risultati sono stati analizzati per valutare l'andamento temporale dei parametri monitorati e identificare eventuali problemi di inquinamento dell'aria durante il periodo di monitoraggio.



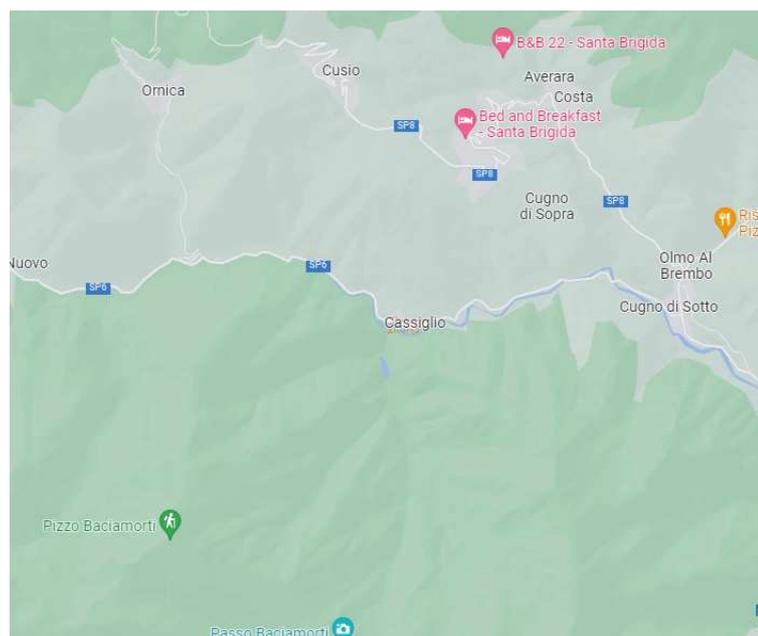
## 2 Inquadramento territoriale

### 2.1 Localizzazione

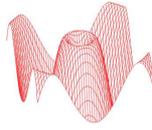
Cassiglio è un comune italiano di 109 abitanti della provincia di Bergamo in Lombardia. Situato in Val Stabina, laterale dell'alta Val Brembana, dista circa 45 chilometri a nord dal capoluogo orobico. Il comune fa parte della Comunità montana della Valle Brembana.



*Localizzazione di Cassiglio*



*Localizzazione di Cassiglio*



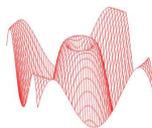
L'area di cantiere oggetto di analisi è la seguente:



*Localizzazione della zona di cantiere*



*Vista del cantiere*



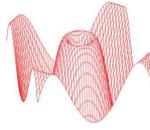
### 3 Normativa di riferimento

I parametri ricercati nel corso del monitoraggio sono tra quelli contemplati:

- nel Decreto Legislativo n. 155 del 13 Agosto 2010, "Attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa";
- nel Decreto Legislativo n. 250 del 24 Dicembre 2012, "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 Agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa";
- nel Decreto 26 Gennaio 2017 del Ministero dell'Ambiente, "Attuazione della direttiva (UE) 2015/1480 del 28 agosto 2015, che modifica taluni allegati delle direttive 2004/107/CE e 2008/50/CE nelle parti relative ai metodi di riferimento, alla convalida dei dati e all'ubicazione dei punti di campionamento per la valutazione della qualità dell'aria ambiente";
- nel D.P.C.M. 28 Marzo 1983, "Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e limiti massimi di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno (standards di qualità)". In dettaglio, si sono ricercati i seguenti inquinanti:
  - Particolato Fine (PM10);
  - Particolato Respirabile (PM2.5);
  - Ossido di Azoto (NO<sub>2</sub>);

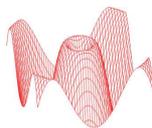
I campionamenti degli inquinanti chimici sono stati effettuati contemporaneamente ai rilievi dei parametri meteorologici:

- velocità del vento;
- direzione del vento;
- temperatura;
- umidità relativa;
- pressione;
- precipitazione.



Le concentrazioni degli inquinanti ricercati sono espresse come medie su diversi periodi, a seconda dei criteri fissati nella normativa di riferimento:

- media oraria: media dei valori registrati nell'arco di un'ora, per gli inquinanti gassosi;
- media giornaliera: media dei valori orari dalle 00.00 alle 24.00, per i gli inquinanti gassosi; concentrazione media dalle 00.00 alle 24.00, per il materiale particellare;
- media annua: nel caso in esame si fa riferimento alla media dei valori orari e giornalieri sull'intero periodo di osservazione (21 giorni).



## 4 Standard normativi di riferimento

Di seguito, per ciascun inquinante di interesse e a seconda dei casi, vengono riassunti i limiti, i valori obiettivo, i livelli di attenzione o di allarme che sono attualmente in vigore in Italia, secondo quanto previsto dal D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010, dal D.Lgs. n. 250 del 24/12/2012 e dal D.M. 26/01/2017.

Unità di misura:  $\text{mg}/\text{m}^3$  = milligrammi di inquinante per  $\text{m}^3$  di aria

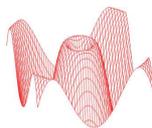
$\mu\text{g}/\text{m}^3$  = microgrammi di inquinante per  $\text{m}^3$  di aria

### Particolato Fine (PM10)

PM10 (condizioni ambientali)			
TIPO	NORMA	PERIODO DI MEDIAZIONE	CONCENTRAZIONE ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Valore limite per la protezione della salute umana	D.Lgs. n. 155 13/08/2010 e s.m.i.	1 giorno	50 (da non superare più di 35 volte per anno civile)
Valore limite per la protezione della salute umana		Anno civile	40

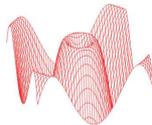
### Particolato Respirabile (PM2.5)

PM2.5 (condizioni ambientali)			
TIPO	NORMA	PERIODO DI MEDIAZIONE	CONCENTRAZIONE ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Valore limite	D.Lgs. n. 155 13/08/2010 e s.m.i.	Anno civile	25



## Ossido di Azoto

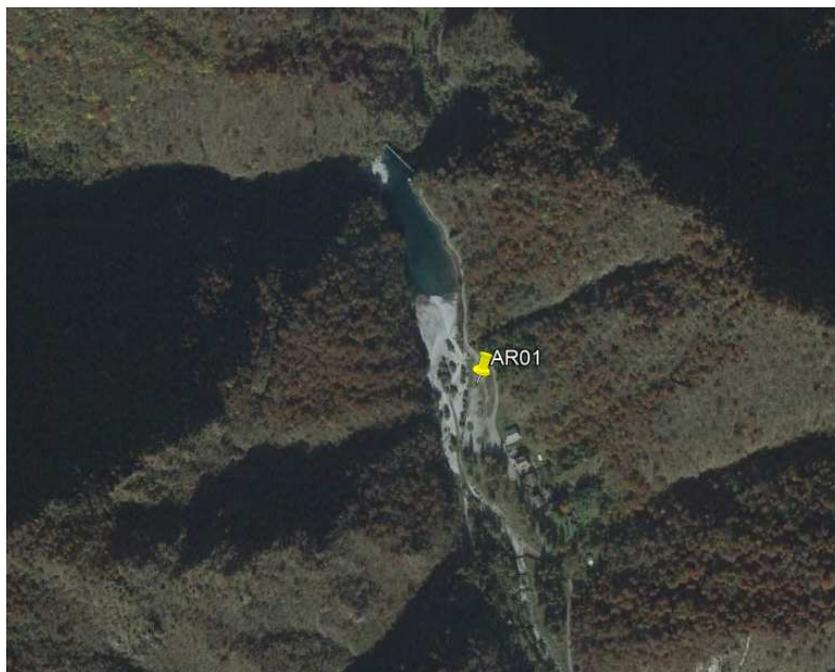
<b>NO<sub>2</sub></b> <b>(a 293 K, 101,3 kPa)</b>			
TIPO	NORMA	PERIODO DI MEDIAZIONE	CONCENTRAZIONE ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Valore limite per la protezione della salute umana	D.Lgs. n. 155 13/08/2010 e s.m.i.	1 ora	200 (da non superare più di 18 volte per anno civile)
Soglia di allarme		Misura su 3 ore consecutive, presso siti fissi di campionamento aventi un'area di rappresentatività di almeno 100 km <sup>2</sup> , oppure pari all'estensione dell'intera zona o dell'intero agglomerato, nel caso questi siano meno estesi	400
Valore limite per la protezione della salute umana		Anno civile	40



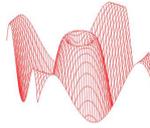
## 5 Punto di misura

Il punto di misura è ubicato nel territorio del comune di Cassiglio, in prossimità della zona di cantiere.

Punto	Indirizzo	Coordinate
AR01	Via del Lago	45.961306, 9.610159



*Vista del punto di misura*

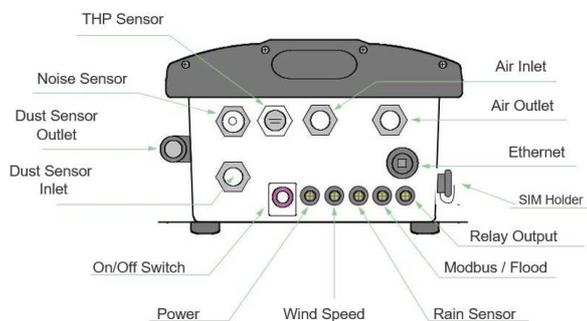


## 6 Strumentazione utilizzata

Polludrone è un sistema di monitoraggio continuo della qualità dell'aria ambiente (CAAQMS). È in grado di monitorare diversi parametri ambientali relativi alla qualità dell'aria, al rumore, agli odori, alle condizioni atmosferiche, alle radiazioni, ecc. Misura le concentrazioni di particolato e di gas nell'aria ambiente in tempo reale. Utilizzando sonde esterne, può anche monitorare altri parametri ausiliari come il traffico, le calamità, ecc.

### General Specifications

Size	360mm (H) x 328mm (W) x 200mm (D)
Weight	7.2 Kg (instrument weight)
Material	Aluminum Magnesium Alloy, Mild-steel (With Powder Coating), FRP
Certifications	CE & FCC Certified, PTCRB Certified Communication Module



### Communication

Data Interval	2-30 minutes (configurable)
Data-push Protocol	HTTP post request to host-server
Data-pull	HTTP request on device IP
Firmware Updates	Over-The-Air Firmware Update
Standby Connectivity	GSM (2G/3G/4G) for remote diagnosis, FOTA updates, and cloud calibration

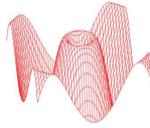
### Power

Avg. Power Consumption	5 Watt (Actual consumption depends upon the number of parameters)
Power Input Options	External 110-230V AC 50-60Hz, 40Watt Monocrystal Solar Panel
SMPS Specs	24V, 2Amps output UL-62368 & CAN/CSA C22.2 Certified
Battery Backup Time	12 Hours
Battery Specs	Lithium iron phosphate (LiFePO4) battery cell with rated voltage 12.8V Capacity 6Ah

### Technical Specification

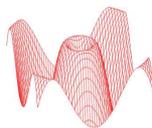
Processor	Quad Core ARM Cortex
Memory	2GB RAM / 8GB eMMC ROM
Device Interface	On-device Software / API
Operating Temperature	-20 °C to 60 °C
Operating Humidity	0-95% RH

	Connectivity Options	Specification
Wireless	GSM LORA LTE NB-Iot Sigfox Wifi	Global 2G / 3G / 4G 868 MHz / 915 MHz CAT-M1 CAT-NB1 868 to 869 MHz, 902 to 928 MHz AP Mode and Station Mode
Wired	Ethernet Modbus Relay Output	Static / DHCP Configuration RS485 RTU / TCP 2 Channel



## Parameters

ID	Parameter	Range	Resolution	Min. Detection	Error / Drift	Working Principle	Measurement Principle	Sample Rate	Expected Sensor Life
PM <sub>2.5</sub>	Suspended Particulate Matters with size less than 2.5µ	Upto 5000 µg/m <sup>3</sup>	0.1 µg/m <sup>3</sup>	1 µg/m <sup>3</sup>	Upto ±10 %	Optical Particle Counter	Active Sampling	1 L /min	12 months
PM <sub>10</sub>	Suspended Particulate Matters with size less than 10µ								
PM <sub>1</sub>	Ultra Fine Particulate Matters with size less than 1µ								
PM <sub>100</sub>	Total Suspended Particulates (TSP)								
CO <sub>2</sub>	Carbon Dioxide	Up to 5000 ppm	1 ppm	20 ppm	< ±5 ppm / Year	NDIR		325 mL per sample	3 years
CO	Carbon Monoxide	0-1000 ppm	10 ppb	100 ppb	< ±100 ppb / Year	Electrochemical			2 years
SO <sub>2</sub>	Sulfur Dioxide	0-20 ppm	1 ppb	10 ppb	< ±20 ppb / Year				
NO	Nitric Oxide	0-20 ppm	1 ppb	10 ppb	< ±50 ppb / Year				
NO <sub>2</sub>	Nitrogen Dioxide	0-20 ppm	1 ppb	10 ppb	< ±20 ppb / Year				
O <sub>3</sub>	Ozone	0-20 ppm	1 ppb	10 ppb	< ±20 ppb / Year				
H <sub>2</sub> S	Hydrogen Sulfide	0-100 ppm	1 ppb	10 ppb	< ±100 ppb / Year				
Noise	Ambient Noise	Upto 140 dB	1 dB	30 dB	2% / Year	Capacitance	Passive Monitoring	N.A.	
Li	Light Intensity	Up to 1,00,000 Lux	1 Lux	1 Lux	N.A.	Photo-conductivity			
UV	UV Radiation (0-12 UVI)	0.1-100,000 uW/cm <sup>2</sup>	0.1 uW/cm <sup>2</sup>	0.1 uW/cm <sup>2</sup>	N.A.				
Lv	Visible Light Intensity	Up to 5000 Lux	0.1 Lux	0.1 Lux	N.A.				
Temp	Temperature	-40 to 125 °C	0.01°C	-40 °C	N.A.	Solid state semi conductor sensing			
Hum	Humidity	Up to 100% Rh	0.1%	0.1%	N.A.				
Bmp	Barometric Pressure	300-1100 hPa	0.18 Pa	300 hPa	±1.0 hPa / Year				



## 7 Risultati

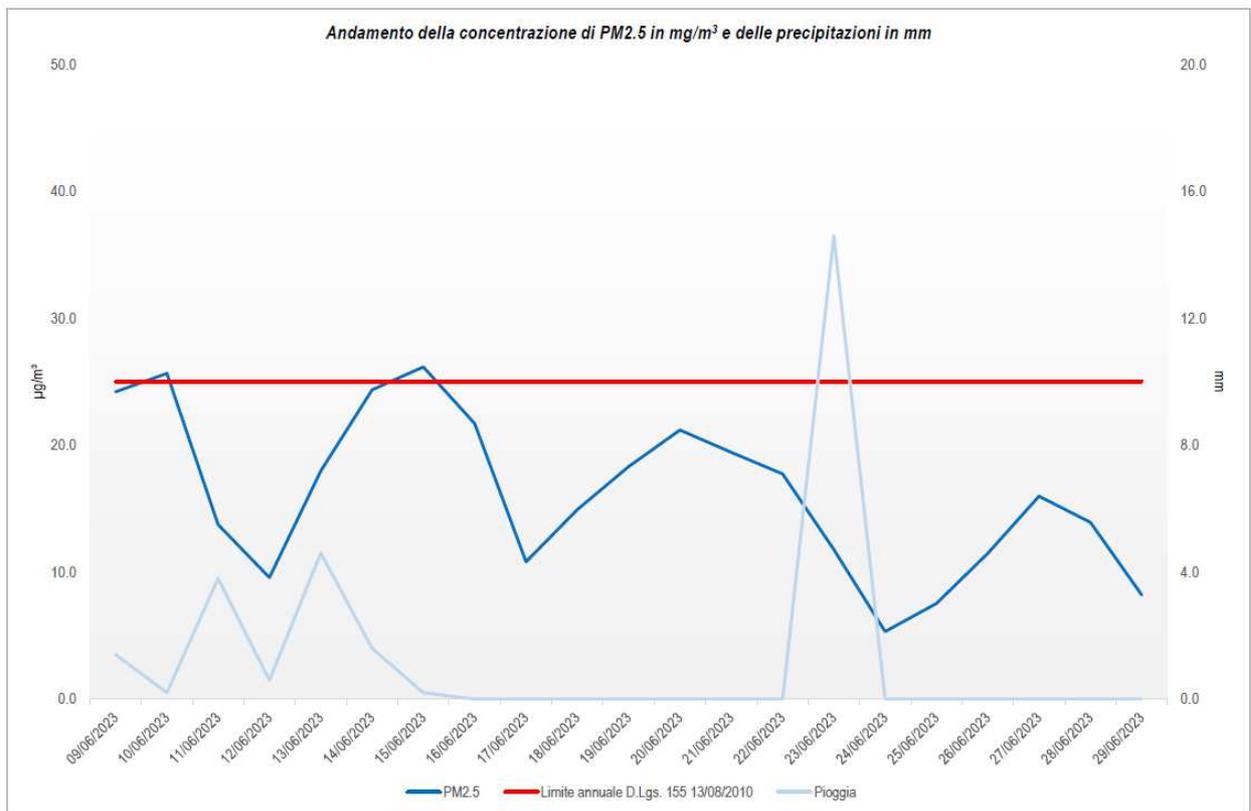
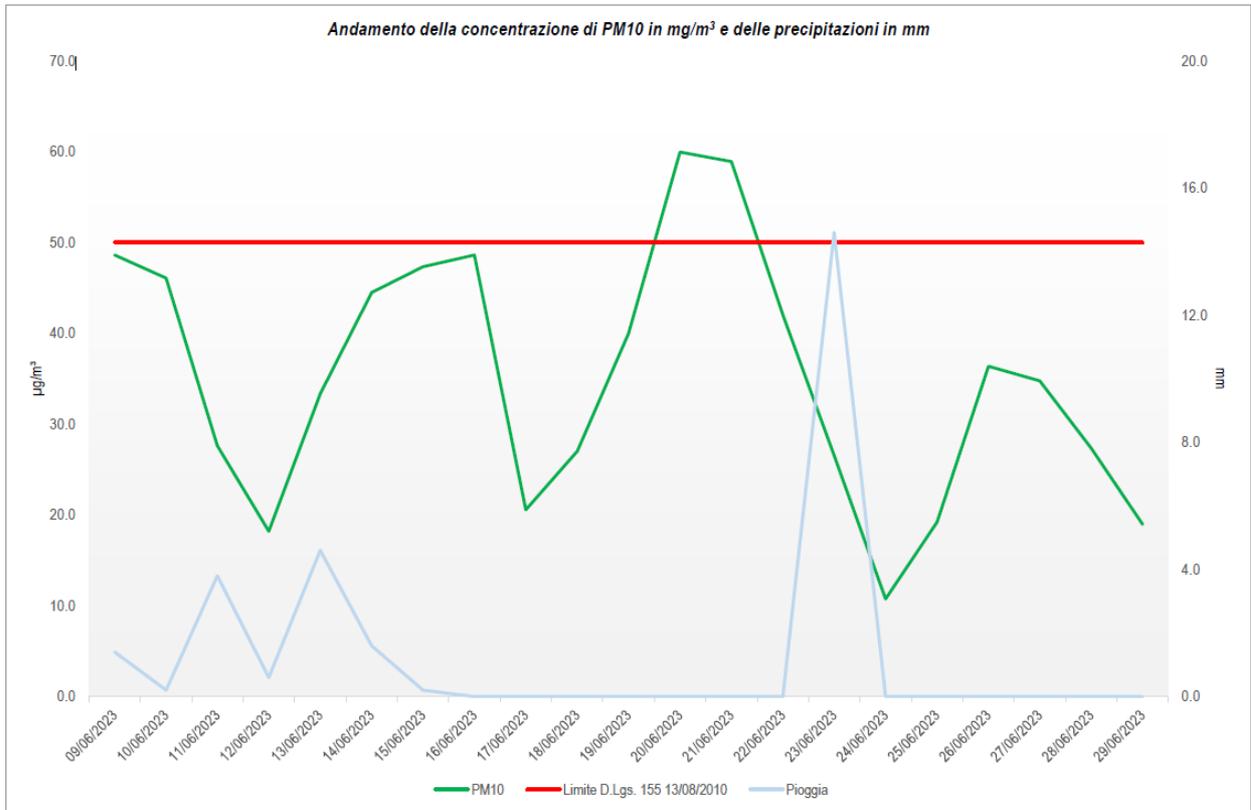
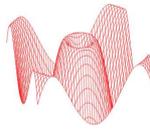
Durante il periodo di monitoraggio di 21 giorni, sono state rilevate variazioni significative dei parametri di qualità dell'aria. Di seguito sono riportati alcuni dei risultati principali ottenuti dall'analisi dei dati:

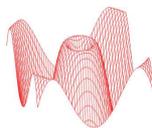
1. PM10: La concentrazione media di PM10 è risultata inferiore ai limiti di qualità dell'aria in tutte le posizioni monitorate. Tuttavia, sono state osservate alcune piccole variazioni di concentrazione giornaliera, suggerendo una potenziale influenza di fonti locali di inquinamento.
2. PM2.5: Anche per il PM2.5, le concentrazioni medie sono rimaste al di sotto dei limiti di qualità dell'aria. Tuttavia, in determinati giorni e posizioni, sono stati registrati picchi temporanei di concentrazione, probabilmente legati ad eventi specifici come il traffico intenso o le condizioni meteorologiche.
3. NO<sub>2</sub>: Le concentrazioni di NO<sub>2</sub> sono risultate generalmente basse in tutte le posizioni monitorate. I valori medi giornalieri sono rimasti al di sotto dei limiti di qualità dell'aria. Ciò suggerisce che le fonti di inquinamento da NO<sub>2</sub> nella zona di monitoraggio sono relativamente limitate.

Di seguito si riportano le tabelle con i valori registrati

### 7.1 Valori di PM10 e PM2.5

Giorno	PM10		PM2.5		Pioggia (mm)
	Conc. (µg/m <sup>3</sup> )	Limite (µg/m <sup>3</sup> )	Conc. (µg/m <sup>3</sup> )	Limite (µg/m <sup>3</sup> )	
09/06/2023	48.6	50	24.2	25	1.4
10/06/2023	46.1	50	25.7	25	0.2
11/06/2023	27.6	50	13.7	25	3.8
12/06/2023	18.2	50	9.6	25	0.6
13/06/2023	33.3	50	18.0	25	4.6
14/06/2023	44.5	50	24.4	25	1.6
15/06/2023	47.3	50	26.2	25	0.2
16/06/2023	48.6	50	21.7	25	0
17/06/2023	20.6	50	10.8	25	0
18/06/2023	27.0	50	14.9	25	0
19/06/2023	40.0	50	18.3	25	0
20/06/2023	59.9	50	21.2	25	0
21/06/2023	58.9	50	19.4	25	0
22/06/2023	42.0	50	17.7	25	0
23/06/2023	26.6	50	11.8	25	14.6
24/06/2023	10.8	50	5.3	25	0
25/06/2023	19.2	50	7.5	25	0
26/06/2023	36.4	50	11.5	25	0
27/06/2023	34.8	50	16.0	25	0
28/06/2023	27.4	50	13.9	25	0
29/06/2023	19.0	50	8.2	25	0

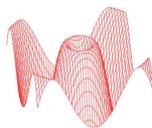




## 7.2 Valori di NO<sub>2</sub>

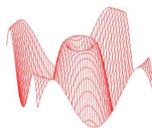
Prima Settimana

Ora	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )							LIMITI
	09/06/2023	10/06/2023	11/06/2023	12/06/2023	13/06/2023	14/06/2023	15/06/2023	
00:00:00	15.2	0.6	0.0	0.0	2.0	0.4	1.8	200
01:00:00	15.2	0.5	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	200
02:00:00	13.3	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	200
03:00:00	7.4	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	200
04:00:00	1.7	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200
05:00:00	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200
06:00:00	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200
07:00:00	9.0	2.4	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	200
08:00:00	14.7	5.6	0.2	1.5	0.3	0.0	0.0	200
09:00:00	18.3	3.8	3.8	3.0	7.2	0.4	2.1	200
10:00:00	7.8	0.2	7.5	4.4	7.4	5.1	6.2	200
11:00:00	0.2	0.0	0.0	0.0	10.7	0.0	0.0	200
12:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	200
13:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200
14:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200
15:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200
16:00:00	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200
17:00:00	0.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200
18:00:00	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200
19:00:00	18.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200
20:00:00	11.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200
21:00:00	3.4	0.0	4.7	3.0	0.0	3.4	0.0	200
22:00:00	1.6	0.0	6.2	9.4	1.3	2.1	0.0	200
23:00:00	1.1	0.0	3.2	8.6	0.7	7.8	0.0	200
Media	6.3	0.8	1.1	1.3	1.3	0.8	0.4	
Mediana	3.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Minimo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Massimo	18.3	5.6	7.5	9.4	10.7	7.8	6.2	



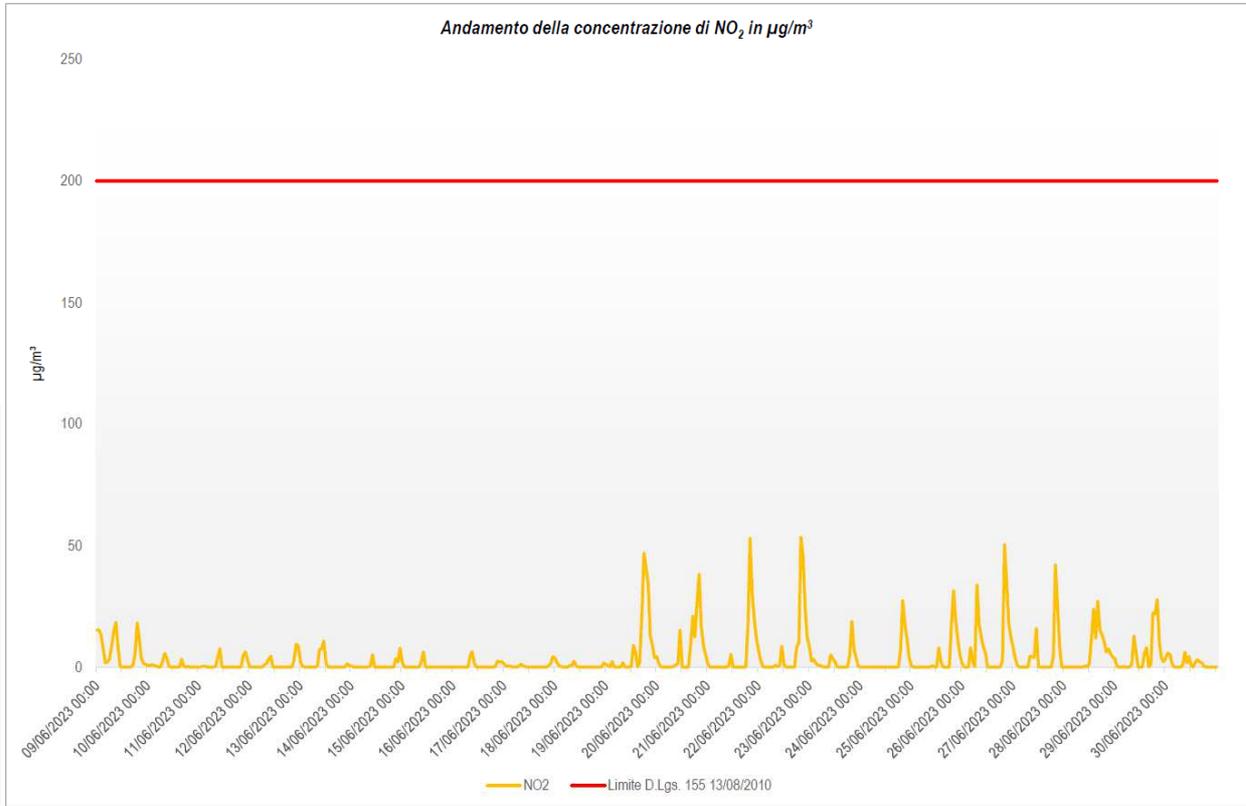
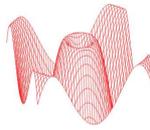
## Seconda Settimana

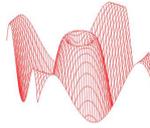
Ora	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )							LIMITI
	16/06/2023	17/06/2023	18/06/2023	19/06/2023	20/06/2023	21/06/2023	22/06/2023	
00:00:00	0.0	1.2	3.7	1.1	4.3	1.5	6.7	200
01:00:00	0.0	0.2	1.7	0.6	1.3	0.0	2.8	200
02:00:00	0.0	0.5	0.4	0.1	0.0	0.0	0.2	200
03:00:00	0.0	0.3	0.2	2.3	0.0	0.0	0.0	200
04:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200
05:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200
06:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200
07:00:00	0.0	0.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	200
08:00:00	4.6	1.2	0.6	1.7	0.2	0.0	0.8	200
09:00:00	6.3	0.6	2.4	0.0	0.8	0.0	0.0	200
10:00:00	1.4	0.1	0.5	0.0	1.4	0.5	0.8	200
11:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	15.2	5.2	8.5	200
12:00:00	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1	0.8	200
13:00:00	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	200
14:00:00	0.0	0.0	0.0	6.1	0.0	0.0	0.0	200
15:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200
16:00:00	0.0	0.0	0.0	2.0	9.0	0.0	0.0	200
17:00:00	0.0	0.0	0.0	21.9	20.9	0.0	0.0	200
18:00:00	0.0	0.0	0.0	46.9	12.3	0.0	8.2	200
19:00:00	0.0	0.0	0.0	40.4	27.2	17.3	10.0	200
20:00:00	0.3	0.0	0.0	33.7	38.1	52.8	53.3	200
21:00:00	2.4	0.5	0.0	12.7	16.8	30.1	44.7	200
22:00:00	2.0	1.5	0.0	8.7	9.0	19.4	23.9	200
23:00:00	2.2	4.2	1.7	3.7	5.2	11.8	11.9	200
Media	0.8	0.4	0.5	8.0	6.7	5.8	7.2	
Mediana	0.0	0.0	0.0	1.4	1.0	0.0	0.5	
Minimo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Massimo	6.3	4.2	3.7	46.9	38.1	52.8	53.3	



Terza Settimana

Ora	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )							LIMITI
	23/06/2023	24/06/2023	25/06/2023	26/06/2023	27/06/2023	28/06/2023	29/06/2023	
00:00:00	8.2	0.1	0.6	1.4	8.1	0.0	3.4	200
01:00:00	2.4	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	0.2	200
02:00:00	3.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	200
03:00:00	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200
04:00:00	0.6	0.0	0.0	7.9	0.0	0.0	0.1	200
05:00:00	0.6	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	200
06:00:00	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200
07:00:00	0.0	0.0	0.0	33.7	0.0	0.0	0.0	200
08:00:00	0.0	0.0	0.0	17.6	4.4	0.0	1.2	200
09:00:00	0.0	0.0	0.0	12.4	4.1	0.0	12.8	200
10:00:00	5.0	0.0	0.6	8.1	3.9	0.5	6.1	200
11:00:00	3.4	0.0	0.1	6.0	15.8	0.0	0.0	200
12:00:00	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	200
13:00:00	0.0	0.0	7.9	0.0	0.0	11.6	0.0	200
14:00:00	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	23.8	5.8	200
15:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7	7.9	200
16:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.0	0.0	200
17:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.9	1.0	200
18:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.3	22.2	200
19:00:00	5.1	7.3	18.8	2.7	4.3	10.1	21.8	200
20:00:00	18.8	27.4	31.4	50.3	42.0	6.1	27.7	200
21:00:00	7.0	17.3	18.2	33.7	24.5	7.4	10.0	200
22:00:00	3.8	11.7	10.9	17.6	8.1	5.5	3.5	200
23:00:00	0.4	4.2	5.0	12.4	0.0	4.1	2.2	200
Media	2.6	2.8	4.0	8.6	5.0	5.7	5.2	
Mediana	0.6	0.0	0.0	1.8	0.0	1.0	1.1	
Minimo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Massimo	18.8	27.4	31.4	50.3	42.0	27.0	27.7	





## 8 Parametri meteo

### 8.1 Stazione meteo

La strumentazione di misura usata per la verifica dei parametri meteo è la stazione VAISALA che viene direttamente interfacciata con l'analizzatore DUO della 01dB.



*Stazione Meteo Vaisala*

Il sistema di rilevamento della velocità dell'aria avviene attraverso un sensore di alta precisione ad ultrasuoni.

Le principali caratteristiche della stazione meteo Vaisala sono le seguenti:

Misura contemporanea dei 6 parametri, Velocità del vento e Direzione (con sensore di precisione ad ultrasuoni), Temperatura, Umidità, Pioggia, Pressione atmosferica;

Accuratezza della velocità del vento entro  $\pm 0,3$  m/s;

Accuratezza della temperatura entro  $\pm 0,3$  °C;

Accuratezza della pressione entro  $\pm 0,5$  hPa;

Accuratezza dell'umidità entro  $\pm 3$  %;

Accuratezza caduta pioggia entro 5 %.

La catena di misura utilizzata è stata tarata da un laboratorio Accredia (LAT-068).

Si riportano nella tabella sottostante gli estremi dei certificati di taratura delle catene di misure utilizzate.

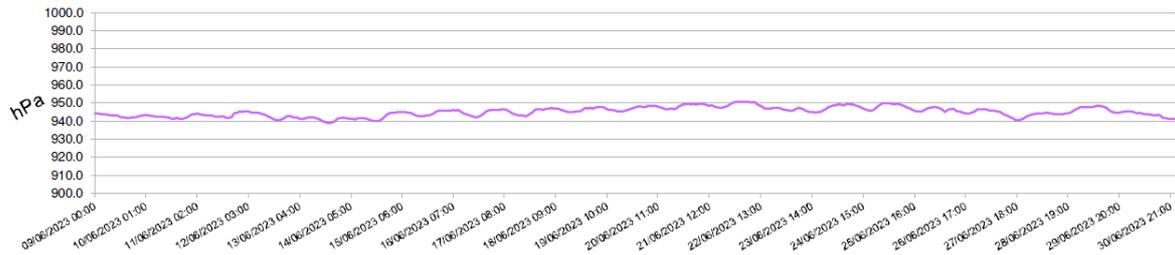


Oggetto	Modello	Costruttore	Matricola	Data Certificato	N. Certificato	Laboratorio
Anemometro elettronico con sensore ad ultrasuoni	DUO	01 dB	12410	01/10/2019	0107 19 VA	LAT-157
	WXT520	VAISALA	H320008			
Termoigrometro elettronico con uscita numerale	DUO	01 dB	12410	01/10/2019	0134 19 UR	LAT-157
	WXT520	VAISALA	H320008			
Misuratore di temperatura dell'aria con sensore termistore	DUO	01 dB	12410	01/10/2019	0256 19 TA	LAT-157
	WXT520	VAISALA	H320008			

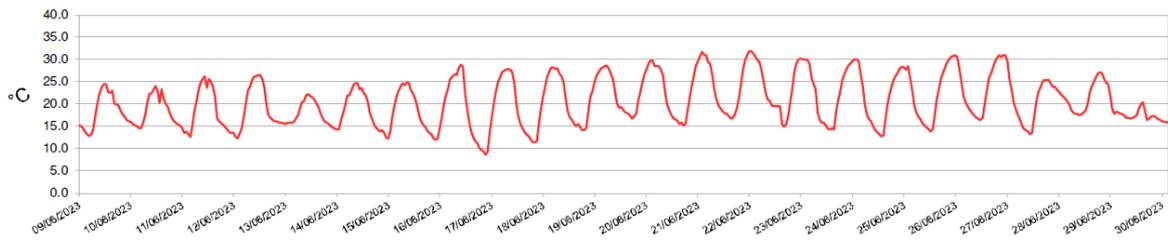
*Elenco strumentazione utilizzata per la misura dei parametri meteo*

## 8.2 Parametri Meteo

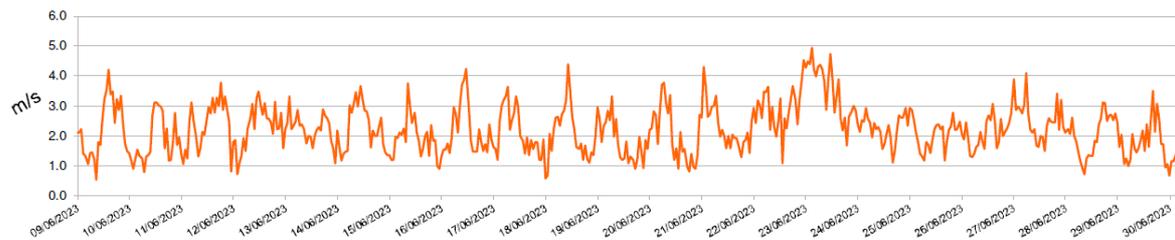
Pressione assoluta

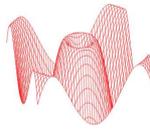


Temperatura

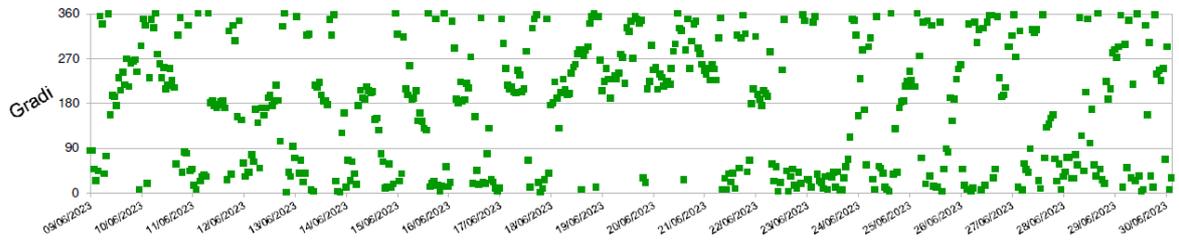


Velocità vento

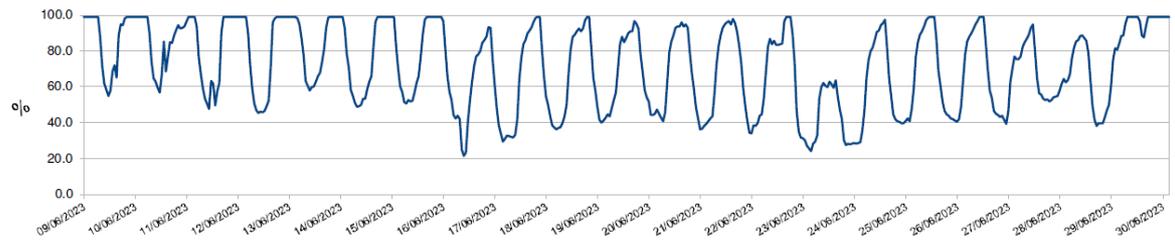




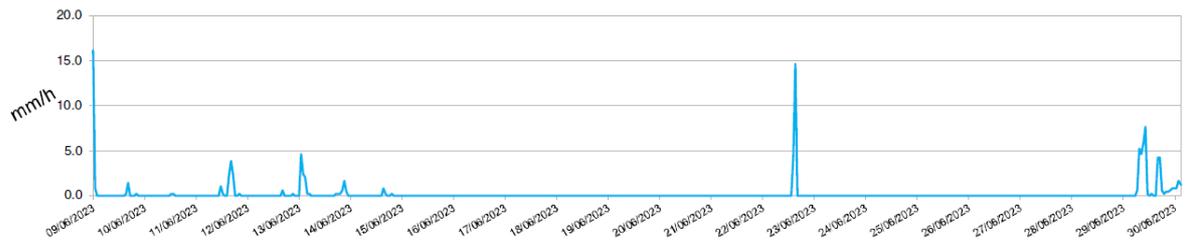
Direzione vento



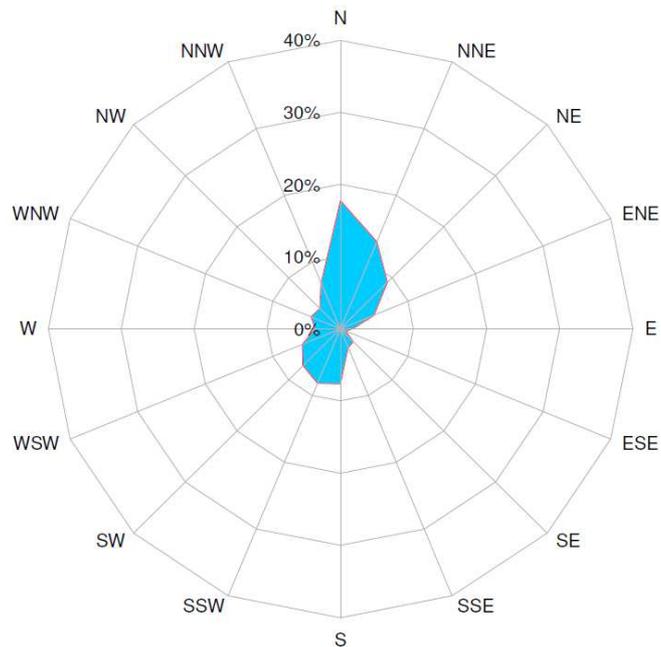
Umidità relativa

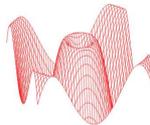


Pioggia



Direzione vento





## 9 Conclusioni

Il monitoraggio della qualità dell'aria oggetto della presente relazione tecnica, nel periodo di 21 giorni, ha fornito una panoramica dettagliata dei livelli di inquinamento atmosferico nella zona monitorata. I risultati indicano che, nel complesso, i livelli di PM10, PM2.5 e NO2 sono rimasti entro i limiti di qualità dell'aria stabiliti dalle normative locali o internazionali.

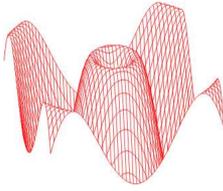
In allegato:

- < Allegato 01 – Misure
- < Allegato 02 – Certificati di taratura
- < Allegato 03 – Documentazione del tecnico incaricato

Opera 24/07/2023

IL TECNICO INCARICATO

Sergenti Marco



**L.C.E.** Laboratorio Certificazione Elettronica s.r.l.

Laboratori, uffici e sede legale: via dei Platani n. 7/9 - 20090 Opera (MI)

Cod. fisc. e P. IVA n. 03531170961

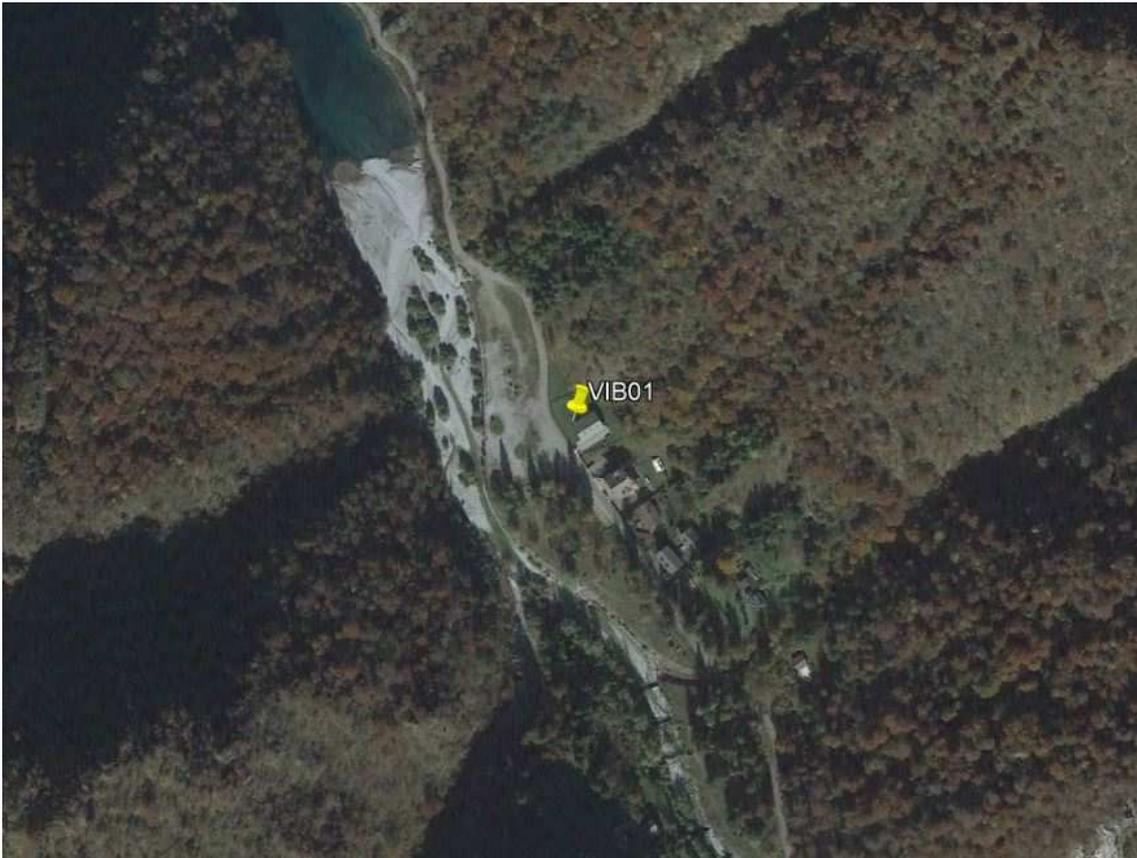
Tel: 02-57602858 / Fax: 02-57607234 - [www.lce.it](http://www.lce.it)

## ***Committente***

**Sape Engineering Srl**

*Via del Lago*

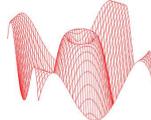
*24010 Cassiglio (BG)*



# MISURE DI VIBRAZIONI CASSIGLIO

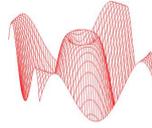
***Giugno 2023***

***Relazione tecnica***



## SOMMARIO

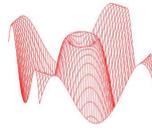
<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b> .....	<b>4</b>
2.1	LOCALIZZAZIONE .....	4
<b>3</b>	<b>DEFINIZIONI TECNICHE</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>CRITERI DI VALUTAZIONE</b> .....	<b>9</b>
5.1	LA NORMATIVA UNI 9614 .....	9
<b>6</b>	<b>INQUADRAMENTO DELLE SORGENTI VIBRAZIONALI E DEL TERRITORIO</b> .....	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE MISURE VIBRAZIONALI</b> .....	<b>16</b>
7.1	LA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA .....	16
<b>8</b>	<b>RISULTATI DELLE MISURE DI VIBRAZIONI</b> .....	<b>17</b>
	CONFRONTO SECONDO UNI 9614:1990 - VALUTAZIONE DEL DISTURBO DA VIBRAZIONI .....	17
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>19</b>



## **1 Premessa**

In relazione alle richieste di Sape Engineering, la scrivente società è stata incaricata di redigere una misura di vibrazioni sull'edificio in via del Lago, presso il comune di Cassiglio (BG).

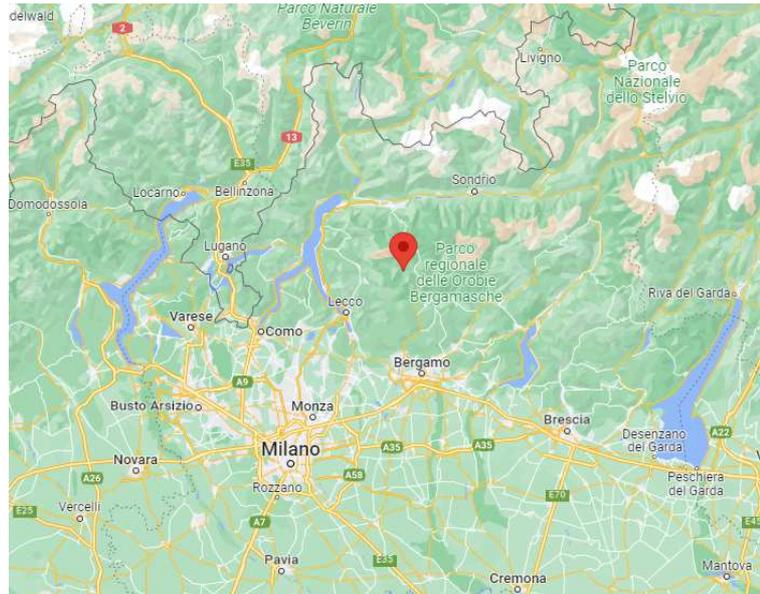
Il monitoraggio ha riguardato le vibrazioni generate dai lavori di cantiere in prossimità della diga del lago di Cassiglio ed è stato eseguito secondo le indicazioni contenute nella norma UNI 9614:2017 per la valutazione del disturbo provocato da vibrazioni sugli edifici.



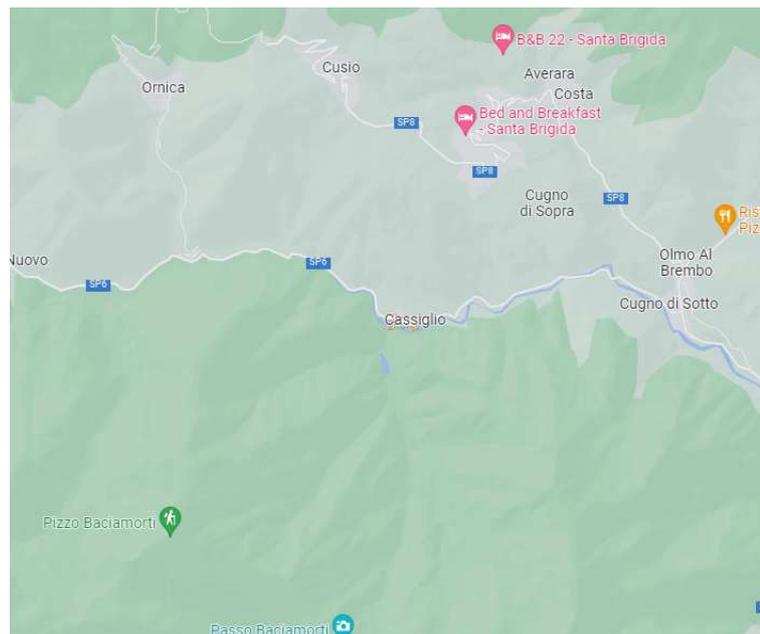
## 2 Inquadramento territoriale

### 2.1 Localizzazione

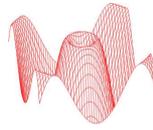
Cassiglio è un comune italiano di 109 abitanti della provincia di Bergamo in Lombardia. Situato in Val Stabina, laterale dell'alta Val Brembana, dista circa 45 chilometri a nord dal capoluogo orobico. Il comune fa parte della Comunità montana della Valle Brembana.



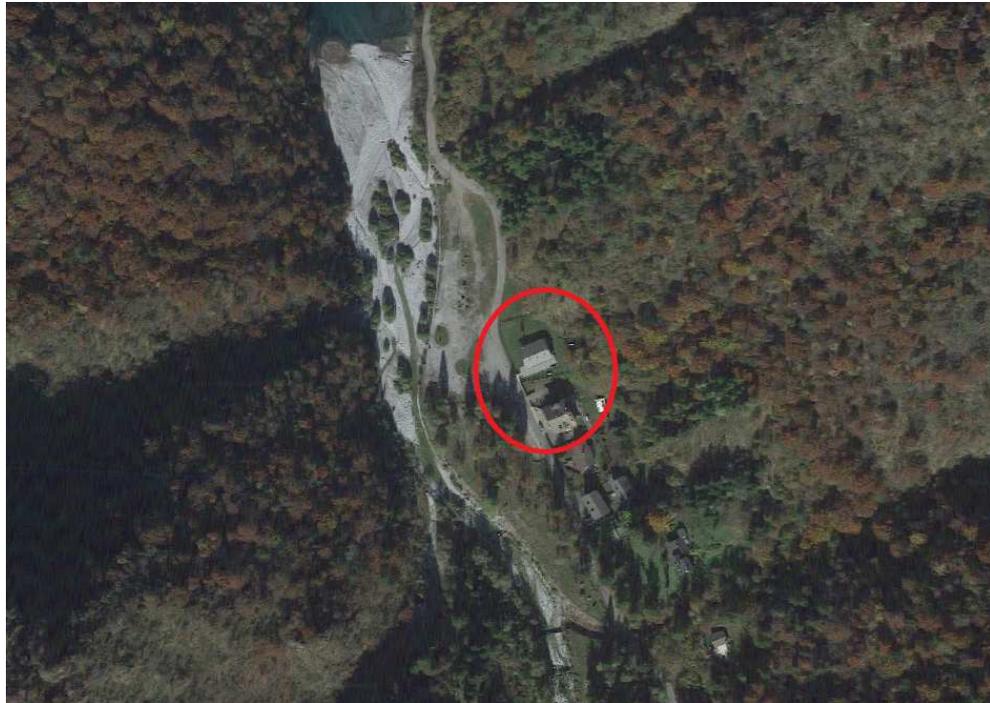
*Localizzazione di Cassiglio*



*Localizzazione di Cassiglio*



L'abitazione oggetto di analisi si affaccia su via del Lago, in prossimità del lago di Cassiglio.

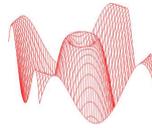


*Localizzazione della zona*

<b>Indirizzo</b>	<b>Numero di piani</b>	<b>Coordinate</b>
Via del Lago	1	45.961100, 9.611060

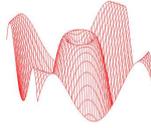


*Caratteristiche dello stabile oggetto di indagine*



### 3 Definizioni tecniche

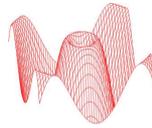
- **Accelerazione;  $a(t)$** : Valore istantaneo del modulo del vettore accelerazione in un punto, calcolato come somma vettoriale delle sue tre componenti cartesiane.
- **Accelerazione assiale;  $a_x(t)$ ,  $a_y(t)$ ,  $a_z(t)$** : Valore istantaneo di ciascuna delle tre componenti cartesiane del vettore accelerazione in un punto.
- **Accelerazione assiale “band limited”;  $a_{bl,j}(t)$** : Valore istantaneo dell'accelerazione ottenuta filtrando l'accelerazione  $a_j(t)$  con un filtro passabanda.
- **Accelerazione ponderata assiale  $a_{w,j}(t)$** : Valore istantaneo dell'accelerazione ponderata in frequenza nel dominio del tempo per il  $j$ -esimo asse, ottenuta utilizzando la curva  $W_m$  secondo quanto previsto dalla norma UNI EN ISO 8041-1.
- **Accelerazione ponderata assiale efficace;  $a_{w,rms}(t)$** : Valore efficace valutato all'istante  $t$  di  $a_{w,j}(t)$ , calcolato in conformità alla UNI EN ISO 8041-1 :2017.
- **Accelerazione ponderata totale efficace;  $a_w(t)$** : Valore efficace totale valutato all'istante  $t$  sui tre assi.
- **Ambiente di misura**: Ambiente significativo in termini di permanenza del soggetto esposto delle attività svolte o ambiente nel quale il soggetto esposto lamenta il maggior disturbo.
- **Disturbo**: Sensazione personale legata ai livelli di vibrazioni che determinano irrequietezza, fastidio, ansia, irritazione.
- **Edificio**: Costruzione utilizzata come abitazione o per altre attività umane, inclusi uffici, fabbriche, ospedali, scuole, luoghi ricreativi e di culto, spazi commerciali.
- **Evento**: Elemento minimo del fenomeno vibratorio oggetto di misura, al quale viene associata, come descrittore della vibrazione, la massima accelerazione ponderata.
- **Giornate festive**: Giorni di domenica e giornate festive ufficialmente riconosciute dalla legislazione e regolamentazione nazionale e locale.
- **Massima accelerazione ponderata;  $a_{w,max}$** : Il più elevato dei valori efficaci dell'accelerazione ponderata  $a_w(t)$  misurati durante uno specifico evento.
- **Massima accelerazione statistica;  $a_{w,95}$** : stima del 95° percentile della distribuzione cumulata di probabilità della massima accelerazione ponderata  $a_{w,max}$ , misurata sui singoli eventi.
- **Periodo di attività**: periodo di permanenza dei fenomeni vibratorii, definito dall'orario di inizio e dall'orario di fine.
- **Periodo diurno**: fascia oraria fra le ore 06.00 e le ore 22.00.
- **Periodo notturno**: fascia oraria fra le ore 22.00 e le ore 06.00.
- **Punti singoli**: punti dell'ambiente di misura caratterizzati da condizioni strutturali, di vincolo e di modi di vibrare che li rendano unici rispetto al resto dell'ambiente e quindi non rappresentativi della situazione generale.
- **Valutazione del disturbo**: Insieme delle attività di misurazione delle vibrazioni, di calcolo dei descrittori del disturbo e di confronto con i limiti di riferimento suggeriti.
- **Vibrazioni della sorgente,  $V_{sor}$** : Vibrazioni immesse nell'edificio dalla specifica sorgente oggetto di indagine. Se la sorgente è di tipo stazionario, sono caratterizzate dal valore dell'accelerazione  $a_{w,95}$ .



- **Vibrazioni residue,  $V_{res}$ :** Vibrazioni presenti nell'edificio in assenza della specifica sorgente oggetto di indagine. Sono caratterizzate dal valore dell'accelerazione  $a_{w,95}$ .
- **Vibrazioni immesse,  $V_{imm}$ :** Vibrazioni che vengono immesse nell'edificio da tutte le sorgenti attive di qualsiasi origine ( $V_{sor}$ , e  $V_{res}$ ). Sono caratterizzate dal valore dell'accelerazione  $a_{w,95}$ .

Le vibrazioni immesse possono essere definite:

- **di livello costante**, quando il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza rilevato mediante costante di tempo "slow" (1s) varia nel tempo in un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB;
- **di livello non costante**, quando il livello suddetto varia in un intervallo di ampiezza superiore a 5 dBA;
- **impulsive**, quando sono originate da eventi di breve durata costituiti da un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può comportare o meno, a seconda dello smorzamento della struttura, una serie di oscillazioni che tendono ad estinguersi nel tempo.



## 4 Normativa di riferimento

In assenza di Leggi su questa specifica materia, possiamo prendere a riferimento le seguenti normative tecniche:

ISO 2631, Mechanical vibration and shock evaluation of human exposure to whole-body vibration, Part 1: General requirements, 1997.

ISO 2631, Evaluation of human exposure to whole-body vibration, Part 2: Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz), 2003.

ISO 2631, Evaluation of human exposure to whole-body vibration, Part 3: Evaluation of exposure to whole-body vibration in the frequency range 0.1 to 0.63 Hz, 1985.

ISO 4866, Mechanical vibration and shock – Vibration of buildings – Guidelines for the measurement of vibrations and evaluation of their effects on buildings, 1990.

ISO 4866, Mechanical vibration and shock – Vibration of buildings – Guidelines for the measurement of vibrations and evaluation of their effects on buildings, Amendment 1, Predicting natural frequencies and damping of buildings.

ISO 1683, Acoustics – Preferred reference quantities for acoustic levels, 1983.

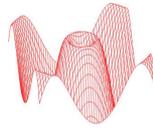
UNI 9916 (2014) Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici.

DIN 4150-3 1999 Le vibrazioni nelle costruzioni Parte 3: Effetti sui manufatti

UNI 11048 (2003) Vibrazioni meccaniche ed urti - metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo

UNI 9670 (prima edizione 1990) Risposta degli individui alle vibrazioni - Apparecchiatura di misura.

UNI 9614 (2017) Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo.



## 5 Criteri di valutazione

### 5.1 La normativa UNI 9614

La norma definisce il metodo di misurazione delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti interne od esterne agli edifici e i criteri di valutazione del disturbo delle persone all'interno degli edifici stessi.

La norma si applica a tutti i fenomeni che possono dare origine a vibrazioni negli edifici; a titolo esemplificativo e non esaustivo: traffico su gomma e su rotaia, attività industriali e funzionamento di macchinari, attività stradali e di cantiere di varia natura, esplosioni e scoppi, attività umane di qualsiasi natura.

La norma non si applica:

- alle vibrazioni derivanti da eventi sismici e affini;
- alle valutazioni di possibili danni strutturali, architettonici o cosmetici negli edifici, all'esame di problematiche di igiene del lavoro, né infine alle valutazioni di danni a macchinari o strumentazione sensibile;
- alle vibrazioni con frequenza minore del limite di banda inferiore al terzo d'ottava con centro a 1 Hz

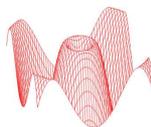
Per quanto attiene le situazioni esistenti o già autorizzate la presente norma, i valori limite e i metodi in essa indicati non si applicano per i casi in cui la data di pubblicazione della norma è posteriore a:

l'inizio dell'attività della sorgente delle vibrazioni;

l'autorizzazione formale alla costruzione (per esempio: permesso di costruire dichiarazione di inizio attività, ecc.) di sorgenti di vibrazioni o manufatti che partecipano ai fenomeni;

la data di modifiche di destinazione d'uso di edifici o di opere dove ha sede la generazione delle vibrazioni

Variazioni a situazioni esistenti attraverso modifiche sostanziali ai manufatti o alle caratteristiche delle sorgenti delle vibrazioni, per quanto di interesse nella generazione e propagazione della vibrazione, se avvenute dopo la data di pubblicazione della presente norma rientrano nel campo di applicazione



## Misurazioni

La misurazione deve essere eseguita soltanto dopo un attento esame di tutti gli aspetti rilevanti ai fini di una chiara descrizione del fenomeno sotto osservazione in particolare: la tipologia della sorgente, la tipologia dell'edificio con le posizioni normalmente occupate dalle persone e i tempi di permanenza nelle stesse. In base a tali informazioni sarà possibile predisporre un piano delle secondo quanto indicato nei punti successivi.

### Grandezza da misurare e direzioni di misura

La grandezza cinematica scelta per la valutazione del disturbo è l'accelerazione assoluta; si deve quindi ricorrere alla misurazione diretta e, quindi, all'impegno dei sensori accelerometrici; non è ammesso l'impiego di velocimetri o altri tipi di sensori e trasduttori.

Le vibrazioni devono essere misurate simultaneamente secondo 3 direzioni ortogonali e il sistema di assi ortogonali deve essere riferito alla struttura dell'edificio, oppure al corpo umano.

Il sistema di riferimento deve essere indicato nel rapporto di misurazione con la motivazione della scelta.

Preferibilmente, per assodata convenzione si utilizzerà l'asse Z per la direzione verticale.

Va comunque sottolineato l'orientamento del sistema di riferimento non influisce sul risultato delle elaborazioni successive, necessarie per la valutazione del disturbo, che fanno riferimento alla combinazione delle elaborazioni delle accelerazioni assiali: è tuttavia suggerito il mantenimento della traccia delle singole componenti assiali dell'accelerazione misurata, per una miglior comprensione dei fenomeni meccanici che generano la vibrazione.

### Postazione di misurazione

Le postazioni di misura devono essere scelte sulla base delle reali condizioni di utilizzo degli ambienti da parte degli abitanti.

Sono quindi esclusi dalle valutazioni seguenti ambienti in quanto considerati ai fini dell'applicazione della presente norma non abitati ripostigli servizi igienici cantine solai corridoio eccetera sono inoltre da escludere zone esterne dell'abitazione quali Giardini video di accesso balconi e terrazzi scale, pianerottoli e simili.

Sono altresì da escludere dalle indagini ambienti privi di requisiti di abitabilità previsti dalla legislazione vigente indipendentemente dal loro reale uso.

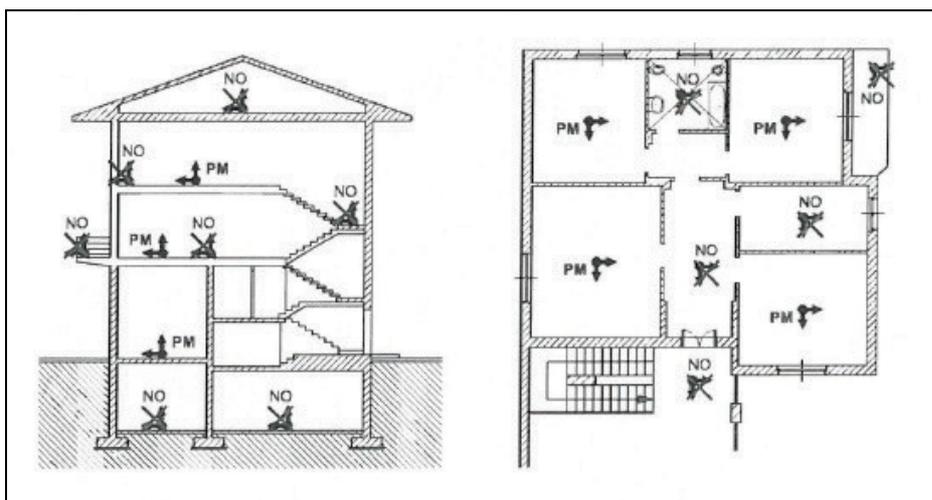
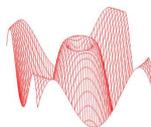
Poiché il file della misura e la valutazione del disturbo alla persona le misurazioni devono essere effettuate in generale sui pavimenti o in subordine su elementi strutturali che possono essere:

- in diretto contatto con il corpo umano durante l'attività normale all'interno dell'ambiente
- superficie di appoggio per mobili utilizzati per il riposo

Sono invece da escludere soffitti controsoffitti mensole, vetrate, suppellettili, mobili, letti, ecc.

Devono inoltre essere evitate misurazioni su superfici che manifestano scarsa aderenza con le strutture per esempio piastrelle poco aderenti al massetto simili superfici morbide e cedevoli tappeti moquette o per le quali l'ampiezza delle vibrazioni può derivare anche da cattivo stato di manutenzione.

Le vibrazioni devono essere misurate nella posizione all'interno dell'ambiente di misura dove si osserva il più elevato dei valori efficaci dell'accelerazione ponderata  $aw(t)$  ma lontano dai punti singolari.



*Indicazione dei punti di misura ideali*

### **Durata della misurazione e numero di eventi**

La durata complessiva delle misurazioni è legata al numero di eventi del fenomeno in esame necessario assicurare una ragionevole accuratezza statistica, tenendo conto non solo della variabilità della sorgente ma anche dell'ambiente di misura.

Se l'esposizione completa deriva da fenomeni di tipo diverso presenti in diversi periodi, occorrerà all'analisi separata delle vibrazioni in ciascuno di questi periodi.

L'appendice A fornisce i criteri con cui individuare gli eventi considerare per il calcolo della massima accelerazione statistica  $a_{w95}$  per i casi di maggiore interesse: è però fondamentale lo sperimentatore verifichi che le condizioni di misurazione e gli eventi siano effettivamente ed esaustivamente rappresentative della situazione in esame.

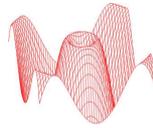
### **Misurazioni delle vibrazioni immesse e residue**

Per il calcolo delle vibrazioni associate alla sorgente ritenuta fonte di disturbo è necessario procedere alla misurazione delle vibrazioni immesse e delle vibrazioni residuo.

La vibrazione residua deve essere misurata nello stesso punto scelto per la misura delle vibrazioni immesse e con le medesime modalità e criteri. Negli ambienti destinati ad uso lavorativo le vibrazioni connesse con l'attività produttiva stessa (per esempio funzionamento di macchinari, movimentazione di merci ecc) o agli impianti al servizio di tali attività sono da considerare come vibrazioni residue. Per sorgenti continue ricadenti definizione delle attività essenziali di pubblico servizio, la misurazione delle Vibrazioni residue non è, generalmente, un'opzione attuabile. Per queste sorgenti si possono quindi misurare, in generale, le sole vibrazioni immesse.

Tuttavia per questo tipo di Sorgenti quando possibile, è opportuno procedere a misurazioni periodi di manutenzione di regime ridotto allo scopo di ottenere una stima delle vibrazioni residue.

Per le sorgenti continue legate ad attività non interrompibili ma non ricadenti nelle attività essenziali, la misura della vibrazione residua è un'opzione attuabile.



Pertanto si deve procedere azioni delle vibrazioni residue attraverso disattivazione programmata delle sorgenti specifiche, previa valutazione cautelativa della significatività delle vibrazioni residue stesse e del loro peso porto alle vibrazioni immesse.

Per sorgenti semi-continue, intermittenti o temporanee, la misurazione delle vibrazioni residuo è per principio possibile e quindi da effettuare.

### **Strumentazione**

La valutazione del disturbo può essere effettuata con l'impiego di strumentazione dedicata che, oltre all'acquisizione e registrazione del segnale accelerometrico, esegue l'elaborazione in linea dei dati.

In alternativa è possibile far ricorso a sistemi acquisizione dati che memorizzano la storia temporale dell'accelerazione in forma digitale e di un software specifico per l'elaborazione fuori linea.

### **Metodo di calcolo**

Il metodo di calcolo illustrato nel seguito è da considerarsi valido per tutti i tipi di sorgente e adeguato a coprire sia i fenomeni di media e breve durata sia fenomeni impulsivi caratterizzati da un fattore di cresta molto elevato

L'elaborazione del segnale corrispondente ad ogni singolo evento comporta una serie di passaggi da eseguirsi nella sequenza indicata

### **Filtraggio con filtro passa banda e con filtro di ponderazione**

L'accelerazione misurata sui tre assi  $a_x(t)$ ,  $a_y(t)$ ,  $a_z(t)$  deve essere filtrata con un filtro passa banda e successivamente con il filtro di ponderazione  $W_m$ . Si ottiene per l' j-esimo asse, l'accelerazione ponderata  $a_{w,j}(t)$ .

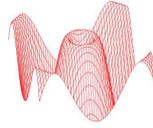
Per l'intera storia temporale del segnale ponderato viene calcolato l'andamento nel tempo del valore efficace dell'accelerazione ponderata, per ogni singolo asse cartesiano  $[a_{w,rms,j}(t)]$

### **Calcolo dell'accelerazione ponderata efficace**

Il calcolo dell'accelerazione ponderata totale efficace  $a_w(t)$  deve essere eseguito per la combinazione, istante per istante, a partire dalle tre accelerazioni assiali ponderate calcolate mediante l'equazione:

$$a_w(t) = \sqrt{a_{w,rms,x}^2(t) + a_{w,rms,y}^2(t) + a_{w,rms,z}^2(t)}$$

La combinazione delle tre componenti assiali del valore efficace dell'accelerazione ponderata è effettuata secondo quanto richiesto dalla norma UNI ISO 2631-1:1997 punto 6.5 con  $k_x=k_y=k_z =1$



### Calcolo della massima accelerazione ponderata

La massima accelerazione ponderata è calcolata come il massimo di tali valori, all'interno del singolo j-esimo evento

$$a_{w,max,j} = \max (a_w(t))$$

### Calcolo della massima accelerazione statistica

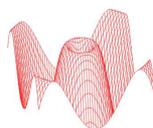
$$a_{w,95} = \overline{a_{w,max}} + 1,8 \times \sigma$$

dove

$\overline{a_{w,max}}$  è il valore medio della massima accelerazione ponderata calcolato mediante la media aritmetica delle massime accelerazioni ponderate relative agli N eventi considerati

$$\overline{a_{w,max}} = \frac{\sum_{j=1}^N a_{w,max,j}}{N}$$

$\sigma$  è lo scarto tipo della distribuzione delle massime accelerazioni ponderate



## Calcolo dell'accelerazione associata alla sorgente

Le vibrazioni associate alla sorgente ritenuta fonte di disturbo devono essere quantificate mediante l'accelerazione ponderata massima statistica della sorgente  $V_{sor}$  che deve essere calcolata a partire dall'accelerazione ponderata massima statistica delle vibrazioni immesse  $V_{imm}$  e dalla accelerazione ponderata massima statistica delle vibrazioni residue  $V_{res}$  con la seguente equazione:

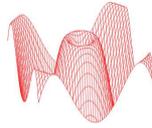
$$V_{sor} = \sqrt{(V_{imm}^2 - V_{res}^2)}$$

## Valori limite

La valutazione del disturbo è effettuata confrontando il parametro descrittore della vibrazione della sorgente  $V_{sor}$  con i limiti di riferimento riportati ai punti 9.1 e 9.2 della norma.

Di seguito vengono riportati per i diversi tipi di ambiente e per i diversi periodi della giornata i valori limite di disturbo

Tipologia	Valore limite $V_{sor}$ [mm/s <sup>2</sup> ]
Ambiente ad uso abitativo	
periodo diurno	7.2
periodo notturno	3.6
periodo diurno giornate festive	5.4
Luoghi lavorativi	14
Ospedali, case di cura ed affini	2
Asili e case di riposo	3.6
Scuole	5.4



## 6 Inquadramento delle sorgenti vibrazionali e del territorio

In fase di misura i macchinari utilizzati nella lavorazione di cantiere erano i seguenti:

- Due escavatori di cui uno dotato di martello pneumatico
- Una ruspa dotata di pala da 230 quintali
- Tre autocarri

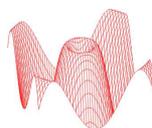
Le operazioni di cantiere svolte durante le ore di misurazione erano le seguenti:

- Rimozione dei sedimenti a monte del bacino
- Rimozione dei sedimenti a ridosso della diga
- Demolizioni



*Vista dei mezzi di cantiere*

Il rilievo è stato condotto in un arco temporale di 6 ore.



## 7 Descrizione delle misure vibrazionali

### 7.1 La strumentazione utilizzata

Per l'esecuzione dei rilievi vibrometrici è stata utilizzata la seguente strumentazione:

#### Misuratore di vibrazioni 01dB Orion

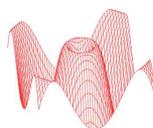


*Catena di misura*

I dati acquisiti vengono analizzati con dBTrait 6.0, un software dedicato ad analisi di rumore e vibrazioni.

Di seguito sono riportati i dati di taratura dello strumento:

<b>Strumento</b>	<b>Modello</b>	<b>Costruttore</b>	<b>Matricola</b>	<b>Certificato</b>	<b>Data certificato</b>
<i>Misuratore di vibrazioni con accelerometro triassiale integrato</i>	ORION	01dB	10400	49831-V	2022-10-10



## 8 Risultati delle misure di vibrazioni

### Confronto secondo UNI 9614:2017 - Valutazione del disturbo da vibrazioni

Per la valutazione dei fenomeni riconducibili alle attività di cantiere è stato applicato il metodo suggerito nella norma, di cui si riporta l'estratto:

*Le attività di cantiere quali: il passaggio di veicoli pesanti, le demolizioni, la battitura di pali, lo scoppio di mine, ecc. costituiscono una sorgente di disturbo con caratteristiche molto diverse da caso a caso; nella maggioranza dei casi tuttavia, si tratta di fenomeni transitori di breve durata facilmente isolabili nella storia temporale dell'attività.*

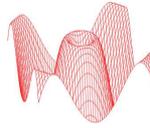
*È necessario comunque che i valori misurati siano raggruppati per tipologia di attività o quantomeno di scenario di cantiere. All'interno di un'attività o scenario di cantiere, il numero minimo di eventi da considerare è 15.*

*L'attività di cantiere è comunque per sua natura limitata a periodi di breve o media durata e i limiti di riferimento considerati accettabili in tutti gli altri casi potrebbero essere oggetto di deroghe qualora non fosse tecnicamente possibile o economicamente giustificato mettere in atto soluzioni lavorative differenti. Vedere a tal riguardo quanto indicato in appendice C.*

Per la valutazione sono stati scelti i 15 eventi più impattanti individuati all'interno dei periodi di misura sul ricettore.

I grafici relativi a questi eventi e alla vibrazione residua sono riportati nello specifico allegato.

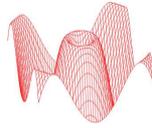
$V_{imm}$	Orario	$a_{w,rms,x}(j)$	$a_{w,rms,y}(j)$	$a_{w,rms,z}(j)$	$a_{w,max,j}(t)$	$\sigma$	
		[mm/s <sup>2</sup> ]					
Evento 1	10:52	2.85	0.83	0.20	6.52	0.1	
Evento 2	11:00	3.19	1.49	0.20	6.79	0.3	
Evento 3	11:00	1.58	2.97	0.18	7.11	0.7	
Evento 4	11:03	2.61	1.25	0.27	7.12	0.7	
Evento 5	11:07	2.93	0.48	0.19	7.20	0.9	
Evento 6	11:12	0.96	2.47	0.37	6.56	0.1	
Evento 7	11:14	1.13	2.09	0.38	4.50	3.1	
Evento 8	12:00	0.61	2.07	0.28	4.91	1.9	
Evento 9	12:01	0.67	2.70	0.50	6.17	0.0	
Evento 10	12:02	0.87	2.42	0.39	6.55	0.1	
Evento 11	12:04	3.05	0.56	0.15	7.26	1.0	
Evento 12	12:06	2.74	0.67	0.16	7.19	0.8	
Evento 13	14:36	2.10	0.19	0.13	4.96	1.7	
Evento 14	14:42	2.07	0.22	0.13	5.02	1.6	
Evento 15	15:43	3.17	0.32	0.15	6.25	0.0	<b>aw95</b>
<b>Media</b>		2.0	1.4	0.2	6.3	1.0	8.0



$V_{res}$	Orario	$a_{w,rms,x}(j)$	$a_{w,rms,y}(j)$	$a_{w,rms,z}(j)$	$a_{w,max,j}(t)$	$\sigma$	
		[mm/s <sup>2</sup> ]					
Evento 1	12:10	0.99	1.07	0.21	2.68	0.0	
Evento 2	12:10	0.56	1.38	0.23	2.74	0.0	
Evento 3	12:21	0.54	1.13	0.23	2.74	0.0	
Evento 4	12:25	0.48	1.43	0.26	3.97	1.3	
Evento 5	12:35	0.54	0.96	0.23	2.32	0.2	
Evento 6	12:42	0.44	1.29	0.17	2.77	0.0	
Evento 7	12:53	0.26	0.91	0.19	2.13	0.5	
Evento 8	12:55	0.56	1.26	0.23	3.14	0.1	<b>aw95</b>
<b>Media</b>		0.5	1.2	0.2	2.8	1.0	4.5

$$V_{sor} = ((V_{imm})^2 - (V_{res})^2)^{0.5} = 6.6 \text{ mm/s}^2$$

Come si può osservare dai calcoli eseguiti, il valore di  $V_{sor}$  non supera i 7.2 mm/s<sup>2</sup> previsti come limite per gli edifici durante il periodo diurno.



## 9 Conclusioni

Le misure effettuate hanno evidenziato una buona ripetibilità valutando correttamente le vibrazioni presenti sull'edificio.

Sono state condotte misure di vibrazioni in un periodo temporale di 6 ore: il confronto con i limiti della UNI 9614:2017 ha messo in evidenza un rispetto generale dei limiti stabiliti nella norma per vibrazioni non costanti.

In allegato:

Allegato 01 – Misure

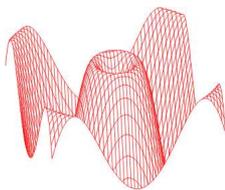
Allegato 02 – Certificati di taratura

Allegato 03 – Documentazione del tecnico incaricato

Opera 24/07/2023

IL TECNICO INCARICATO

Sergenti Marco



**L.C.E.** Laboratorio Certificazione Elettronica s.r.l.

Laboratori, uffici e sede legale: via dei Platani n. 7/9 - 20090 Opera (MI)

Cod. fisc. e P. IVA n. 03531170961

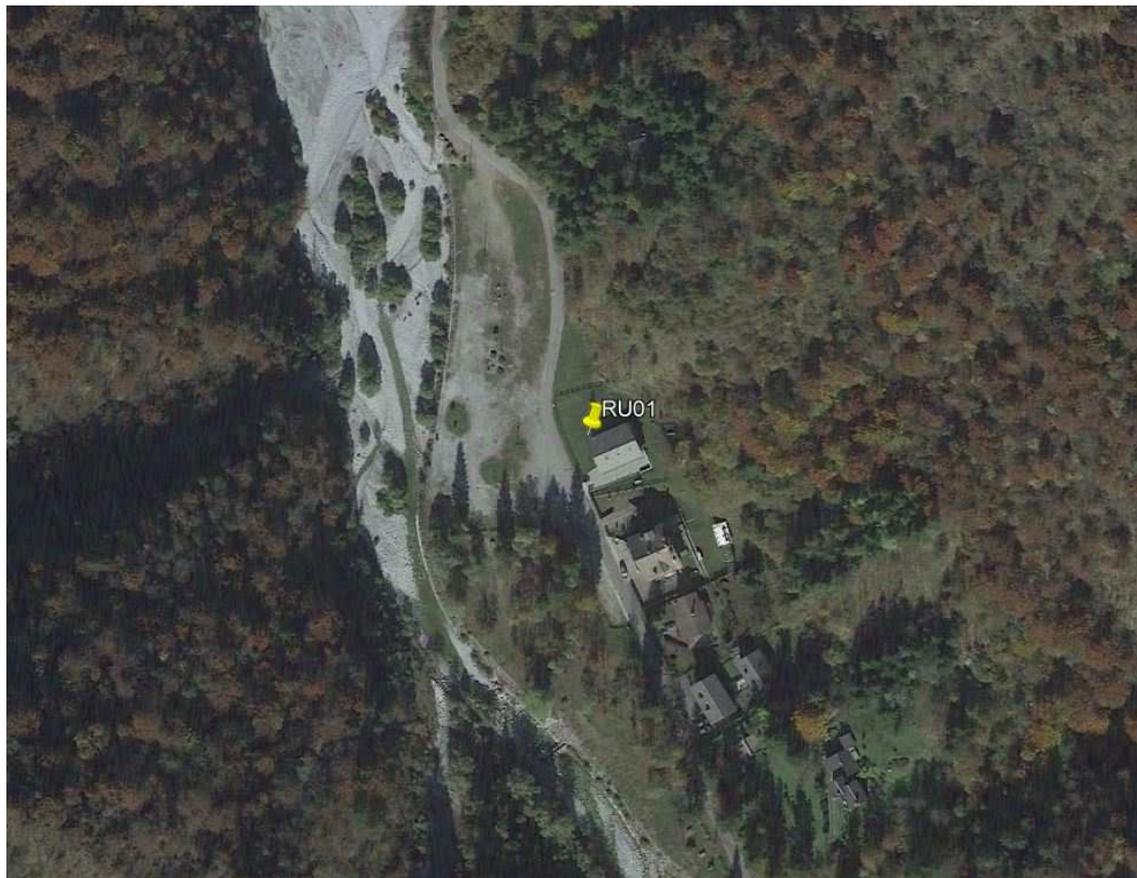
Tel: 02-57602858 / Fax: 02-57607234 - [www.lce.it](http://www.lce.it)

## **Committente**

**Sape Engineering Srl**

*Via del Lago*

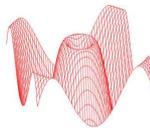
*24010 Cassiglio (BG)*



# **MONITORAGGIO ACUSTICO CASSIGLIO**

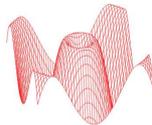
**Giugno 2023**

**Relazione tecnica**



## Sommario

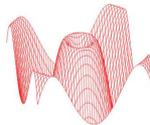
<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....</b>	<b>4</b>
2.1	LOCALIZZAZIONE.....	4
<b>3</b>	<b>LA CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>PUNTI RICETTORI .....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO DELLE SORGENTI ACUSTICHE E DEL TERRITORIO.....</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>RISULTATI E CONFRONTO CON I LIMITI DI IMMISSIONE.....</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>CRITERIO DIFFERENZIALE .....</b>	<b>10</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>11</b>
<b>9</b>	<b>STRUMENTAZIONE UTILIZZATA .....</b>	<b>12</b>
	LE CATENE FONOMETRICHE.....	12
	<i>Calibrazioni</i> .....	13



## 1 Premessa

In relazione alle richieste di Sape Engineering, la scrivente società è stata incaricata della realizzazione di un'attività di monitoraggio acustico in via del Lago, presso il comune di Cassiglio (BG), al fine di verificare la rispondenza dei limiti di immissione con i limiti previsti dal Piano di Classificazione Acustica del Comune e prevedere i livelli sonori ai ricettori.

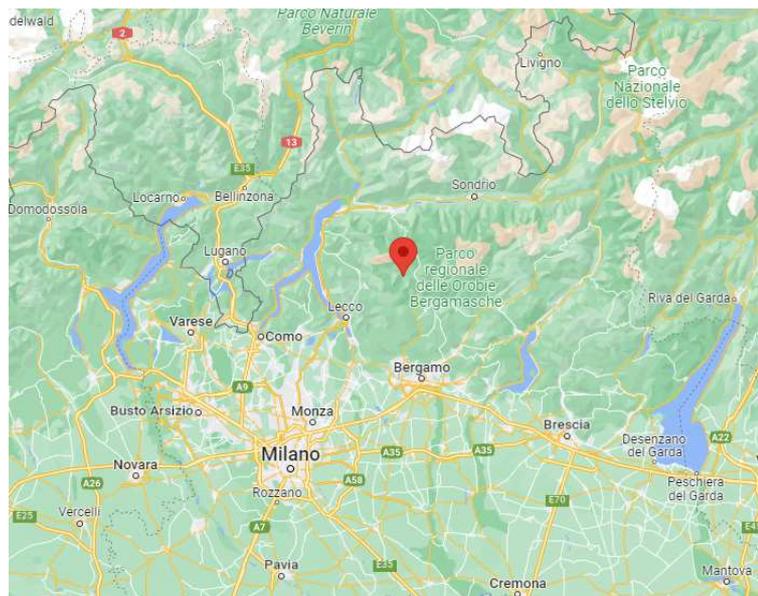
Per valutare tali immissioni sonore è stata eseguita una misura fonometrica sulla facciata dell'edificio più esposta ai rumori di cantiere.



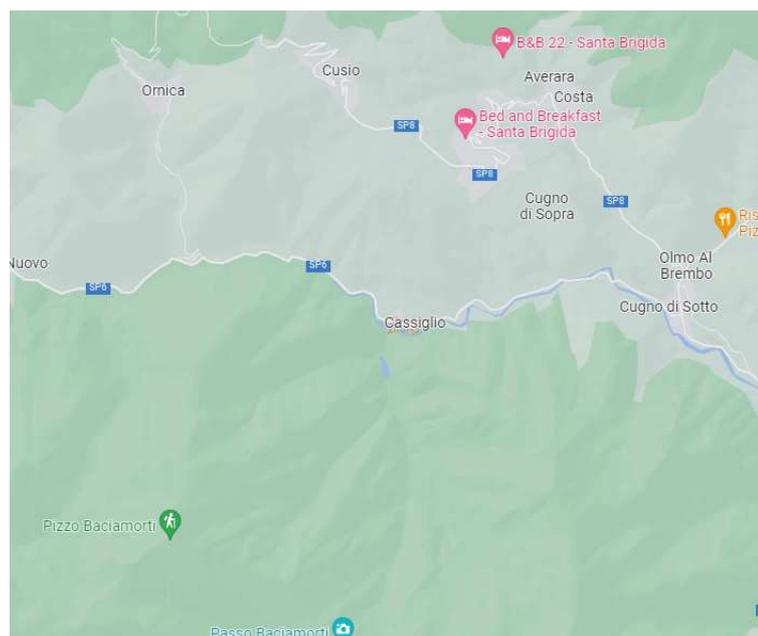
## 2 Inquadramento territoriale

### 2.1 Localizzazione

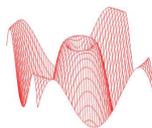
Cassiglio è un comune italiano di 109 abitanti della provincia di Bergamo in Lombardia. Situato in Val Stabina, laterale dell'alta Val Brembana, dista circa 45 chilometri a nord dal capoluogo orobico. Il comune fa parte della Comunità montana della Valle Brembana.



*Localizzazione di Cassiglio*



*Localizzazione di Cassiglio*



L'abitazione oggetto di analisi si affaccia su via del Lago, in prossimità del lago di Cassiglio.

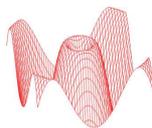


*Localizzazione della zona*

Indirizzo	Numero di piani	Coordinate
Via del Lago	1	45.961100, 9.611060

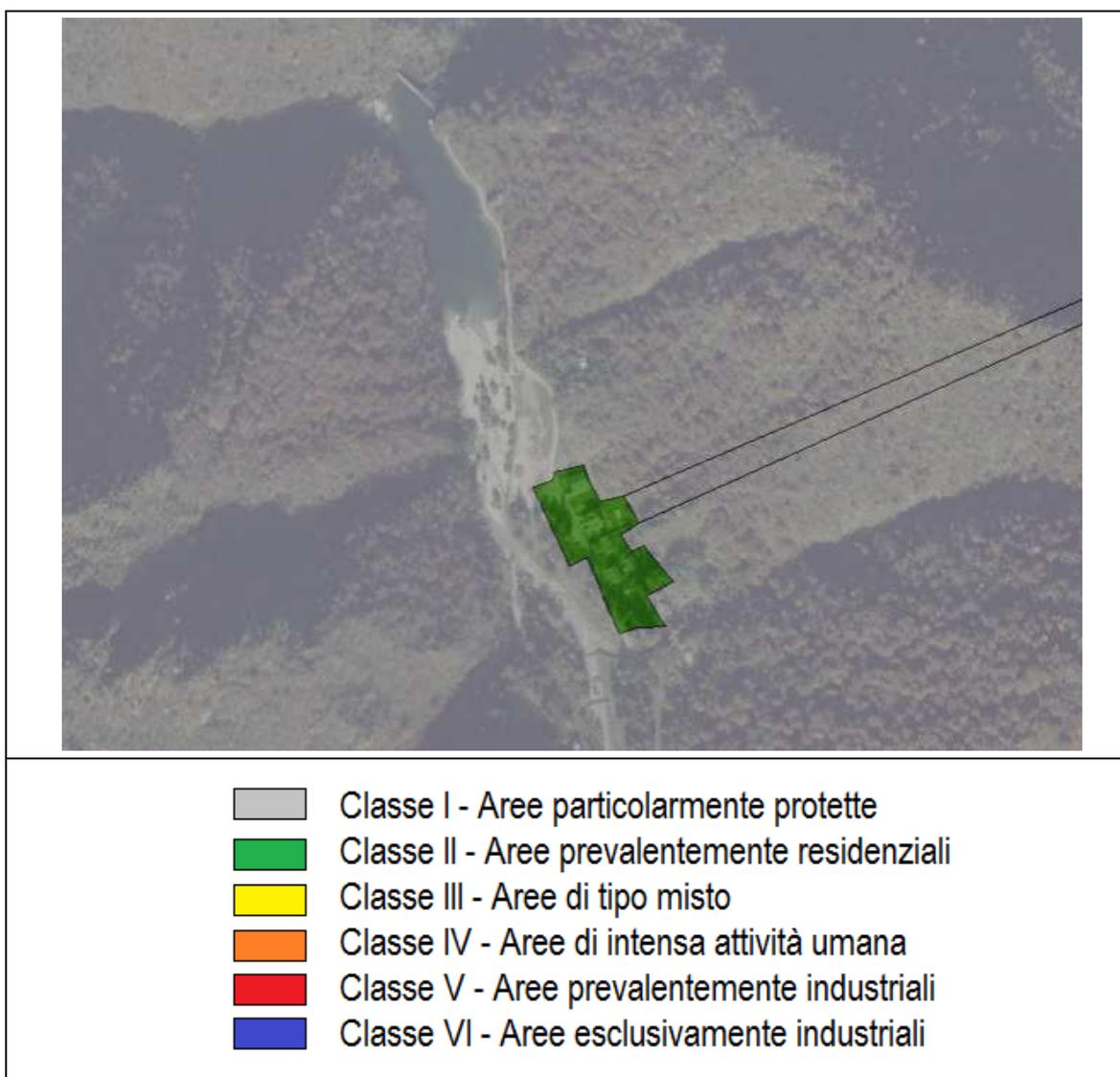


*Caratteristiche dello stabile oggetto di indagine*



### 3 La Classificazione Acustica del Territorio

Il Comune di Cassiglio ha approvato il Piano di Classificazione Acustica del Territorio, per cui abbiamo la situazione riportata nella seguente figura.

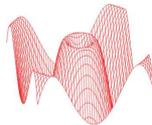


Classificazione acustica

Come si nota dal Piano di Classificazione Acustica, l'edificio oggetto di analisi si trova in *Classe II - Aree prevalentemente residenziali*.

Classe di destinazione d'uso del territorio	Periodo diurno (6-22)	Periodo notturno (22-6)
Classe II – Aree prevalentemente residenziali	55 dBA	45 dBA

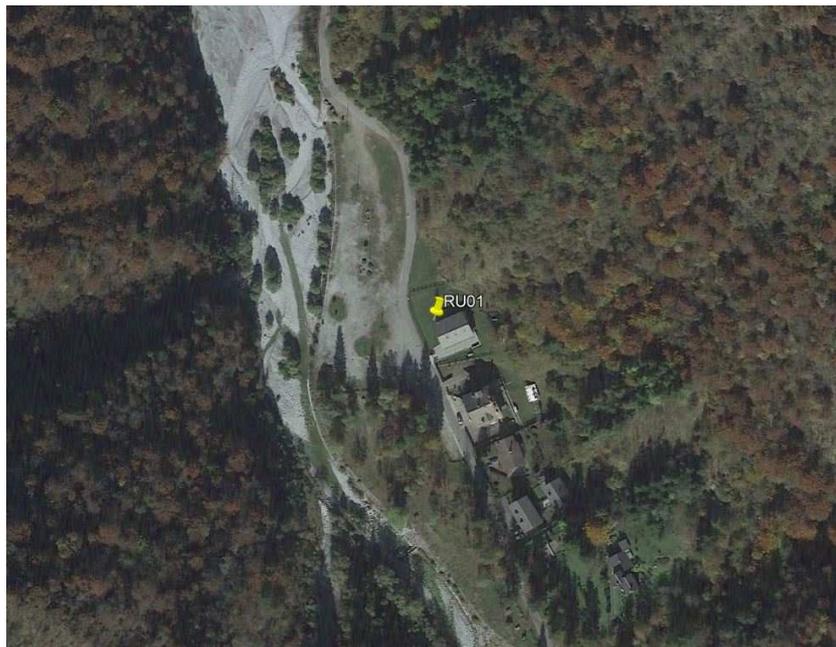
Limiti massimi di immissione per le diverse aree (D.P.C.M. 14/11/97)

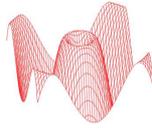


## 4 Punti ricettori

Il punto ricettore scelto è ubicato nel territorio del comune di Cassiglio. Più precisamente:

Ricettore	Indirizzo	Coordinate
RU01	Via del Lago	45.961100, 9.611060





## 5 Inquadramento delle sorgenti acustiche e del territorio

In fase di misura i macchinari utilizzati nella lavorazione di cantiere erano i seguenti:

- Due escavatori di cui uno dotato di martello pneumatico
- Una ruspa dotata di pala da 230 quintali
- Tre autocarri

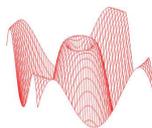
Le operazioni di cantiere svolte durante le ore di misurazione erano le seguenti:

- Rimozione dei sedimenti a monte del bacino
- Rimozione dei sedimenti a ridosso della diga
- Demolizioni



*Vista dei mezzi di cantiere*

Il rilievo è stato condotto in un arco temporale di 6 ore.



## 6 Risultati e confronto con i limiti di immissione

Per lo svolgimento della misura è stato posizionato lo strumento ad un'altezza di circa 1.5 m dal piano campagna e ad 1 m dalla facciata.

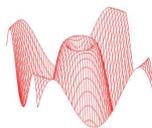


*Vista del punto di misura*

### Confronto con i limiti di immissione

Punto di misura	Tempo di misura	Classe acustica	$L_{immis}$ (dBA)	Limiti (dBA)
RU01	10:00 – 16:00	II	50.2	55

*Livelli sonori di immissione nel periodo di riferimento diurno*



## 7 Criterio differenziale

Al fine di valutare il rispetto del limite differenziale, è stato confrontato lo scenario di rumore residuo con quello di rumore ambientale.

Riprendendo dal DPCM 14/11/97 il concetto di Criterio Differenziale di Immissione, possiamo dire che:

Il “rumore ambientale” viene definito come il livello equivalente di pressione acustica ponderato con la curva A del rumore presente nell’ambiente con la sovrapposizione del rumore relativo all’emissione delle sorgenti disturbanti specifiche. Mentre con “rumore residuo” si intende il livello equivalente di pressione acustica ponderato con la curva A presente senza che siano in funzione le sorgenti disturbanti specifiche.

Il criterio differenziale non si applica nei seguenti casi, in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:

- < se il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dBA durante il periodo diurno e 40 dBA durante il periodo notturno;
- < se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dBA durante il periodo diurno e 25 dBA durante il periodo notturno.

Non si dovrà tenere conto di eventi eccezionali in corrispondenza del luogo disturbato.

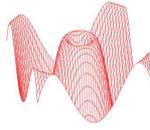
Le differenze ammesse tra il livello del “rumore ambientale” e quello del “rumore residuo” misurati nello stesso modo non devono superare i 5 dBA nel periodo diurno e 3 dBA nel periodo notturno.

I valori ottenuti sono previsti in facciata: quelli all’interno dell’ambiente abitativo a finestre aperte è presumibile che siano più bassi di circa 2-3 dBA.

### Calcolo del differenziale

Punto di misura	Ambientale (dBA)	Residuo (dBA)	Differenziale (dBA)
RU01	50.7	46.5	4.2

*Differenziale nella situazione diurna*



## 8 Conclusioni

Il monitoraggio, oggetto della presente relazione tecnica, svolto in data 08 Giugno 2023 presso l'edificio residenziale in Via del Lago, 24010 Cassiglio (BG) ha messo in evidenza che i limiti acustici attualmente vigenti e il calcolo del differenziale sono rispettati per il periodo diurno.

In allegato:

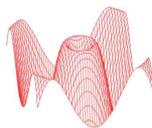
- < Allegato 01 – Misure
- < Allegato 02 – Certificati di taratura
- < Allegato 03 – Documentazione del tecnico incaricato

Opera 24/07/2023

IL TECNICO INCARICATO

Sergenti Marco





## 9 Strumentazione utilizzata

### Le catene fonometriche

Per effettuare i rilievi fonometrici è stato utilizzato uno strumento prodotto dalla 01dB modello Duo, strumento in classe 1 secondo le specifiche della EN60651/94 e EN60804/94 richiesti nel D.M. 16/3/98, il calibratore usato è in classe 1 secondo la CEI 29-4 (IEC942/98).



*L'analizzatore in frequenza 01dB Duo*

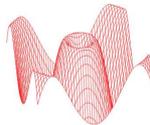
Le misure sono state eseguite come previsto dalle prescrizioni del D.M. 16/3/98 e, per quegli argomenti non previsti all'interno di tale decreto, ci si è attenuti a norme di buona tecnica.

La catena di misura utilizzata è stata calibrata all'inizio e alla fine delle sessioni di misura, senza riscontrare, tra il valore iniziale e quello finale, una differenza superiore a 0.5 dB, ed è tarata da un laboratorio di Accredia.

Si riportano nella tabella sottostante gli estremi dei certificati di taratura della catena di misura utilizzata.

<b>Strumento</b>	<b>Modello</b>	<b>Costruttore</b>	<b>Matricola</b>	<b>Data Certificato</b>	<b>N. Certificato</b>	<b>Laboratorio</b>
<i>Analizzatore</i>	DUO	01 dB	12550	13/12/2021	49823-A	LAT-068
<i>Filtri 1/3 ott</i>				10/10/2022	49824-A	LAT-068
<i>Calibratore</i>	4231	Brüel & Kjær	2518174	15/09/2022	49693-A	LAT-068

*Estremi dei certificati di taratura delle catene fonometriche*

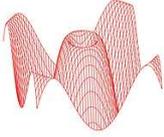


## Calibrazioni

La catena di misura utilizzata è stata calibrata all'inizio e alla fine della sessione di misura senza riscontrare differenze, tra la calibrazione iniziale e quella finale, superiori ai 0.5 dB.

<b>Catena di misura</b>	<b>Calibrazione iniziale</b>	<b>Calibrazione finale</b>	<b>Differenza</b>	<b>Limite</b>
<i>01dB Duo (matr. 12550)</i>	<i>94.0 dB</i>	<i>94.0 dB</i>	<i>+/-0.0 dB</i>	<i>+/-0.5 dB</i>

*Differenza tra le calibrazioni iniziali e finali*

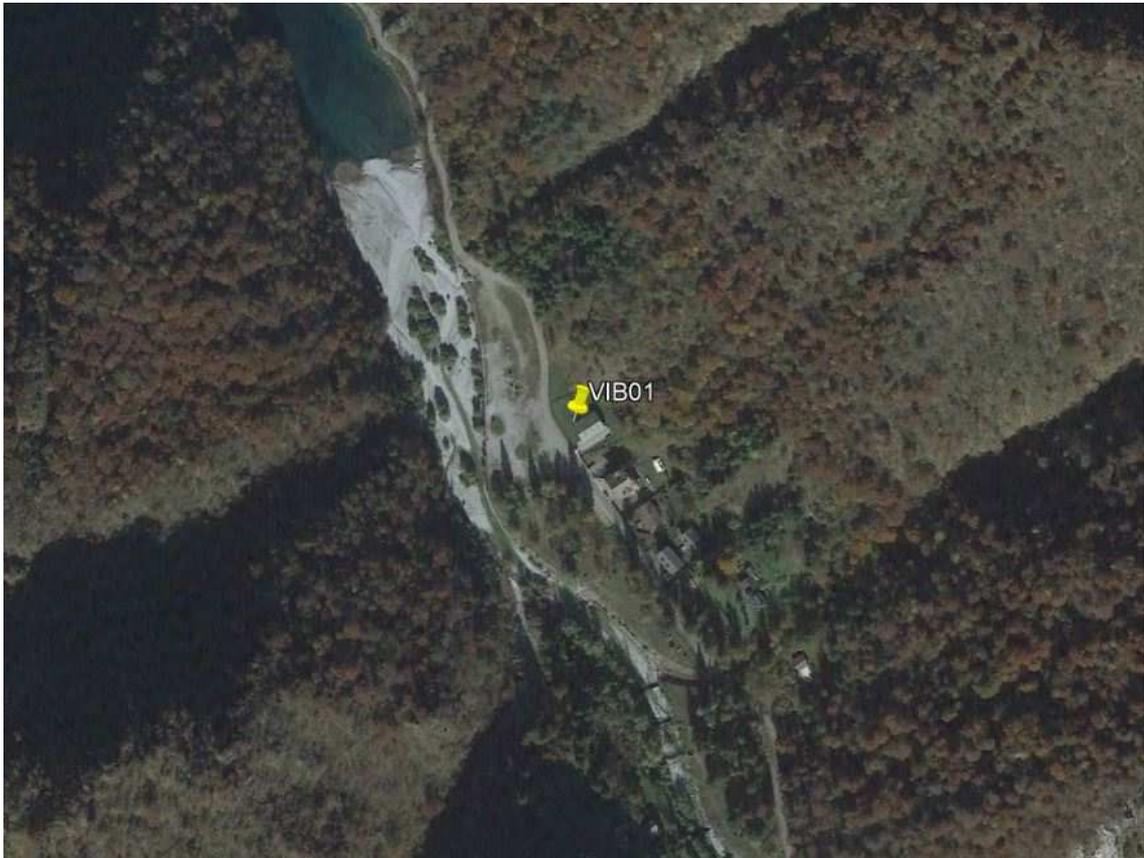


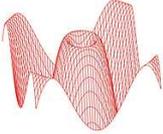
L.C.E. Srl  
Via dei Platani, 7/9  
Opera (MI)

Customer/Committente <b>Sape Engineering Srl</b>		Project Number/Numero Progetto
General Project/Progetto Generale <b>Monitoraggio</b>		Activity/Attività effettuata <b>Misure acustiche esterne</b>
Date/Data: 08/06/2023	Revision/Revisione: 01.00	Location/Località: Cassiglio (BG)
Project Manager/Responsabile Progetto: SM		Sheet/Pagina: 1

# Misure vibrazioni 24 ore

## Cassiglio (BG)



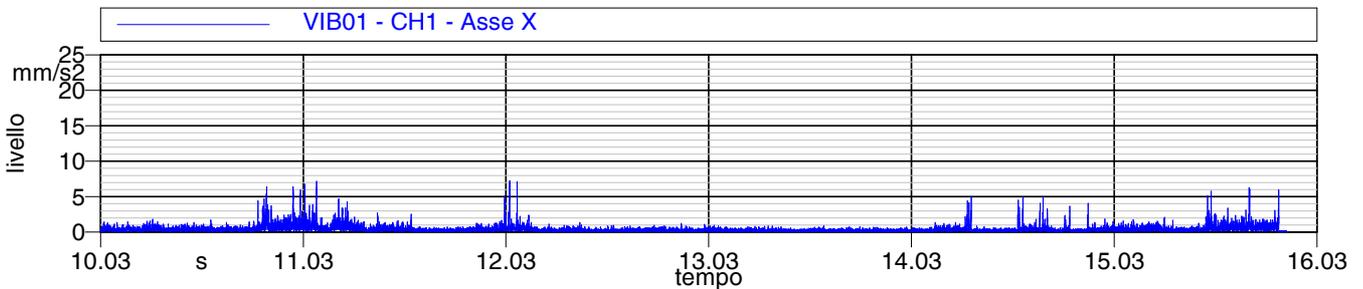
 <p>L.C.E. Srl Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)</p>	Customer/Committente <b>Sape Engineering Srl</b>		Project Number/Numero Progetto
	General Project/Progetto Generale		Activity/Attività effettuata
	<b>Monitoraggio</b>		<b>Misure acustiche esterne</b>
	Date/Data: 08/06/2023	Revision/Revisione: 01.00	Location/Località: Casei (BG)
Project Manager/Responsabile Progetto: SM			Sheet/Pagina: 2

### VIB01

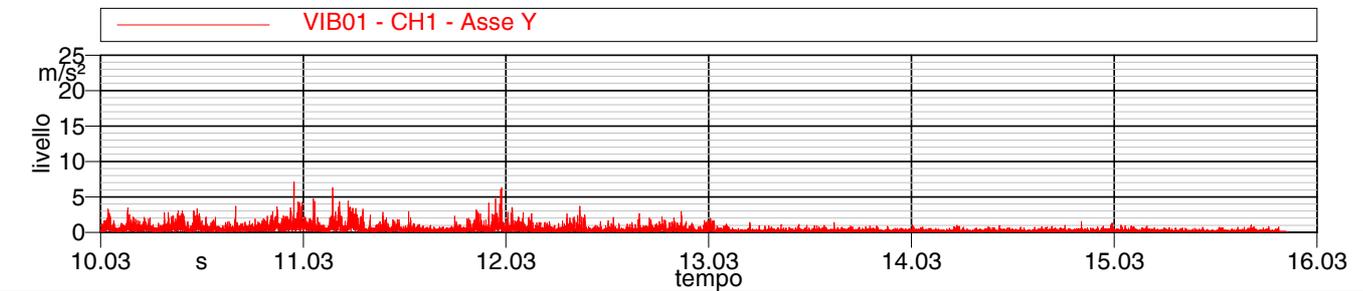
$A_{w,X} = 0.6 \text{ mm}^2/\text{s}$	<i>Valutazione secondo norma UNI 9614:2017</i> $V_{imm} : 8.0 \text{ mm}^2/\text{s}$ $V_{res} : 4.3 \text{ mm}^2/\text{s}$ $V_{sor} : 3.5 \text{ mm}^2/\text{s}$
$A_{w,Y} = 0.6 \text{ mm}^2/\text{s}$	
$A_{w,Z} = 0.2 \text{ mm}^2/\text{s}$	
$A_{w,TOT} = 0.9 \text{ mm}^2/\text{s}$	



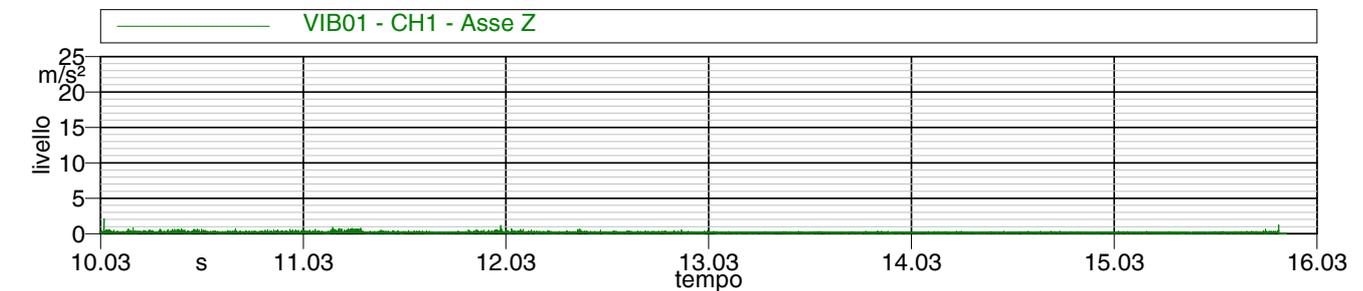
### Asse X



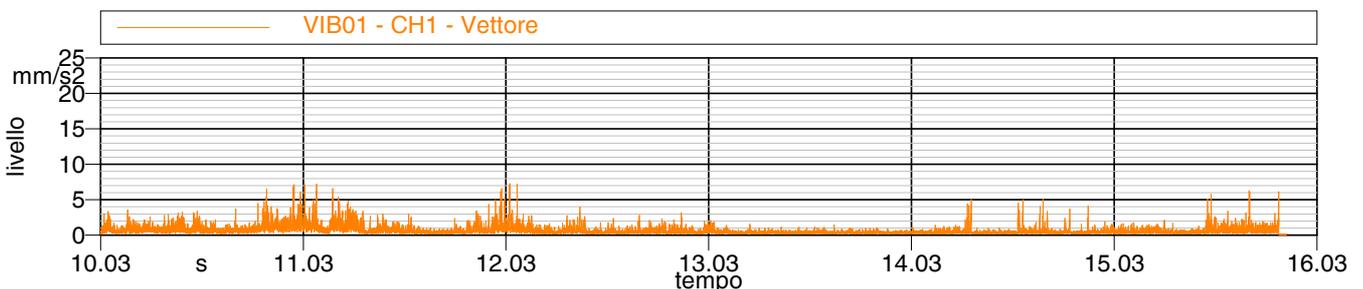
### Asse Y



### Asse Z

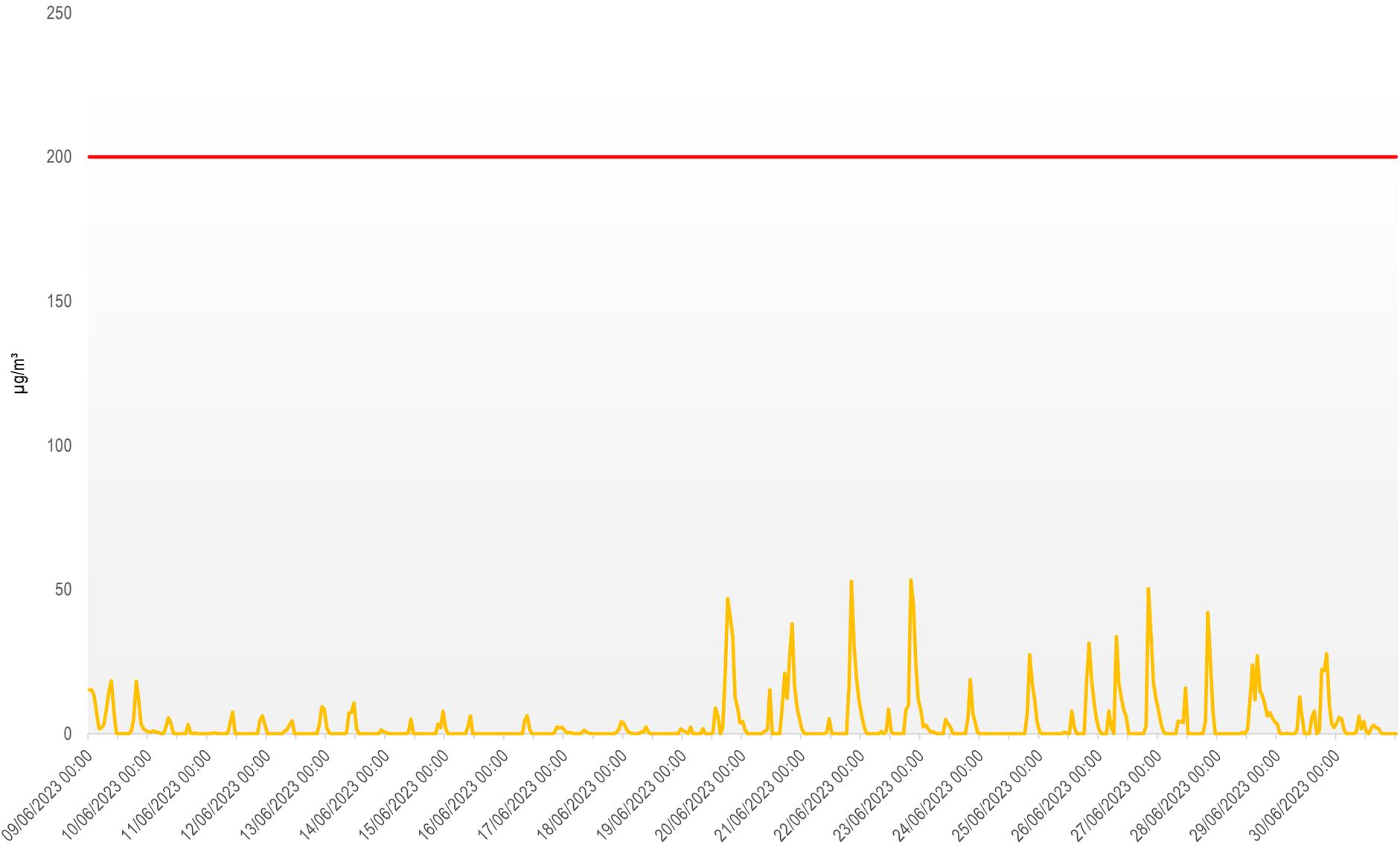


### Somma vettoriale assi



Ora	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )																					
	09/06/2023	10/06/2023	11/06/2023	12/06/2023	13/06/2023	14/06/2023	15/06/2023	16/06/2023	17/06/2023	18/06/2023	19/06/2023	20/06/2023	21/06/2023	22/06/2023	23/06/2023	24/06/2023	25/06/2023	26/06/2023	27/06/2023	28/06/2023	29/06/2023	LIMITI
00:00:00	15.2	0.6	0.0	0.0	2.0	0.4	1.8	0.0	1.2	3.7	1.1	4.3	1.5	6.7	8.2	0.1	0.6	1.4	8.1	0.0	3.4	200
01:00:00	15.2	0.5	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	1.7	0.6	1.3	0.0	2.8	2.4	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	0.2	200
02:00:00	13.3	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.4	0.1	0.0	0.0	0.2	3.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	200
03:00:00	7.4	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.2	2.3	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200
04:00:00	1.7	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	7.9	0.0	0.0	0.1	200
05:00:00	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	200
06:00:00	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200
07:00:00	9.0	2.4	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.7	0.0	0.0	0.0	200
08:00:00	14.7	5.6	0.2	1.5	0.3	0.0	0.0	4.6	1.2	0.6	1.7	0.2	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	17.6	4.4	0.0	1.2	200
09:00:00	18.3	3.8	3.8	3.0	7.2	0.4	2.1	6.3	0.6	2.4	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	4.1	0.0	12.8	200
10:00:00	7.8	0.2	7.5	4.4	7.4	5.1	6.2	1.4	0.1	0.5	0.0	1.4	0.5	0.8	5.0	0.0	0.6	8.1	3.9	0.5	6.1	200
11:00:00	0.2	0.0	0.0	0.0	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.2	5.2	8.5	3.4	0.0	0.1	6.0	15.8	0.0	0.0	200
12:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1	0.8	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	200
13:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	0.0	0.0	11.6	0.0	200
14:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	23.8	5.8	200
15:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7	7.9	200
16:00:00	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.0	0.0	200
17:00:00	0.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.9	20.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.9	1.0	200
18:00:00	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.9	12.3	0.0	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.3	22.2	200
19:00:00	18.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.4	27.2	17.3	10.0	5.1	7.3	18.8	2.7	4.3	10.1	21.8	200
20:00:00	11.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	33.7	38.1	52.8	53.3	18.8	27.4	31.4	50.3	42.0	6.1	27.7	200
21:00:00	3.4	0.0	4.7	3.0	0.0	3.4	0.0	2.4	0.5	0.0	12.7	16.8	30.1	44.7	7.0	17.3	18.2	33.7	24.5	7.4	10.0	200
22:00:00	1.6	0.0	6.2	9.4	1.3	2.1	0.0	2.0	1.5	0.0	8.7	9.0	19.4	23.9	3.8	11.7	10.9	17.6	8.1	5.5	3.5	200
23:00:00	1.1	0.0	3.2	8.6	0.7	7.8	0.0	2.2	4.2	1.7	3.7	5.2	11.8	11.9	0.4	4.2	5.0	12.4	0.0	4.1	2.2	200
Media	6.3	0.8	1.1	1.3	1.3	0.8	0.4	0.8	0.4	0.5	8.0	6.7	5.8	7.2	2.6	2.8	4.0	8.6	5.0	5.7	5.2	
Mediana	3.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.0	0.0	0.5	0.6	0.0	0.0	1.8	0.0	1.0	1.1	
Minimo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Massimo	18.3	5.6	7.5	9.4	10.7	7.8	6.2	6.3	4.2	3.7	46.9	38.1	52.8	53.3	18.8	27.4	31.4	50.3	42.0	27.0	27.7	

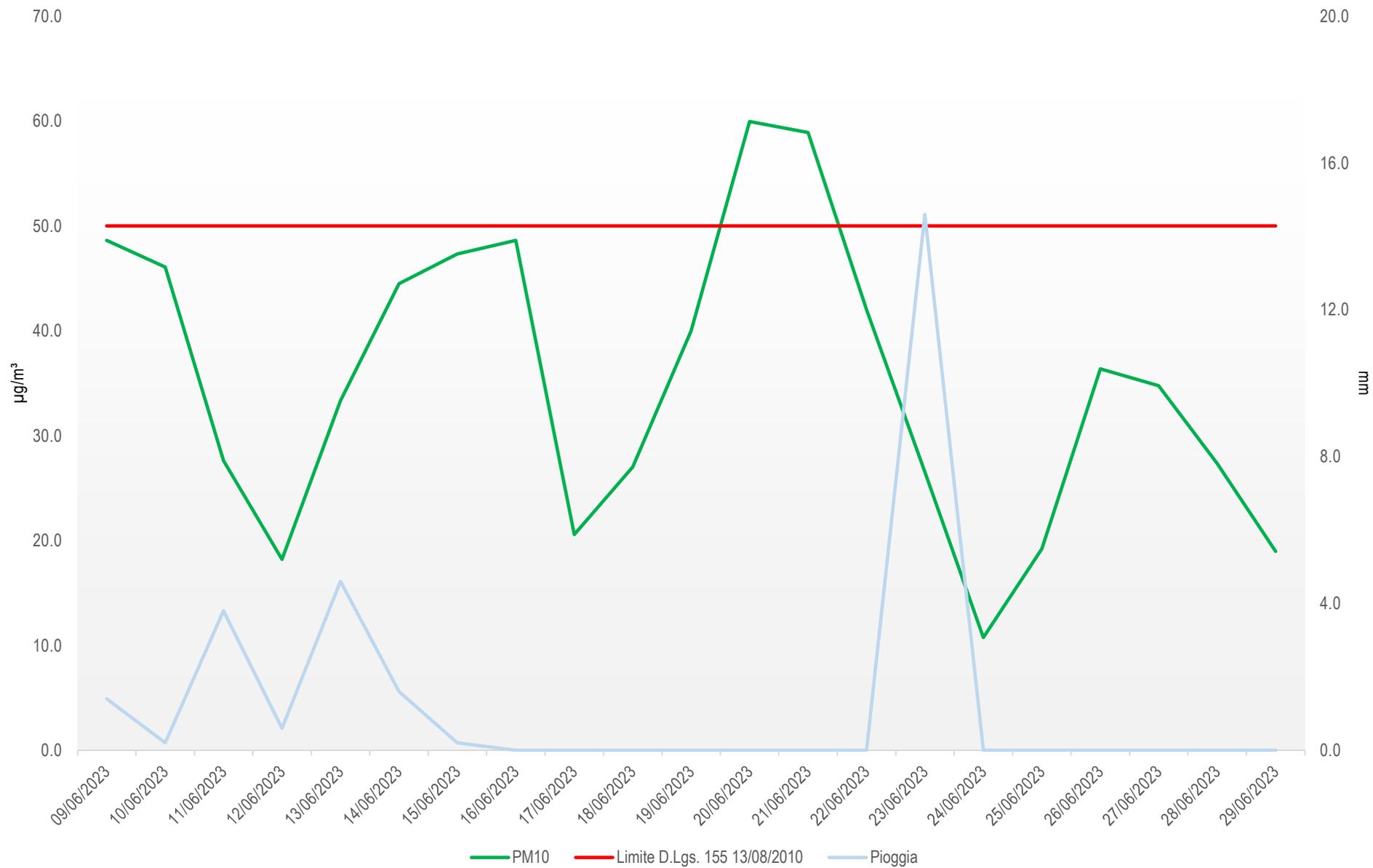
### Andamento della concentrazione di NO<sub>2</sub> in µg/m<sup>3</sup>



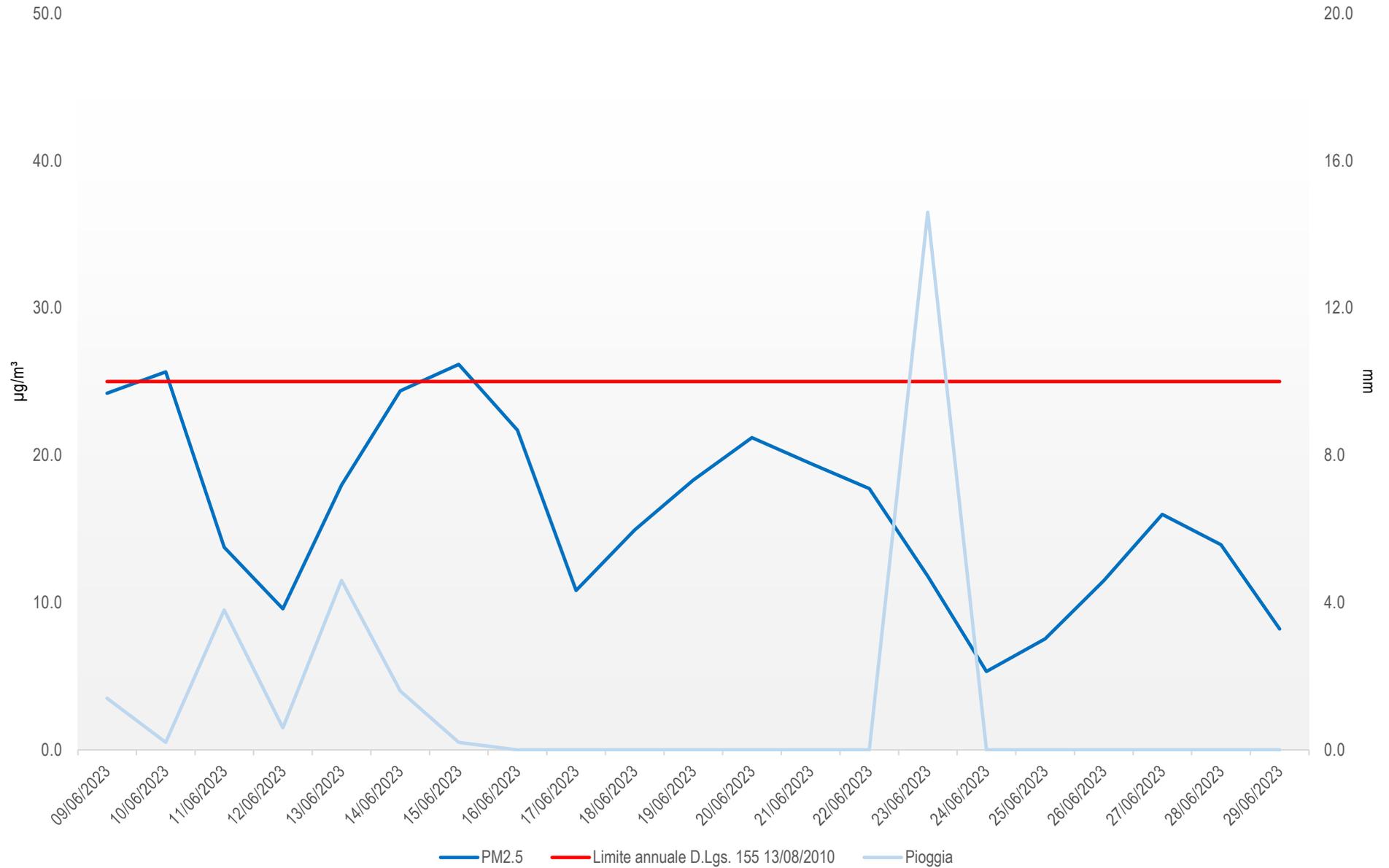
— NO<sub>2</sub> — Limite D.Lgs. 155 13/08/2010

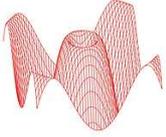
Giorno	PM10		PM2.5		Pioggia (mm)
	Conc. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Conc. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
09/06/2023	48.6	50.0	24.2	25.0	1.4
10/06/2023	46.1	50.0	25.7	25.0	0.2
11/06/2023	27.6	50.0	13.7	25.0	3.8
12/06/2023	18.2	50.0	9.6	25.0	0.6
13/06/2023	33.3	50.0	18.0	25.0	4.6
14/06/2023	44.5	50.0	24.4	25.0	1.6
15/06/2023	47.3	50.0	26.2	25.0	0.2
16/06/2023	48.6	50.0	21.7	25.0	0.0
17/06/2023	20.6	50.0	10.8	25.0	0.0
18/06/2023	27.0	50.0	14.9	25.0	0.0
19/06/2023	40.0	50.0	18.3	25.0	0.0
20/06/2023	59.9	50.0	21.2	25.0	0.0
21/06/2023	58.9	50.0	19.4	25.0	0.0
22/06/2023	42.0	50.0	17.7	25.0	0.0
23/06/2023	26.6	50.0	11.8	25.0	14.6
24/06/2023	10.8	50.0	5.3	25.0	0.0
25/06/2023	19.2	50.0	7.5	25.0	0.0
26/06/2023	36.4	50.0	11.5	25.0	0.0
27/06/2023	34.8	50.0	16.0	25.0	0.0
28/06/2023	27.4	50.0	13.9	25.0	0.0
29/06/2023	19.0	50.0	8.2	25.0	0.0

Andamento della concentrazione di PM10 in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e delle precipitazioni in mm



Andamento della concentrazione di PM2.5 in mg/m<sup>3</sup> e delle precipitazioni in mm

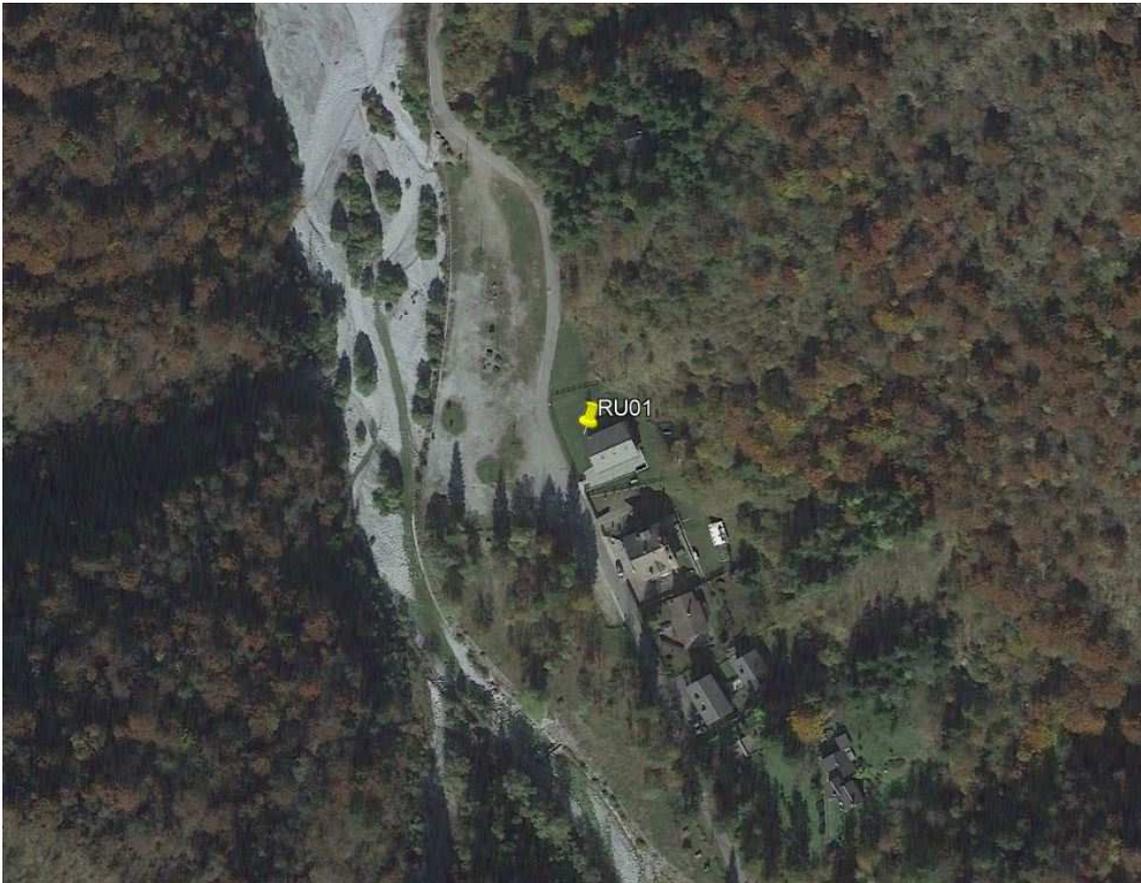


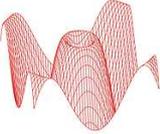


L.C.E. Srl  
Via dei Platani, 7/9  
Opera (MI)

Customer/Committente <b>Sape Engineering Srl</b>		Project Number/Numero Progetto
General Project/Progetto Generale <b>Monitoraggio</b>		Activity/Attività effettuata <b>Misure acustiche esterne</b>
Date/Data: 08/06/2023	Revision/Revisione: 01.00	Location/Località: Case (BG)
Project Manager/Responsabile Progetto: SM		Sheet/Pagina: 1

## Misure fonometriche a breve termine



 <p>L.C.E. Srl Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)</p>	Customer/Committente <b>Sape Engineering Srl</b>		Project Number/Numero Progetto
	General Project/Progetto Generale <b>Monitoraggio</b>		Activity/Attività effettuata <b>Misure acustiche esterne</b>
	Date/Data: 08/06/2023	Revision/Revisione: 01.00	Location/Località: Casei (BG)
	Project Manager/Responsabile Progetto: SM		Sheet/Pagina: 2

## RU01

### Valori acustici principali

Leq(A): 50.2

Lmin(A): 43.4 dBA

Lmax(A): 70.0 dBA

L01: 58.9 dBA

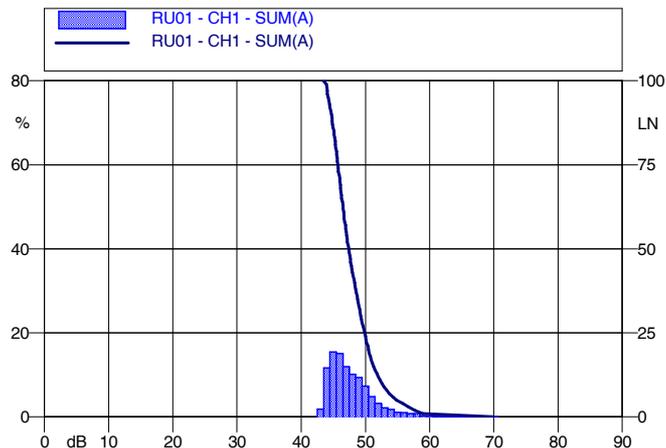
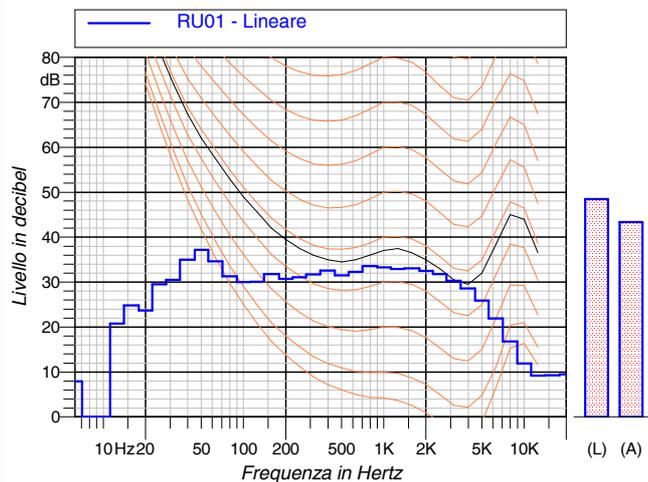
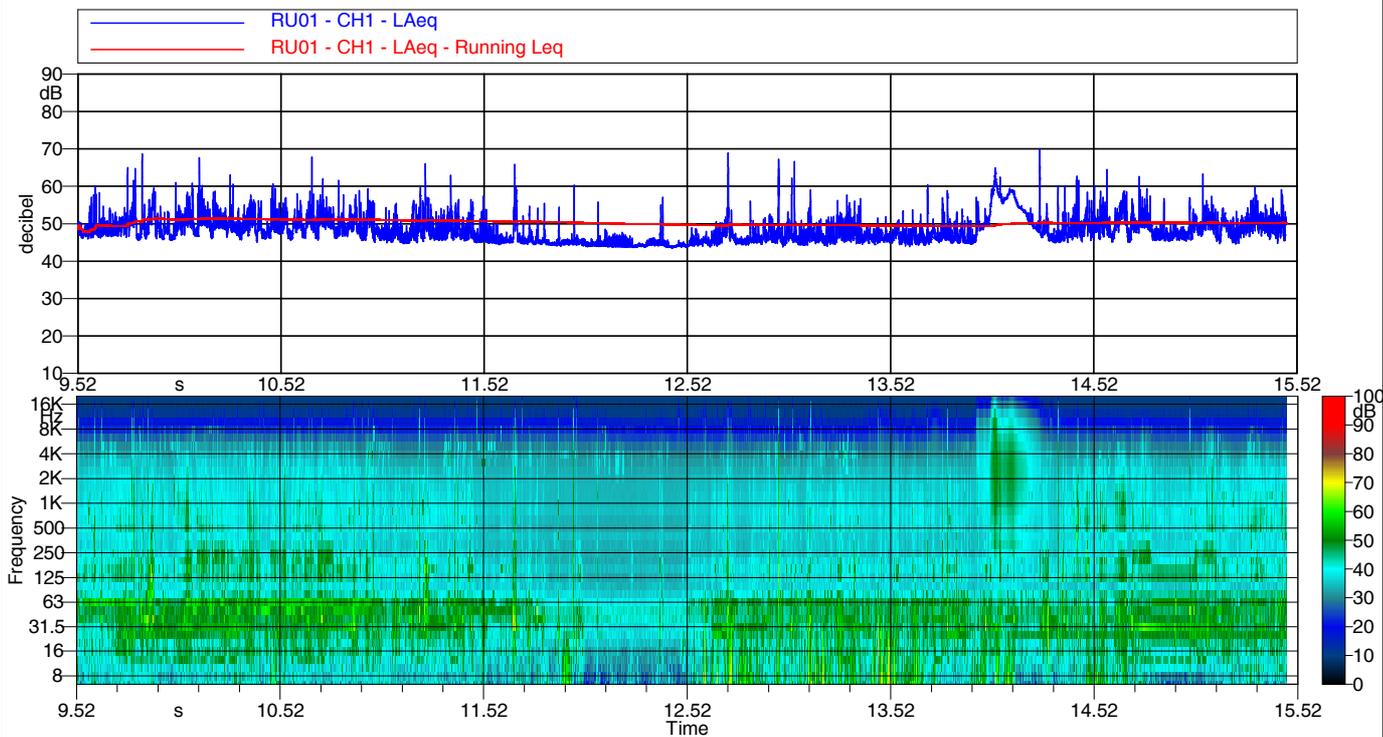
L10: 52.6 dBA

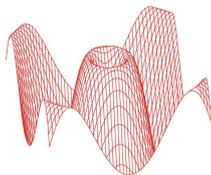
L50: 47.4 dBA

L66: 46.3 dBA

L90: 44.7 dBA

L95: 44.2 dBA





**L.C.E. S.r.l. a Socio Unico**  
Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)  
T. 02 57602858 - www.lce.it - info@lce.it

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49824-A  
Certificate of Calibration LAT 068 49824-A

- data di emissione  
date of issue 2022-10-10  
- cliente  
customer L.C.E. SRL  
20073 - OPERA (MI)  
- destinatario  
receiver L.C.E. SRL  
20073 - OPERA (MI)

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 068 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).  
Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 068 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).  
This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

Si riferisce a

*Referring to*

- oggetto  
item Filtri 1/3 ottave  
- costruttore  
manufacturer 01-dB  
- modello  
model DUO  
- matricola  
serial number 12550  
- data di ricevimento oggetto  
date of receipt of item 2022-10-07  
- data delle misure  
date of measurements 2022-10-10  
- registro di laboratorio  
laboratory reference Reg. 03

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

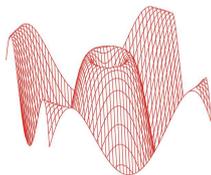
Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.*

Direzione Tecnica  
(Approving Officer)



MARCO SERGENTI  
11.10.2022  
15:42:55 UTC



**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49824-A**  
*Certificate of Calibration LAT 068 49824-A*

**Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:**

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;
- gli strumenti/campioni che garantiscono la riferibilità del Centro;
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;
- il luogo di taratura (se effettuata fuori dal Laboratorio);
- le condizioni ambientali e di taratura;
- i risultati delle tarature e la loro incertezza estesa.

**In the following, information is reported about:**

- description of the item to be calibrated (if necessary);
- technical procedures used for calibration performed;
- instruments or measurement standards which guarantee the traceability chain of the Centre;
- relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body;
- site of calibration (if different from Laboratory);
- calibration and environmental conditions;
- calibration results and their expanded uncertainty.

**Strumenti sottoposti a verifica**  
*Instrumentation under test*

Strumento	Costruttore	Modello	Matricola
Filtri 1/3 ottave	01-dB	DUO	12550

**Procedure tecniche, norme e campioni di riferimento**  
*Technical procedures, Standards and Traceability*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando la procedura di taratura N. PTL 09 rev. 4.7.

Le verifiche effettuate sull'oggetto della taratura sono in accordo con il metodo interno di taratura basato sulla norma CEI EN 61260:1997.

Le tolleranze riportate sono relative alla classe di appartenenza dello strumento come definito nella norma CEI EN 61260:1997.

Nella tabella sottostante vengono riportati gli estremi dei campioni di riferimento dai quali ha inizio la catena della riferibilità del Centro.

Strumento	Matricola	Certificato	Data taratura	Data scadenza
Stazione meteo Ahlborn Almemo 2590+FHAD46-C2L00	H17121184+17110098	LAT N.128U-275/22	2022-02-15	2023-02-15
Multimetro Hewlett Packard 3458A	2823A24857	LAT 019 68708	2022-05-31	2023-05-31
Barometro digitale DRUCK DPI 150	3268333	LAT 128P-930/21	2021-11-22	2022-11-22

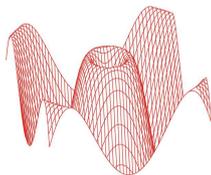
**Condizioni ambientali durante le misure**  
*Environmental parameters during measurements*

Parametro	Di riferimento	Intervallo di validità	All'inizio delle misure	Alla fine delle misure
Temperatura / °C	23,0	da 20 a 26	24,3	24,3
Umidità / %	50,0	da 30 a 70	56,1	56,2
Pressione / hPa	1013,3	da 800 a 1050	1009,1	1009,5

Nella determinazione dell'incertezza non è stata presa in considerazione la stabilità nel tempo dell'oggetto in taratura. Gli elevati valori di incertezza in alcune prove sono determinati dalle caratteristiche intrinseche dello strumento in prova.

Sullo Strumento in esame sono state eseguite misure sia per via elettrica che per via acustica. Le misure per via elettrica sono state effettuate sostituendo alla capsula microfonica un adattatore capacitivo con impedenza elettrica equivalente a quella del microfono.

Tutti i dati riportati nel presente Certificato sono espressi in Decibel (dB). I valori di pressione sonora assoluta sono riferiti a 20 µPa.



**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49824-A**  
 Certificate of Calibration LAT 068 49824-A

**Capacità metrologiche del Centro**  
**Metrological capabilities of the Laboratory**

Nella tabella vengono riportate le capacità metrologiche del Centro per le grandezze acustiche e le relative incertezze ad esse associate.

Grandezza	Strumento in taratura	Campo di misura	Condizioni di misura	Incertezza (*)
Livello di pressione acustica	Pistonofoni (1) Livello di pressione acustica Frequenza	da 94 dB a 140 dB da 160 Hz a 315 Hz	da 160 Hz a 315 Hz da 94 dB a 140 dB	0,10 dB 0,04 %
	Calibratori acustici (1) Livello di pressione acustica Frequenza	da 90 dB a 125 dB da 160 Hz a 1,25 kHz	da 160 Hz a 1,25 kHz da 94 dB a 125 dB	0,10 dB 0,04 %
	Calibratori multifrequenza (1) Livello di pressione acustica Frequenza	da 94 dB a 140 dB da 31,5 Hz a 16 kHz	da 31,5 Hz a 16 kHz da 94 dB a 140 dB	da 0,10 dB a 0,49 dB 0,04 %
	Ponderazione "inversa A" Correzioni pressione/campo libero microfoni	da 94 dB a 114 dB da 94 dB a 114 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz da 31,5 Hz a 16 kHz	0,15 dB 0,12 dB
	Fonometri (2)	da 20 dB a 155 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,14 dB a 0,84 dB
	Fonometri (3)	da 20 dB a 150 dB	da 63 Hz a 16 kHz	da 0,07 dB a 0,45 dB
	Filtri a bande di terzi di ottava (4) Filtri a bande di ottava (4)	da 20 dB a 150 dB da 20 dB a 150 dB	da 20 Hz a 20 kHz da 31,5 Hz a 8 kHz	da 0,1 dB a 1,0 dB da 0,1 dB a 1,0 dB
Sensibilità alla pressione acustica	Microfoni LS1 e LS2	124 dB	250 Hz	0,09 dB
	Microfoni LS2	94 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,11 dB a 0,22 dB
	Microfoni WS2	94 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,11 dB a 0,22 dB
	Microfoni WS2 (risposta di frequenza corretta per campo libero)	94 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,12 dB a 0,83 dB

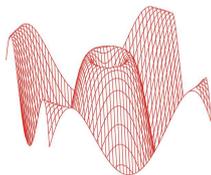
(\*) L'incertezza di misura è dichiarata come incertezza estesa corrispondente al livello di fiducia al 95% ed è ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k specificato.

(1) Calibratori conformi sia alla IEC 60942:2003 che alla IEC 60942:2017.

(2) Fonometri conformi solamente alle norme IEC 60651:1979 e IEC 60804:2000.

(3) Fonometri conformi alla norma IEC 61672-1:2002 e alla IEC 61672-1:2013.

(4) Filtri conformi alla norma IEC 61260:1995



**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49824-A**  
Certificate of Calibration LAT 068 49824-A

### 1. Ispezione preliminare

**Descrizione:** Nella tabella sottostante vengono riportati i risultati dei controlli preliminari effettuati sulla strumentazione in taratura.

Controllo	Esito
Ispezione visiva iniziale	OK
Integrità meccanica	OK
Integrità funzionale	OK
Equilibrio termico	OK
Alimentazione	OK
Luogo di taratura	SEDE

### 2. Modalità e condizioni di misura

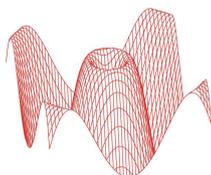
**Descrizione:** Vengono qui riportate le impostazioni e le caratteristiche dello strumento rilevanti ai fini della Taratura.

Impostazioni	
Frequenza di campionamento	51,20 kHz
Sistema di calcolo	base due
Attenuazione di riferimento	0,00 dB

### 3. Attenuazione relativa

**Descrizione:** La verifica dell'attenuazione relativa viene effettuata ad 1 dB dal limite superiore del campo di funzionamento lineare nella gamma di livello di riferimento.

Frequenza normalizzata f/fm	Attenuazioni rilevate dB					Limiti Classe 1 dB	Incertezza dB
	Filtro a 20 Hz	Filtro a 80 Hz	Filtro a 250 Hz	Filtro a 2500 Hz	Filtro a 20000 Hz		
0,18400	>90,00	>80,00	>90,00	>90,00	>80,00	+70/+∞	1,00
0,32578	>80,00	>80,00	>80,00	>80,00	68,50	+61/+∞	0,80
0,52996	60,70	59,10	59,50	59,10	46,70	+42/+∞	0,30
0,77181	28,20	27,80	28,50	27,70	20,60	+17,5/+∞	0,20
0,89090	3,10	3,40	3,50	3,30	3,20	+2,0/+5,0	0,20
0,91932	0,40	0,50	0,50	0,40	0,80	-0,3/+1,3	0,12
0,94702	0,10	0,10	-0,00	0,10	-0,00	-0,3/+0,6	0,12
0,97394	0,10	0,10	0,10	-0,00	-0,00	-0,3/+0,4	0,12
1,00000	0,10	0,10	0,10	-0,00	-0,10	-0,3/+0,3	0,12
1,02676	0,10	0,10	0,10	0,10	-0,10	-0,3/+0,4	0,12
1,05594	0,10	0,10	0,10	-0,00	-0,10	-0,3/+0,6	0,12
1,08776	0,50	0,50	0,50	0,50	-0,00	-0,3/+1,3	0,12
1,12246	3,20	4,00	3,90	4,00	3,00	+2,0/+5,0	0,20
1,29565	29,20	32,80	31,40	32,80	67,20	+17,5/+∞	0,20
1,88695	64,60	>80,00	71,70	>80,00	71,70	+42,0/+∞	0,30
3,06955	>90,00	>90,00	>90,00	>90,00	>80,00	+61/+∞	0,80
5,43474	>90,00	>90,00	>90,00	>90,00	>80,00	+70/+∞	1,00



**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49824-A**  
*Certificate of Calibration LAT 068 49824-A*

#### 4. Campo di funzionamento lineare

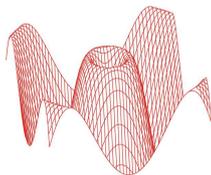
**Descrizione:** La linearità della risposta del filtro viene verificata nella gamma di livello di riferimento, partendo dal limite superiore, per 50 dB di dinamica, ad intervalli di 5 dB tranne a 5 dB dagli estremi dove la verifica viene effettuata ad intervalli di 1 dB.

Filtro a 20 Hz		Filtro a 250 Hz		Filtro a 20000 Hz		Limiti Classe 1 dB	Incertezza dB
Livello Nominale dB	Scarto dB	Livello Nominale dB	Scarto dB	Livello Nominale dB	Scarto dB		
137,0	-0,10	137,0	-0,10	137,0	-0,10	±0,4	0,14
136,0	-0,10	136,0	-0,10	136,0	-0,10	±0,4	0,14
135,0	-0,10	135,0	-0,10	135,0	-0,10	±0,4	0,14
134,0	-0,10	134,0	-0,10	134,0	-0,10	±0,4	0,14
133,0	-0,10	133,0	-0,10	133,0	-0,10	±0,4	0,14
132,0	-0,10	132,0	-0,10	132,0	-0,10	±0,4	0,14
127,0	-0,10	127,0	-0,10	127,0	-0,10	±0,4	0,14
122,0	-0,10	122,0	-0,10	122,0	-0,10	±0,4	0,14
117,0	-0,10	117,0	-0,10	117,0	-0,10	±0,4	0,14
112,0	-0,10	112,0	-0,10	112,0	-0,10	±0,4	0,14
107,0	0,00	107,0	-0,10	107,0	-0,10	±0,4	0,14
102,0	0,00	102,0	0,00	102,0	0,00	±0,4	0,14
97,0	0,00	97,0	0,00	97,0	0,00	±0,4	0,14
92,0	0,00	92,0	0,00	92,0	0,00	±0,4	0,14
91,0	0,00	91,0	0,00	91,0	0,00	±0,4	0,14
90,0	0,00	90,0	0,00	90,0	0,00	±0,4	0,14
89,0	0,00	89,0	0,00	89,0	0,00	±0,4	0,14
88,0	0,00	88,0	0,00	88,0	0,00	±0,4	0,14
87,0	0,00	87,0	0,00	87,0	0,00	±0,4	0,14

#### 5. Filtri anti-ribaltamento

**Descrizione:** La verifica viene effettuata ad un livello pari al limite superiore del campo di funzionamento lineare della gamma di riferimento. Per ciascun filtro verificato viene inviato un segnale sinusoidale stazionario di frequenza pari alla frequenza di campionamento dello strumento meno la frequenza centrale nominale del filtro.

Frequenza nominale filtro Hz	Frequenza esatta filtro Hz	Frequenza generata Hz	Attenuazione rilevata dB	Attenuazione minima Classe 1 dB	Incertezza dB
20	19,69	51180,31	>90,00	70,0	1,00
250	250,00	50950,00	>90,00	70,0	1,00
2500	2519,84	48680,16	>90,00	70,0	1,00



**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49824-A**  
 Certificate of Calibration LAT 068 49824-A

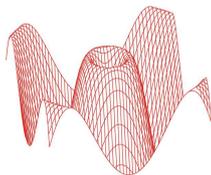
**6. Somma dei segnali d'uscita**

Frequenza nominale filtro Hz	Frequenza esatta filtro Hz	Frequenza generata Hz	Scarto dB	Limiti Classe 1 dB	Incertezza dB
80	78,75	78,75	0,01	+1,0/-2,0	0,10
80	78,75	70,15	-0,63	+1,0/-2,0	0,10
80	78,75	88,39	-0,68	+1,0/-2,0	0,10
250	250,00	250,00	0,01	+1,0/-2,0	0,10
250	250,00	222,73	-0,54	+1,0/-2,0	0,10
250	250,00	280,62	-0,63	+1,0/-2,0	0,10
2500	2519,84	2519,84	0,01	+1,0/-2,0	0,10
2500	2519,84	2244,93	-0,53	+1,0/-2,0	0,10
2500	2519,84	2828,42	-0,68	+1,0/-2,0	0,10

**7. Funzionamento in tempo reale**

**Descrizione:** I campi di frequenze nei quali i filtri devono funzionare in tempo reale vengono verificati tramite questa prova che utilizza la modulazione in frequenza del segnale fornito.

Frequenza nominale filtro Hz	Frequenza esatta filtro Hz	Scarto dB	Limiti Classe 1 dB	Incertezza dB
20	19,69	-0,10	±0,3	0,10
25	24,80	-0,20	±0,3	0,10
31,5	31,25	-0,20	±0,3	0,10
40	39,37	-0,20	±0,3	0,10
50	49,61	-0,20	±0,3	0,10
63	62,50	-0,20	±0,3	0,10
80	78,75	-0,20	±0,3	0,10
100	99,21	-0,20	±0,3	0,10
125	125,00	-0,20	±0,3	0,10
160	157,49	-0,20	±0,3	0,10
200	198,43	-0,10	±0,3	0,10
250	250,00	-0,20	±0,3	0,10
315	314,98	-0,20	±0,3	0,10
400	396,85	-0,10	±0,3	0,10
500	500,00	-0,20	±0,3	0,10
630	629,96	-0,10	±0,3	0,10
800	793,70	-0,10	±0,3	0,10
1000	1000,00	-0,10	±0,3	0,10
1250	1259,92	-0,10	±0,3	0,10
1600	1587,40	-0,10	±0,3	0,10
2000	2000,00	-0,10	±0,3	0,10
2500	2519,84	-0,10	±0,3	0,10
3150	3174,80	-0,10	±0,3	0,10
4000	4000,00	-0,20	±0,3	0,10
5000	5039,68	-0,20	±0,3	0,10
6300	6349,60	-0,10	±0,3	0,10
8000	8000,00	-0,20	±0,3	0,10
10000	10079,37	-0,20	±0,3	0,10
12500	12699,21	-0,20	±0,3	0,10
16000	16000,00	0,00	±0,3	0,10
20000	20158,74	0,10	±0,3	0,10



**L.C.E. S.r.l. a Socio Unico**  
Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)  
T. 02 57602858 - www.lce.it - info@lce.it

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49831-V  
Certificate of Calibration LAT 068 49831-V

- data di emissione  
date of issue 2022-10-10  
- cliente  
customer L.C.E. SRL  
20073 - OPERA (MI)  
- destinatario  
receiver L.C.E. SRL  
20073 - OPERA (MI)

Si riferisce a

Referring to  
- oggetto  
item Misuratore di vibrazioni  
- costruttore  
manufacturer 01-dB  
- modello  
model Orion  
- matricola  
serial number 10400  
- data di ricevimento oggetto  
date of receipt of item 2022-10-10  
- data delle misure  
date of measurements 2022-10-10  
- registro di laboratorio  
laboratory reference Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accREDITAMENTO LAT N° 068 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).  
Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 068 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).  
This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

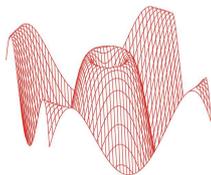
Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.*

Direzione Tecnica  
(Approving Officer)



MARCO SERGENTI  
11.10.2022  
15:42:56 UTC



**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49831-V**  
*Certificate of Calibration LAT 068 49831-V*

**Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:**

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;
- gli strumenti/campioni che garantiscono la riferibilità del Centro;
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;
- il luogo di taratura (se effettuata fuori dal Laboratorio);
- le condizioni ambientali e di taratura;
- i risultati delle tarature e la loro incertezza estesa.

**In the following, information is reported about:**

- description of the item to be calibrated (if necessary);
- technical procedures used for calibration performed;
- instruments or measurement standards which guarantee the traceability chain of the Centre;
- relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body;
- site of calibration (if different from Laboratory);
- calibration and environmental conditions;
- calibration results and their expanded uncertainty.

**Strumenti sottoposti a verifica**  
*Instrumentation under test*

Strumento	Costruttore	Modello	Matricola
Misuratore di vibrazioni	01-dB	Orion	10400

**Procedure tecniche, norme e campioni di riferimento**  
*Technical procedures, Standards and Traceability*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando la procedura di taratura N. PTL 29 Rev. 1.0.

Le verifiche effettuate sull'oggetto della taratura sono in accordo con quanto previsto dalla norma ISO 8041:2017 paragrafo 14.

Le tolleranze riportate sono relative alla classe di appartenenza dello strumento come definito nella norma ISO 8041:2017.

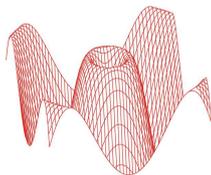
Nella tabella sottostante vengono riportati gli estremi dei campioni di riferimento dai quali ha inizio la catena della riferibilità del Centro.

Strumento	Matricola	Certificato	Data taratura	Data scadenza
Accelerometro PCB 301A03	945	INRIM 20-0653-02	2020-10-19	2022-10-19
Amplificatore di misura Brüel & Kjaer 2693	2504022	INRIM 20-0653-04	2020-10-19	2022-10-19
Scheda di acquisizione National Instruments NI USB-4431	149447D	LAT121 9534	2021-11-05	2022-11-05
Stazione meteo Ahlborn Almemo 2590+FHAD46-C2L00	H17121184+17110098	LAT N.128U-275/22	2022-02-15	2023-02-15
Barometro digitale DRUCK DPI 150	3268333	LAT 128P-930/21	2021-11-22	2022-11-22

**Condizioni ambientali durante le misure**  
*Environmental parameters during measurements*

Parametro	Di riferimento	Intervallo di validità	All'inizio delle misure	Alla fine delle misure
Temperatura / °C	23	da 20 a 26	25	25
Umidità / %	50	da 30 a 70	57	57
Pressione / hPa	1013	da 800 a 1050	1008	1008

Nella determinazione dell'incertezza non è stata presa in considerazione la stabilità nel tempo dell'oggetto in taratura.



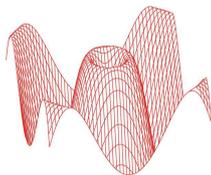
**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49831-V**  
*Certificate of Calibration LAT 068 49831-V*

**Capacità metrologiche del Centro**  
***Metrological capabilities of the Laboratory***

Nella tabella vengono riportate le capacità metrologiche del Centro per la grandezza accelerazione e le relative incertezze ad esse associate.

Grandezza	Strumento in taratura	Campo di misura	Condizioni di misura	Incertezza (*)
Accelerazione	Catene accelerometriche con trasduttori a singola faccia e doppia faccia	9,81 m/s <sup>2</sup>	DC	0,5 %
		da 0,5 m/s <sup>2</sup> a 300 m/s <sup>2</sup>	1 Hz ≤ f < 5 Hz	3,4 %
			5 Hz ≤ f < 20 Hz	2,0 %
			20 Hz ≤ f < 1 kHz	1,5 %
			1 kHz ≤ f < 5 kHz	2,0 %
	5 kHz ≤ f ≤ 10 kHz	3,8 %		
	Analizzatori con trasduttore accoppiato	9,81 m/s <sup>2</sup>	DC	0,6 %
		da 0,5 m/s <sup>2</sup> a 300 m/s <sup>2</sup>	1 Hz ≤ f < 5 Hz	3,5 %
			5 Hz ≤ f < 20 Hz	2,2 %
			20 Hz ≤ f < 1 kHz	1,7 %
1 kHz ≤ f < 5 kHz			2,1 %	
Analizzatori con trasduttore mano braccio	da 1 m/s <sup>2</sup> a 100 m/s <sup>2</sup>	da 10 Hz a 800 Hz	2,5 %	
Analizzatori con trasduttore corpo intero	da 0,1 m/s <sup>2</sup> a 15 m/s <sup>2</sup>	da 2 Hz a 80 Hz	2,5 %	
Calibratore vibrometrico: accelerazione frequenza	da 0,5 m/s <sup>2</sup> a 15 m/s <sup>2</sup>	da 15 Hz a 1 kHz	0,8 % 0,04 %	

(\*) L'incertezza di misura è dichiarata come incertezza estesa corrispondente al livello di fiducia al 95% ed è ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k specificato.



**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49831-V**  
*Certificate of Calibration LAT 068 49831-V*

## 1. Ispezione preliminare

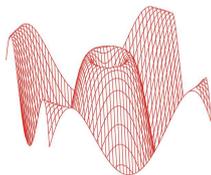
Durante questa fase vengono eseguiti i controlli preliminari sulla strumentazione in taratura. I risultati di tali controlli sono riportati nella tabella sottostante.

Controllo	Esito
Ispezione visiva iniziale	OK
Integrità meccanica	OK
Integrità funzionale	OK
Equilibrio termico	OK
Alimentazione	OK
Luogo di taratura	SEDE

## 2. Misurando, modalità e condizioni di misura

Il misurando è l'accelerazione letta sullo strumento in taratura. La taratura è stata eseguita applicando il metodo di confronto con la catena di riferimento.

Impostazioni			
	Asse X	Asse Y	Asse Z
Metodo di fissaggio	serraggio a vite	serraggio a vite	serraggio a vite
Coppia di serraggio	2,0 Nm	2,0 Nm	2,0 Nm
Materiale supporto	acciaio inox	acciaio inox	acciaio inox
Orientamento trasduttore	verticale	verticale	verticale
Temperatura stimata trasduttore	24,6 °C	24,6 °C	24,6 °C
Range	100 m/s <sup>2</sup>	100 m/s <sup>2</sup>	100 m/s <sup>2</sup>
Pesatura in frequenza	Wm	Wm	Wm



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49831-V  
Certificate of Calibration LAT 068 49831-V

### 3. Risposta dell'intera catena

Le tolleranze riportate sono quelle della norma ISO 8041:2017.

#### Asse X

Frequenza / Hz	Accelerazione impostata / m/s <sup>2</sup>	Accelerazione di riferimento pesata / m/s <sup>2</sup>	Letture strumento / m/s <sup>2</sup>	Differenza / %	Incertezza / %	Tolleranza norma / %
1	1,0	0,827	0,853	3,1	3,0	+26/-21
2	1,0	0,956	0,975	2,0	3,0	+12/-11
4	2,0	1,627	1,643	1,0	3,0	+12/-11
8	2,0	1,137	1,138	0,1	2,0	+12/-11
16	5,0	1,634	1,614	-1,2	2,0	+6/-6
63	5,0	0,468	0,465	-0,6	2,0	+12/-11
80	5,0	0,336	0,323	-3,8	2,0	+26/-21

#### Asse Y

Frequenza / Hz	Accelerazione impostata / m/s <sup>2</sup>	Accelerazione di riferimento pesata / m/s <sup>2</sup>	Letture strumento / m/s <sup>2</sup>	Differenza / %	Incertezza / %	Tolleranza norma / %
1	1,0	0,845	0,877	3,8	3,0	+26/-21
2	1,0	0,899	0,909	1,1	3,0	+12/-11
4	2,0	1,618	1,623	0,3	3,0	+12/-11
8	2,0	1,184	1,175	-0,8	2,0	+12/-11
16	5,0	1,688	1,655	-2,0	2,0	+6/-6
63	5,0	0,434	0,423	-2,6	2,0	+12/-11
80	5,0	0,341	0,331	-2,8	2,0	+26/-21

#### Asse Z

Frequenza / Hz	Accelerazione impostata / m/s <sup>2</sup>	Accelerazione di riferimento pesata / m/s <sup>2</sup>	Letture strumento / m/s <sup>2</sup>	Differenza / %	Incertezza / %	Tolleranza norma / %
1	1,0	0,828	0,855	3,3	3,0	+26/-21
2	1,0	0,902	0,921	2,1	3,0	+12/-11
4	2,0	1,667	1,689	1,3	3,0	+12/-11
8	2,0	1,176	1,179	0,2	2,0	+12/-11
16	5,0	1,746	1,743	-0,2	2,0	+6/-6
63	5,0	0,436	0,456	4,7	2,0	+12/-11
80	5,0	0,312	0,347	11,2	2,0	+26/-21

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 157 0107 19 VA**  
*Certificate of Calibration*

- Data di emissione **2019/10/01**  
*date of issue*

- cliente **LCE S.r.l.**  
*address* **Via dei Platani 7/9** **Opera MI**

- destinatario **LCE S.r.l.**  
*address* **Via dei Platani 7/9** **Opera MI**

- richiesta **11/19**  
*application*

- in data **2019/09/25**  
*date*

Si riferisce a  
*referring to*

- oggetto **Anemometro elettronico con sensore a ultrasuoni**  
*item*

- costruttore **01dB - VAISALA**  
*manufacturer*

- modello **DUO (Indic.) WXT520 (Sens.)**  
*model*

- matricola **12410 (Indic.) H3420008 (Sens.)**  
*serial number*

- data ricevimento oggetto **2019/09/27**  
*date of receipt item*

- data delle misure **2019/10/01**  
*date of measurements*

- registro di laboratorio **0107 19 VA**  
*laboratory reference*

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 157 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 157 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.*

Il Responsabile del Centro  
Head of the Centre  
**Pietro Molino**

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 157 0107 19 VA**  
*Certificate of Calibration*

Di seguito, vengono riportate le seguenti informazioni:  
*In the following, information is reported about:*

**IDENTIFICAZIONE DELLE PROCEDURE IN BASE ALLE QUALI SONO STATE ESEGUITE LE TARATURE**  
*Technical procedures used for this calibration*

PTVA-001 Rev. 08 del 2019/03/18

**CAMPIONI DI MISURA DI RIFERIMENTO DA CUI HA INIZIO LA CATENA DELLA RIFERIBILITA' DEL CENTRO**  
*Reference standards of the Centre from which traceability is derived*

Micromanometro differenziale, sigla identificativa V1-SM-01, per misure nel campo da 0 a 200 Pa, s/n 48614;  
Micromanometro differenziale, sigla identificativa V1-SM-02, per misure nel campo da 200 a 2000 Pa, s/n 64721.

**ESTREMI DEI CERTIFICATI DI TARATURA DI TALI CAMPIONI E L'ENTE CHE LI HA EMESSI**  
*Relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body*

N. 18-0496-01 del 2018/06/21, rilasciato dall' I.N.R.I.M.  
N. 18-0496-02 del 2018/06/21, rilasciato dall' I.N.R.I.M.

**CONDIZIONI AMBIENTALI E DI TARATURA**  
*Calibration and environmental conditions*

Le condizioni ambientali medie all'interno della camera di prova della galleria del vento durante la taratura erano le seguenti:

Pressione Atmosferica	Temperatura Aria	Umidità Relativa
/Pa	/°C	/%
98642	23,0	57,3

La strumentazione utilizzata, nonché il dispositivo in taratura, sono stati alimentati e/o avviati almeno un'ora prima dell'inizio delle misure.

La verifica della taratura è stata effettuata nella galleria del vento a circuito chiuso e a camera chiusa/aperta, sigla id. V3-GV-01, confrontando i valori di velocità dell'aria calcolati a partire dalle misure di pressione differenziale lette dal micromanometro campioni di misura di riferimento, rispetto a quelli letti dallo strumento in taratura.

I valori di pressione differenziale sono stati misurati nel campo da 0 a 200 Pa con il micromanometro sigla identificativa V1-SM-01 e nel campo da 200 a 2000 Pa col micromanometro, sigla identificativa V1-SM-02.

Per ogni punto di misura, sono state effettuate 15 letture ad intervalli di 5 s; i risultati sperimentali di taratura sono espressi come media aritmetica delle 15 letture.

La taratura è stata eseguita in conformità al seguente schema:

Programma di taratura velocità dell'aria									
1:		2:		3:		4:		5:	
1	/ms-1	5	/ms-1	10	/ms-1	15	/ms-1	20	/ms-1

LAT N° 157

Membro degli Accordi di Mutuo  
 Riconoscimento  
 EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC  
 Mutual Recognition Agreements

Pagina 3 di 3  
 Page 3 of 3

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 157 0107 19 VA**  
*Certificate of Calibration*

**RISULTATI DELLA TARATURA E LORO INCERTEZZA ESTESA**

*Calibration results and their expanded uncertainty*

Punto	CAMPIONE		DISPOSITIVO IN TARATURA		
	$V_c$	$U(V_c)$	$V_L$	$V_c - V_L$	$U(V_c - V_L)$
n.	/ $ms^{-1}$	/ $ms^{-1}$	/ $ms^{-1}$	/ $ms^{-1}$	/ $ms^{-1}$
1	1,06	0,22	1,0	0,1	0,22
2	4,76	0,08	4,7	0,1	0,11
3	9,86	0,13	9,6	0,3	0,17
4	14,82	0,18	14,2	0,6	0,26
5	20,00	0,26	19,0	1,0	0,34

**Significato dei simboli:**

$V_c$  = Valore della velocità dell'aria campione;

$U(V_c)$  = Incertezza estesa della velocità dell'aria campione;

$V_L$  = Valore della velocità dell'aria letta dal dispositivo in taratura;

$U(V_c - V_L)$  = Incertezza estesa associata al valore di  $(V_c - V_L)$ .

**Note:**

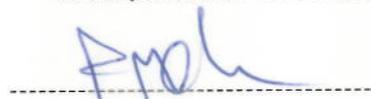
- Per un corretto utilizzo del certificato si prescrive all'utente di eseguire 15 letture istantanee di velocità, con cadenza di 5 s: la media aritmetica di queste letture rappresenta il valore di  $V_L$ .

Nella valutazione dell'incertezza tipo non è stata considerata la stabilità a lungo termine dell'oggetto in taratura

**Eseguito da:**



**Il Responsabile del Centro**



**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 157 0134 19 UR**  
*Certificate of Calibration*

- Data di emissione **2019/10/01**  
*date of issue*

- cliente **L.C.E. S.r.l.**  
*address* **Via dei Platani 7/9** **Opera** **MI**

- destinatario **L.C.E. S.r.l.**  
*address* **Via dei Platani 7/9** **Opera** **MI**

- richiesta **11/19**  
*application*

- in data **2019/09/25**  
*date*

Si riferisce a  
*referring to*

- oggetto **Termoigrometro elettronico con uscita numerale**  
*item*

- costruttore **01dB - VAISALA**  
*manufacturer*

- modello **DUO** **(Ind.) WXT520** **(Sen.)**  
*model*

- matricola **12410** **(Ind.) H3420008** **(Sen.)**  
*serial number*

- data ricevimento oggetto **2019/09/27**  
*date of receipt item*

- data delle misure **dal 2019/09/27 al 2019/09/29**  
*date of measurements*

- registro di laboratorio **0134 19 UR**  
*laboratory reference*

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 157 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 157 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.*

Il Responsabile del Centro  
Head of the Centre  
**Pietro Molino**



**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 157 0134 19 UR**  
*Certificate of Calibration*

Di seguito, vengono riportate le seguenti informazioni:  
*In the following, information is reported about:*

**IDENTIFICAZIONE DELLE PROCEDURE IN BASE ALLE QUALI SONO STATE ESEGUITE LE TARATURE**  
*Technical procedures used for calibration performed*

PTU-002 Rev. 11 del 2019/03/18

**CAMPIONI DI MISURA DI RIFERIMENTO DA CUI HA INIZIO LA CATENA DELLA RIFERIBILITA' DEL CENTRO**  
*Reference standards of the Centre from which traceability is derived*

Igrometro digitale a punto di rugiada, sigla identificativa U1-SM-01, s/n 01/0327;  
 Catena termometrica, sigla identificativa T2-SM-04, s/n Tx0163 (sonda) + s/n 01/0327 (indicatore);

**ESTREMI DEI CERTIFICATI DI TARATURA DI TALI CAMPIONI E L'ENTE CHE LI HA EMESSI**  
*Relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body*

N. 6257MBW2018; rilasciato dal Swiss Accreditation Service sas No.: SCS 0125  
 N. LAT 024 0251T19; rilasciato dal Centro di Taratura LAT N. 024

**CONDIZIONI AMBIENTALI E DI TARATURA**  
*Calibration and environmental conditions*

Le misure sono state eseguite in ambiente condizionato alla temperatura dell'aria di  $(23,0 \pm 1,5)^\circ\text{C}$ , e alla umidità relativa dell'aria di  $(50 \pm 10)\%UR$ .

La strumentazione utilizzata, nonché il dispositivo in taratura, sono stati alimentati almeno un'ora prima dell'inizio delle misure.

La verifica della taratura è stata effettuata all'interno della camera di misura del generatore di aria umida, sigla identificativa U3-GU-01, ed è avvenuta confrontando i valori di umidità relativa calcolati a partire dalle misure di temperatura di rugiada lette dall'igrometro digitale a punto di rugiada, sigla identificativa U1-SM-01, e dalla catena termometrica, sigla identificativa T2-SM-04, rispetto a quelli letti dallo strumento in taratura.

La taratura è stata eseguita in conformità al seguente schema:

Punto				
Temperatura aria	Umidità Relativa			
	1:	2=5:	3:	4:
23 °C	25 %	45 %	65 %	85 %

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 157 0134 19 UR  
Certificate of Calibration

**RISULTATI DELLA TARATURA E LORO INCERTEZZA ESTESA**  
Calibration results and their expanded uncertainty

Punto	CAMPIONE				DISPOSITIVO IN TARATURA		
	$t_{BC}$	$t_{RC}$	$t_{AC}$	$UR_C$	$UR_L$	$UR_C - UR_L$	$U_{(URL)}$
n.	/ °C	/ °C	/ °C	/ %	/ %	/ %	/ %
1		2,14	23,00	25,37	24,1	1,3	1,9
2		10,50	23,00	45,17	42,4	2,8	1,9
3		16,07	23,03	64,87	61,5	3,4	2,0
4		20,28	23,04	84,45	80,6	3,9	2,0
5		10,56	23,03	45,29	42,8	2,5	1,9

**Significato dei simboli:**

$t_{BC}$  = Temperatura di brina dell'aria letta su film di ghiaccio dal campione di riferimento;  
 $t_{RC}$  = Temperatura di rugiada dell'aria letta su film di acqua condensata dal campione di riferimento;  
 $t_{AC}$  = Temperatura dell'aria letta dalla catena termometrica a bordo del campione di riferimento;  
 $UR_C$  = Umidità Relativa dell'aria calcolata;  
 $UR_L$  = Umidità Relativa dell'aria letta dallo strumento in taratura;  
 $U_{(URL)}$  = Incertezza estesa associata alla taratura per la grandezza umidità relativa dell'aria;

**Note:**

Alla determinazione dell'incertezza estesa associata alla taratura concorrono:

- l'incertezza della temperatura di rugiada di riferimento;
- l'incertezza della temperatura dell'aria di riferimento;
- il contributo d'incertezza del dispositivo in taratura.

L'incertezza estesa delle grandezze temperatura di rugiada e temperatura dell'aria di riferimento, assume rispettivamente i valori:

- 0,20 °C ( -25°C ≤ temperatura di rugiada dell'aria < 0° );
- 0,12 °C ( 0°C ≤ temperatura di rugiada dell'aria ≤ 65°C );
- 0,11 °C ( 0°C ≤ temperatura dell'aria ≤ 70°C ).

Nella determinazione dell'incertezza estesa del misurando umidità relativa la stabilità del dispositivo in taratura non è stata presa in considerazione.

Eseguito da:

Amol

Il Responsabile del Centro

Amol

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 157 0256 19 TA**  
*Certificate of Calibration*

- Data di emissione **2019/10/01**  
*date of issue*

- cliente **L.C.E. S.r.l.**  
*address* **Via dei Platani 7/9 Opera MI**

- destinatario **L.C.E. S.r.l.**  
*address* **Via dei Platani 7/9 Opera MI**

- richiesta **11/19**  
*application*

- in data **2019/09/25**  
*date*

Si riferisce a  
*referring to*

- oggetto **Misuratore di temperatura dell'aria con  
sensore a termistore**  
*item*

- costruttore **01dB - VAISALA**  
*manufacturer*

- modello **DUO (Ind.) WXT520 (Sen.)**  
*model*

- matricola **12410 (Ind.) H3420008 (Sen.)**  
*serial number*

- data ricevimento oggetto **2019/09/27**  
*date of receipt item*

- data delle misure **2019/09/30**  
*date of measurements*

- registro di laboratorio **0256 19 TA**  
*laboratory reference*

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accREDITAMENTO LAT N° 157 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 157 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.*

Il Responsabile del Centro  
Head of the Centre  
**Pietro Molin**

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 157 0256 19 TA**  
*Certificate of Calibration*

Di seguito, vengono riportate le seguenti informazioni:  
*In the following, information is reported about:*

**IDENTIFICAZIONE DELLE PROCEDURE IN BASE ALLE QUALI SONO STATE ESEGUITE LE TARATURE**  
*Technical procedures used for this calibration*

PTTA-001 Rev. 06 del 2018/11/05

**CAMPIONI DI MISURA DI RIFERIMENTO DA CUI HA INIZIO LA CATENA DELLA RIFERIBILITA' DEL CENTRO**  
*Reference standards of the Centre from which traceability is derived*

Catena termometrica, sigla identificativa T2-SM-04, s/n Tx0163 (sonda) + s/n 01/0327 (indicatore);

**ESTREMI DEI CERTIFICATI DI TARATURA DI TALI CAMPIONI E L'ENTE CHE LI HA EMESSI**  
*Relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body*

N. LAT 024 0251T19; rilasciato dal Centro di Taratura LAT N. 024

**CONDIZIONI AMBIENTALI E DI TARATURA**  
*Calibration and environmental conditions*

Le misure sono state eseguite in ambiente condizionato alla temperatura dell'aria di  $(23 \pm 1,5)$  °C, e alla umidità relativa dell'aria di  $(50 \pm 10)\%$ UR.

La strumentazione utilizzata, nonché il dispositivo in taratura, sono stati alimentati almeno un'ora prima dell'inizio delle misure.

La verifica della taratura è avvenuta confrontando i valori di temperatura misurati dalla catena termometrica campione di riferimento, sigla identificativa T2-SM-04, con quelli letti dallo strumento in taratura.

La verifica della taratura è stata effettuata posizionando le sonde del campione e dell'oggetto in taratura all'interno della camera di misura di un generatore di aria umida a due pressioni.

La taratura è stata eseguita, in condizioni di umidità relativa costante, in conformità al programma seguente:

<b>Programma di taratura</b>		
<b>1:</b>	<b>2:</b>	<b>3:</b>
10 °C	20 °C	30 °C

Per ogni punto di misura, sono state effettuate 10 letture ad intervalli di 60 s; i risultati sperimentali di taratura sono espressi come media aritmetica delle 10 letture.

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 157 0256 19 TA**  
*Certificate of Calibration*

**RISULTATI DELLA TARATURA E LORO INCERTEZZA ESTESA**  
*Calibration results and their expanded uncertainty*

Punto	CAMPIONE		DISPOSITIVO IN TARATURA	
	$t_c$	$t_L$	$t_c - t_L$	$U_{(t_L)}$
n.	/ °C	/ °C	/ °C	/ °C
1	10,14	10,2	-0,1	0,24
2	20,01	20,0	0,0	0,24
3	29,95	29,9	0,1	0,24

**Significato dei simboli:**

$t_c$  = Temperatura misurata dalla catena termometrica campione;  
 $t_L$  = Temperatura misurata dallo strumento in taratura;  
 $U(t_L)$  = Incertezza estesa associata alla taratura.

**Note:**

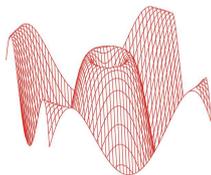
Nella determinazione dell'incertezza la stabilità del dispositivo in taratura non è stata presa in considerazione.

**Eseguito da:**



**Il Responsabile del Centro**





CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49693-A  
Certificate of Calibration LAT 068 49693-A

- data di emissione  
date of issue 2022-09-15  
- cliente  
customer L.C.E. SRL  
20073 - OPERA (MI)  
- destinatario  
receiver L.C.E. SRL  
20073 - OPERA (MI)

Si riferisce a

Referring to

- oggetto  
item Calibratore  
- costruttore  
manufacturer Brüel & Kjaer  
- modello  
model 4231  
- matricola  
serial number 2518174  
- data di ricevimento oggetto  
date of receipt of item 2022-09-15  
- data delle misure  
date of measurements 2022-09-15  
- registro di laboratorio  
laboratory reference Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 068 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).  
Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 068 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).  
This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

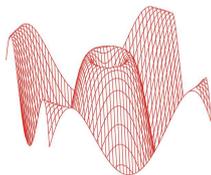
Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.*

Direzione Tecnica  
(Approving Officer)



**MARCO SERGENTI**  
**19.09.2022**  
**07:45:03 UTC**



**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49693-A**  
*Certificate of Calibration LAT 068 49693-A*

**Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:**

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;
- gli strumenti/campioni che garantiscono la riferibilità del Centro;
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;
- il luogo di taratura (se effettuata fuori dal Laboratorio);
- le condizioni ambientali e di taratura;
- i risultati delle tarature e la loro incertezza estesa.

**In the following, information is reported about:**

- description of the item to be calibrated (if necessary);
- technical procedures used for calibration performed;
- instruments or measurement standards which guarantee the traceability chain of the Centre;
- relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body;
- site of calibration (if different from Laboratory);
- calibration and environmental conditions;
- calibration results and their expanded uncertainty.

**Strumenti sottoposti a verifica**  
*Instrumentation under test*

Strumento	Costruttore	Modello	Matricola
Calibratore	Brüel & Kjaer	4231	2518174

**Procedure tecniche, norme e campioni di riferimento**  
*Technical procedures, Standards and Traceability*

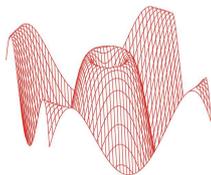
I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando la procedura di taratura N. PTL 07 Rev. 5.4.  
Le verifiche effettuate sull'oggetto della taratura sono in accordo con quanto previsto dalla norma CEI EN 60942:2004 Annex B.  
Le tolleranze riportate sono relative alla classe di appartenenza dello strumento come definito nella norma CEI EN 60942:2004.  
Nella tabella sottostante vengono riportati gli estremi dei campioni di riferimento dai quali ha inizio la catena della riferibilità del Centro.

Strumento	Matricola	Certificato	Data taratura	Data scadenza
Stazione meteo Ahlborn Almemo 2590+FHAD46-C2L00	H17121184+17110098	LAT N.128U-275/22	2022-02-15	2023-02-15
Multimetro Hewlett Packard 3458A	2823A24857	LAT 019 68708	2022-05-31	2023-05-31
Barometro digitale DRUCK DPI 150	3268333	LAT 128P-930/21	2021-11-22	2022-11-22
Microfono Brüel & Kjaer 4134	1045598	I.N.RI.M. 22-0082-02	2022-02-07	2023-02-07
Calibratore multifrequenza Brüel & Kjaer 4226	3332579	INRIM 22-0356 01	2022-05-10	2023-05-10

**Condizioni ambientali durante le misure**  
*Environmental parameters during measurements*

Parametro	Di riferimento	Intervallo di validità	All'inizio delle misure	Alla fine delle misure
Temperatura / °C	23,0	da 20 a 26	24,0	24,1
Umidità / %	50,0	da 30 a 70	58,8	60,6
Pressione / hPa	1013,3	da 800 a 1050	994,9	994,8

Nella determinazione dell'incertezza non è stata presa in considerazione la stabilità nel tempo dell'oggetto in taratura.



**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49693-A**  
*Certificate of Calibration LAT 068 49693-A*

**Capacità metrologiche del Centro**  
**Metrological capabilities of the Laboratory**

Nella tabella vengono riportate le capacità metrologiche del Centro per le grandezze acustiche e le relative incertezze ad esse associate.

Grandezza	Strumento in taratura	Campo di misura	Condizioni di misura	Incertezza (*)
Livello di pressione acustica	Pistonofoni (¹) Livello di pressione acustica Frequenza	da 94 dB a 140 dB da 160 Hz a 315 Hz	da 160 Hz a 315 Hz da 94 dB a 140 dB	0,10 dB 0,04 %
	Calibratori acustici (¹) Livello di pressione acustica Frequenza	da 90 dB a 125 dB da 160 Hz a 1,25 kHz	da 160 Hz a 1,25 kHz da 94 dB a 125 dB	0,10 dB 0,04 %
	Calibratori multifrequenza (¹) Livello di pressione acustica Frequenza	da 94 dB a 140 dB da 31,5 Hz a 16 kHz	da 31,5 Hz a 16 kHz da 94 dB a 140 dB	da 0,10 dB a 0,49 dB 0,04 %
	Ponderazione "inversa A" Correzioni pressione/campo libero microfoni	da 94 dB a 114 dB da 94 dB a 114 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz da 31,5 Hz a 16 kHz	0,15 dB 0,12 dB
	Fonometri (²)	da 20 dB a 155 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,14 dB a 0,84 dB
	Fonometri (³)	da 20 dB a 150 dB	da 63 Hz a 16 kHz	da 0,07 dB a 0,45 dB
	Filtri a bande di terzi di ottava (⁴) Filtri a bande di ottava (⁴)	da 20 dB a 150 dB da 20 dB a 150 dB	da 20 Hz a 20 kHz da 31,5 Hz a 8 kHz	da 0,1 dB a 1,0 dB da 0,1 dB a 1,0 dB
Sensibilità alla pressione acustica	Microfoni LS1 e LS2	124 dB	250 Hz	0,09 dB
	Microfoni LS2	94 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,11 dB a 0,22 dB
	Microfoni WS2	94 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,11 dB a 0,22 dB
	Microfoni WS2 (risposta di frequenza corretta per campo libero)	94 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,12 dB a 0,83 dB

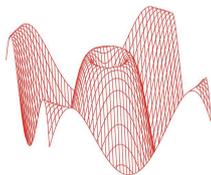
(\*) L'incertezza di misura è dichiarata come incertezza estesa corrispondente al livello di fiducia al 95% ed è ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k specificato.

(¹) Calibratori conformi sia alla IEC 60942:2003 che alla IEC 60942:2017.

(²) Fonometri conformi solamente alle norme IEC 60651:1979 e IEC 60804:2000.

(³) Fonometri conformi alla norma IEC 61672-1:2002 e alla IEC 61672-1:2013.

(⁴) Filtri conformi alla norma IEC 61260:1995



**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49693-A**  
Certificate of Calibration LAT 068 49693-A

## 1. Ispezione preliminare

In questa fase vengono eseguiti i controlli preliminari sulla strumentazione in taratura e i risultati vengono riportati nella tabella sottostante.

Controllo	Esito
Ispezione visiva iniziale	OK
Integrità meccanica	OK
Integrità funzionale	OK
Equilibrio termico	OK
Alimentazione	OK

## 2. Misurando, modalità e condizioni di misura

Il misurando è il livello di pressione acustica generato, la sua stabilità, frequenza e distorsione totale. Il livello di pressione acustica è calcolato tramite il metodo della tensione di inserzione. I valori riportati sono calcolati alle condizioni di riferimento.

## 3. Livello sonoro emesso

La misura del livello sonoro emesso dal calibratore acustico viene eseguita attraverso il metodo della tensione di inserzione.

Frequenza specificata	SPL specificato	SPL medio misurato	Incertezza estesa effettiva di misura	Valore assoluto della differenza tra l'SPL misurato e l'SPL specificato, aumentato dall'incertezza estesa effettiva di misura	Limiti di tolleranza Tipo 1	Massima incertezza estesa permessa di misura
Hz	dB re20 uPa	dB re20 uPa	dB	dB	dB	dB
1000,0	94,00	94,08	0,12	0,20	0,40	0,15
1000,0	114,00	114,11	0,12	0,23	0,40	0,15

## 4. Stabilità del livello sonoro emesso

In questa prova viene verificata la stabilità del livello generato dallo strumento.

Frequenza specificata	SPL specificato	Incertezza estesa effettiva di misura	Metà della differenza tra il massimo e il minimo SPL misurato, aumentata dall'incertezza estesa effettiva di misura	Limiti di tolleranza Tipo 1	Massima incertezza estesa permessa di misura
Hz	dB re20 uPa	dB	dB	dB	dB
1000,0	94,00	0,03	0,03	0,10	0,03
1000,0	114,00	0,03	0,03	0,10	0,03

## 5. Frequenza del livello generato

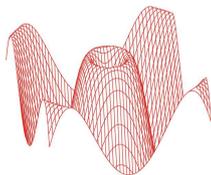
In questa prova viene verificata la frequenza del segnale generato.

Frequenza specificata	SPL specificato	Frequenza misurata	Incertezza estesa effettiva di misura	Valore assoluto della differenza percentuale tra la frequenza misurata e la frequenza specificata, aumentato dall'incertezza estesa effettiva di misura	Limiti di tolleranza Tipo 1	Massima incertezza estesa permessa di misura
Hz	dB re20 uPa	Hz	%	%	%	%
1000,0	94,00	999,96	0,05	0,05	1,00	0,30
1000,0	114,00	999,96	0,05	0,05	1,00	0,30

## 6. Distorsione totale del livello generato

In questa prova viene misurata la distorsione totale del segnale generato dal calibratore.

Frequenza specificata	SPL specificato	Distorsione misurata	Incertezza estesa effettiva di misura	Distorsione misurata aumentata dall'incertezza estesa di misura	Massima distorsione totale permessa	Massima incertezza estesa permessa di misura
Hz	dB re20 uPa	%	%	%	%	%
1000,0	94,00	0,59	0,20	0,79	3,00	0,50
1000,0	114,00	0,30	0,20	0,50	3,00	0,50



**L.C.E. S.r.l. a Socio Unico**  
Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)  
T. 02 57602858 - www.lce.it - info@lce.it

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49823-A  
Certificate of Calibration LAT 068 49823-A

- data di emissione  
date of issue 2022-10-10  
- cliente  
customer L.C.E. SRL  
20073 - OPERA (MI)  
- destinatario  
receiver L.C.E. SRL  
20073 - OPERA (MI)

Si riferisce a

Referring to

- oggetto  
item Analizzatore  
- costruttore  
manufacturer 01-dB  
- modello  
model DUO  
- matricola  
serial number 12550  
- data di ricevimento oggetto  
date of receipt of item 2022-10-07  
- data delle misure  
date of measurements 2022-10-10  
- registro di laboratorio  
laboratory reference Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 068 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 068 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

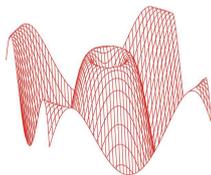
Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.*

Direzione Tecnica  
(Approving Officer)



MARCO SERGENTI  
11.10.2022  
15:42:55 UTC



**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49823-A**  
*Certificate of Calibration LAT 068 49823-A*

**Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:**

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;
- gli strumenti/campioni che garantiscono la riferibilità del Centro;
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;
- il luogo di taratura (se effettuata fuori dal Laboratorio);
- le condizioni ambientali e di taratura;
- i risultati delle tarature e la loro incertezza estesa.

**In the following, information is reported about:**

- description of the item to be calibrated (if necessary);
- technical procedures used for calibration performed;
- instruments or measurement standards which guarantee the traceability chain of the Centre;
- relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body;
- site of calibration (if different from Laboratory);
- calibration and environmental conditions;
- calibration results and their expanded uncertainty.

**Strumenti sottoposti a verifica**  
*Instrumentation under test*

Strumento	Costruttore	Modello	Matricola
Analizzatore	01-dB	DUO	12550
Nosecone	01-dB	RA0208	N.P.
Microfono	G.R.A.S.	40CD	331622

**Procedure tecniche, norme e campioni di riferimento**  
*Technical procedures, Standards and Traceability*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando la procedura di taratura N. PTL 08 Rev. 1.1.

Le verifiche effettuate sull'oggetto della taratura sono in accordo con quanto previsto dalla norma CEI EN 61672-3:2014.

I limiti riportati sono relativi alla classe di appartenenza dello strumento come definito nella norma CEI EN 61672-1:2014.

Nella tabella sottostante vengono riportati gli estremi dei campioni di riferimento dai quali ha inizio la catena della riferibilità del Centro.

Strumento	Matricola	Certificato	Data taratura	Data scadenza
Stazione meteo Ahlborn Almemo 2590+FHAD46-C2L00	H17121184+17110098	LAT N.128U-275/22	2022-02-15	2023-02-15
Multimetro Hewlett Packard 3458A	2823A24857	LAT 019 68708	2022-05-31	2023-05-31
Barometro digitale DRUCK DPI 150	3268333	LAT 128P-930/21	2021-11-22	2022-11-22
Pistonofono Brüel & Kjaer 4228	2034870	I.N.RI.M. 22-0082-03	2022-02-08	2023-02-08
Microfono Brüel & Kjaer 4134	1045598	I.N.RI.M. 22-0082-02	2022-02-07	2023-02-07

**Condizioni ambientali durante le misure**  
*Environmental parameters during measurements*

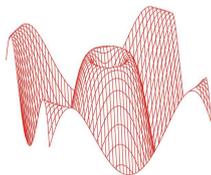
Parametro	Di riferimento	Intervallo di validità	All'inizio delle misure	Alla fine delle misure
Temperatura / °C	23,0	da 20 a 26	24,1	24,4
Umidità / %	50,0	da 30 a 70	56,9	55,9
Pressione / hPa	1013,3	da 800 a 1050	1008,4	1009,1

Nella determinazione dell'incertezza non è stata presa in considerazione la stabilità nel tempo dell'oggetto in taratura.

Sullo strumento in esame sono state eseguite misure sia per via elettrica che per via acustica. Le misure per via elettrica sono state effettuate sostituendo alla capsula microfonica un adattatore capacitivo con impedenza elettrica equivalente a quella del microfono.

Tutti i dati riportati nel presente Certificato sono espressi in Decibel (dB). I valori di pressione sonora assoluta sono riferiti a 20 uPa.

Il numero di decimali riportato in alcune prove può differire dal numero di decimali visualizzati sullo strumento in taratura in quanto i valori riportati nel presente Certificato possono essere ottenuti dalla media di più letture.



**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49823-A**  
 Certificate of Calibration LAT 068 49823-A

**Capacità metrologiche del Centro**  
**Metrological capabilities of the Laboratory**

Nella tabella vengono riportate le capacità metrologiche del Centro per le grandezze acustiche e le relative incertezze ad esse associate.

Grandezza	Strumento in taratura	Campo di misura	Condizioni di misura	Incertezza (*)
Livello di pressione acustica	Pistonofoni (1) Livello di pressione acustica Frequenza	da 94 dB a 140 dB da 160 Hz a 315 Hz	da 160 Hz a 315 Hz da 94 dB a 140 dB	0,10 dB 0,04 %
	Calibratori acustici (1) Livello di pressione acustica Frequenza	da 90 dB a 125 dB da 160 Hz a 1,25 kHz	da 160 Hz a 1,25 kHz da 94 dB a 125 dB	0,10 dB 0,04 %
	Calibratori multifrequenza (1) Livello di pressione acustica Frequenza	da 94 dB a 140 dB da 31,5 Hz a 16 kHz	da 31,5 Hz a 16 kHz da 94 dB a 140 dB	da 0,10 dB a 0,49 dB 0,04 %
	Ponderazione "inversa A" Correzioni pressione/campo libero microfoni	da 94 dB a 114 dB da 94 dB a 114 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz da 31,5 Hz a 16 kHz	0,15 dB 0,12 dB
	Fonometri (2)	da 20 dB a 155 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,14 dB a 0,84 dB
	Fonometri (3)	da 20 dB a 150 dB	da 63 Hz a 16 kHz	da 0,07 dB a 0,45 dB
	Filtri a bande di terzi di ottava (4) Filtri a bande di ottava (4)	da 20 dB a 150 dB da 20 dB a 150 dB	da 20 Hz a 20 kHz da 31,5 Hz a 8 kHz	da 0,1 dB a 1,0 dB da 0,1 dB a 1,0 dB
Sensibilità alla pressione acustica	Microfoni LS1 e LS2	124 dB	250 Hz	0,09 dB
	Microfoni LS2	94 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,11 dB a 0,22 dB
	Microfoni WS2	94 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,11 dB a 0,22 dB
	Microfoni WS2 (risposta di frequenza corretta per campo libero)	94 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,12 dB a 0,83 dB

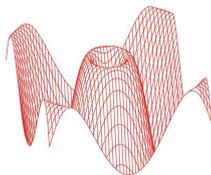
(\*) L'incertezza di misura è dichiarata come incertezza estesa corrispondente al livello di fiducia al 95% ed è ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k specificato.

(1) Calibratori conformi sia alla IEC 60942:2003 che alla IEC 60942:2017.

(2) Fonometri conformi solamente alle norme IEC 60651:1979 e IEC 60804:2000.

(3) Fonometri conformi alla norma IEC 61672-1:2002 e alla IEC 61672-1:2013.

(4) Filtri conformi alla norma IEC 61260:1995



**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49823-A**  
*Certificate of Calibration LAT 068 49823-A*

## 1. Documentazione

- La versione del firmware caricato sullo strumento in taratura è: 2.71 - 2.12.
- Manuale di istruzioni DUO User's Manual - DOC1112 - Marzo 2018 applicabile dal firmware 2.40/2.12 fornito dal costruttore dello strumento..
- Campo di misura di riferimento (nominale): 20,0 - 133,0 dB - Livello di pressione sonora di riferimento: 94,0 dB - Frequenza di verifica 1000 Hz.
- I dati di correzione per il filtro di compensazione da campo libero a 90 gradi del microfono 40CD e nose cone sono stati forniti dal costruttore dello strumento.
- I dati di correzione da pressione a campo libero a 90 gradi con nose cone e windscreen sono stati ottenuti dal manuale dello strumento fornito dal costruttore.
- Lo strumento ha completato con esito positivo le prove di valutazione del modello applicabili della IEC 61672-3:2013. Lo strumento risulta Omologato con certificati: DE-16-M-PTB-0007 Revisione 1 del 28 Settembre 2016 emesso dal PTB.
- Lo strumento sottoposto alle prove ha superato con esito positivo le prove periodiche della classe 1 della IEC 61672-3:2013, per le condizioni ambientali nelle quali esse sono state eseguite. Poichè è disponibile la prova pubblica, da parte di un'organizzazione di prova indipendente responsabile dell'approvazione dei risultati delle prove di valutazione del modello eseguite secondo la IEC 61672-2:2013, per dimostrare che il modello di fonometro è risultato completamente conforme alle prescrizioni della IEC 61672-1:2013, il fonometro sottoposto alle prove è conforme alle prescrizioni della classe 1 della IEC 61672-1:2013.

## 2. Ispezione preliminare ed elenco prove effettuate

**Descrizione:** Nelle tabelle sottostanti vengono riportati i risultati dei controlli preliminari e l'elenco delle prove effettuate sulla strumentazione in taratura.

Controllo	Esito
Ispezione visiva iniziale	OK
Integrità meccanica	OK
Integrità funzionale	OK
Equilibrio termico	OK
Alimentazione	OK

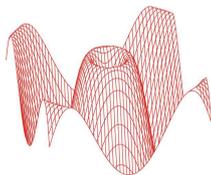
Prova	Esito
Rumore autogenerato	Positivo
Ponderazioni di frequenza con segnali acustici	Positivo
Ponderazioni di frequenza con segnali elettrici	Positivo
Ponderazioni di frequenza e temporali a 1 kHz	Positivo
Selettore campo misura	Non presente
Linearità livello campo misura riferimento	Positivo
Treni d'onda	Positivo
Livello sonoro di picco C	Positivo
Indicazione di sovraccarico	Positivo
Stabilità ad alti livelli	Positivo
Stabilità a lungo termine	Positivo

## 3. Indicazione alla frequenza di verifica della taratura (Calibrazione)

**Descrizione:** Prima di avviare la procedura di taratura dello strumento in esame si provvede alla verifica della calibrazione mediante l'applicazione di un idoneo calibratore acustico. Se necessario viene effettuata una nuova calibrazione come specificato dal costruttore.

**Impostazioni:** Campo di misura di riferimento, funzione calibrazione, se disponibile, altrimenti pesatura di frequenza C e ponderazione temporale Fast o Slow o in alternativa media temporale.

Calibrazione	
Calibratore acustico utilizzato	Quest QC-20 sn. QF2110036
Certificato del calibratore utilizzato	LAT 068 49625-A del 2022-09-05
Frequenza nominale del calibratore	1000,0 Hz
Livello atteso	94,1 dB
Livello indicato dallo strumento prima della calibrazione	93,8 dB
Livello indicato dallo strumento dopo la calibrazione	94,1 dB
E' stata effettuata una nuova calibrazione	SI



**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49823-A**  
*Certificate of Calibration LAT 068 49823-A*

#### 4. Rumore autogenerato

**Descrizione:** Viene verificato il rumore autogenerato dallo strumento. Per la verifica del rumore elettrico, la capacità equivalente di ingresso viene cortocircuitata tramite un apposito adattatore capacitivo di capacità paragonabile a quella del microfono. Per la verifica del rumore acustico devono essere montati anche eventuali accessori.

**Impostazioni:** Media temporale, campo di misura più sensibile. La verifica del rumore autogenerato con microfono installato viene invece effettuata installando il microfono ed eventuali accessori con lo strumento impostato nel campo di misura più sensibile, media temporale e ponderazione di frequenza A.

**Lettere:** Per ciascuna ponderazione di frequenza di cui è dotato lo strumento, viene rilevato il livello sonoro con media temporale mediato per 30 s, o per un periodo superiore se così richiesto dal manuale di istruzioni.

Ponderazione di frequenza	Tipo di rumore	Rumore dB
A	Elettrico	14,6
C	Elettrico	14,3
Z	Elettrico	20,1
A	Acustico	16,9

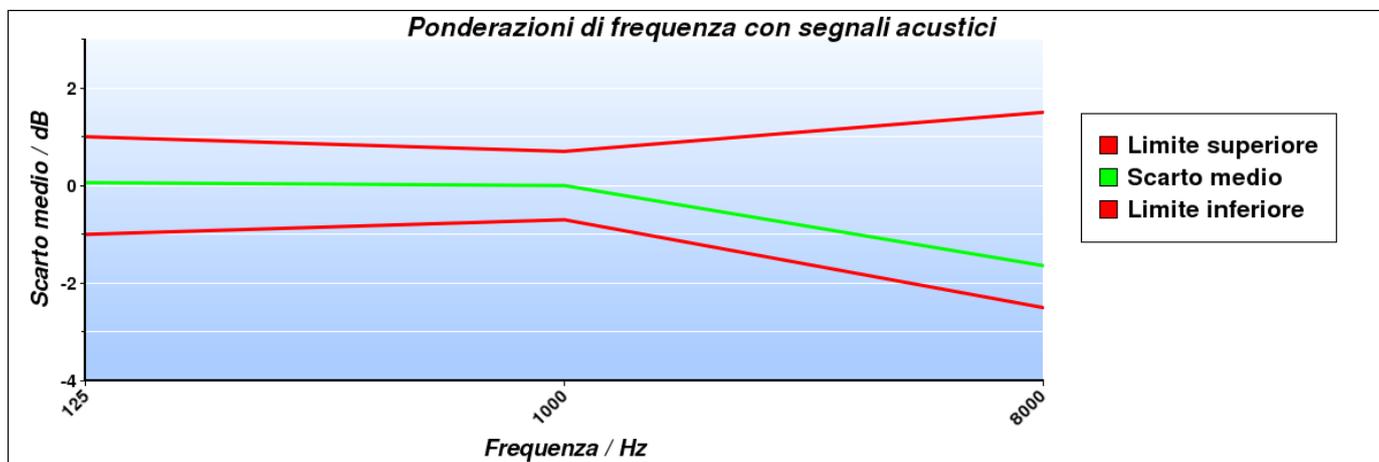
#### 5. Prove di ponderazione di frequenza con segnali acustici

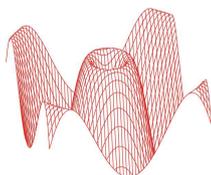
**Descrizione:** Tramite un calibratore multifrequenza, si inviano al microfono dei segnali acustici sinusoidali con un livello nominale compreso tra 94 dB e 114 dB alle frequenze di 125 Hz, 1000 Hz e 8000 Hz al fine di verificare la risposta acustica dell'intera catena di misura. Gli scarti riportati nella tabella successiva sono riferiti al valore a 1000 Hz. L'origine delle eventuali correzioni applicate è riportata nel paragrafo "Documentazione".

**Impostazioni:** Ponderazione di frequenza C, ponderazione temporale Fast, campo di misura di riferimento e indicazione Lp.

**Lettere:** Per ciascuna frequenza di prova, vengono riportati i livelli letti sullo strumento in taratura.

Frequenza nominale Hz	Correzione livello dB	Correzione microfono dB	Correzione accessorio dB	Letture corretta dB	Ponderazione C rilevata dB	Ponderazione C teorica dB	Incertezza dB	Scarto medio dB	Limiti Accettabilità Classe 1 / dB
125	-0,08	-0,26	0,00	93,82	-0,14	-0,20	0,30	0,06	±1,0
1000	0,00	-0,04	0,00	93,96	0,00	0,00	0,30	Riferimento	±0,7
8000	-0,17	1,25	0,80	89,32	-4,64	-3,00	0,49	-1,64	+1,5/-2,5





**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49823-A**  
Certificate of Calibration LAT 068 49823-A

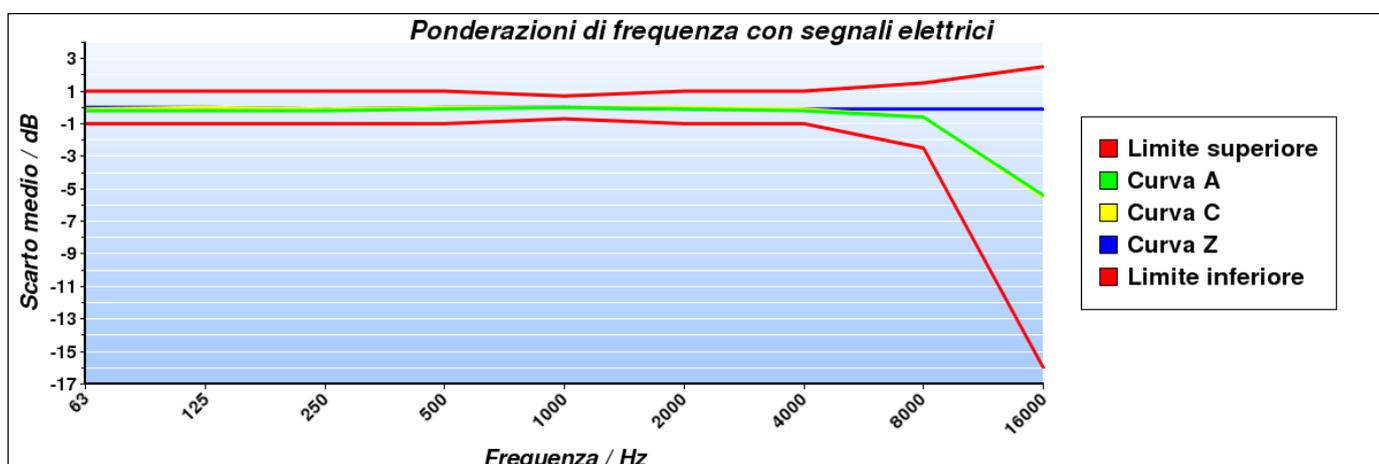
## 6. Prove delle ponderazioni di frequenza con segnali elettrici

**Descrizione:** Le ponderazioni di frequenza devono essere determinate in rapporto alla risposta ad 1 kHz utilizzando segnali di ingresso elettrici sinusoidali regolati per fornire una indicazione che sia 45 dB inferiore al limite superiore del campo di misura di riferimento, e per tutte le tre ponderazioni di frequenza tra A, C, Z e Piatta delle quali lo strumento è dotato.

**Impostazioni:** Ponderazione temporale Fast, campo di misura di riferimento, tutte le ponderazioni di frequenza disponibili tra A, C, Z e Piatta

**Letture:** Per ciascuna ponderazione di frequenza da verificare, viene rilevata la differenza tra il livello di prova a ciascuna frequenza e il riferimento ad 1 kHz. Eventuali correzioni specificate dal costruttore devono essere considerate.

Frequenza nominale Hz	Curva A Scarto medio dB	Curva C Scarto medio dB	Curva Z Scarto medio dB	Incertezza dB	Limiti accettabilità Classe 1 / dB
63	-0,20	-0,10	0,00	0,14	±1,0
125	-0,20	0,00	0,00	0,14	±1,0
250	-0,20	-0,10	-0,10	0,14	±1,0
500	-0,10	0,00	0,00	0,14	±1,0
1000	0,00	0,00	0,00	0,14	±0,7
2000	-0,10	0,00	-0,10	0,14	±1,0
4000	-0,20	-0,10	-0,10	0,14	±1,0
8000	-0,60	-0,60	-0,10	0,14	+1,5/-2,5
16000	-5,40	-5,50	-0,10	0,14	+2,5/-16,0



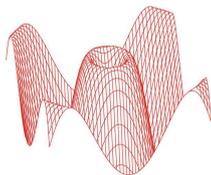
## 7. Ponderazioni di frequenza e temporali a 1 kHz

**Descrizione:** La prova consiste nella verifica delle differenze tra il livello di calibrazione ad 1 kHz con ponderazione di frequenza A e le ponderazioni di frequenza C, Z e Piatta misurate con ponderazione temporale Fast o media temporale. Inoltre, le indicazioni con la ponderazione di frequenza A devono essere registrate con lo strumento regolato per indicare il livello con ponderazione temporale F, il livello sonoro con ponderazione temporale S e il livello sonoro con media temporale, se disponibili.

**Impostazioni:** Campo di misura di riferimento, regolazione al livello di 94,0 dB ad 1 kHz con pesatura di frequenza A e temporale Fast; in successione, tutte le pesature di frequenza disponibili tra C, Z e Piatta e le ponderazioni temporali Slow e media temporale con pesatura di frequenza A.

**Letture:** Per ciascuna ponderazione di frequenza e temporale da verificare viene letta l'indicazione dello strumento.

Ponderazione	Riferimento dB	Scarto dB	Incertezza dB	Limiti accettab. Classe 1 / dB
Fast C	94,00	0,00	0,07	±0,2
Fast Z	94,00	0,00	0,07	±0,2
Slow A	94,00	0,00	0,07	±0,1
Leq A	94,00	0,00	0,07	±0,1



**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49823-A**  
*Certificate of Calibration LAT 068 49823-A*

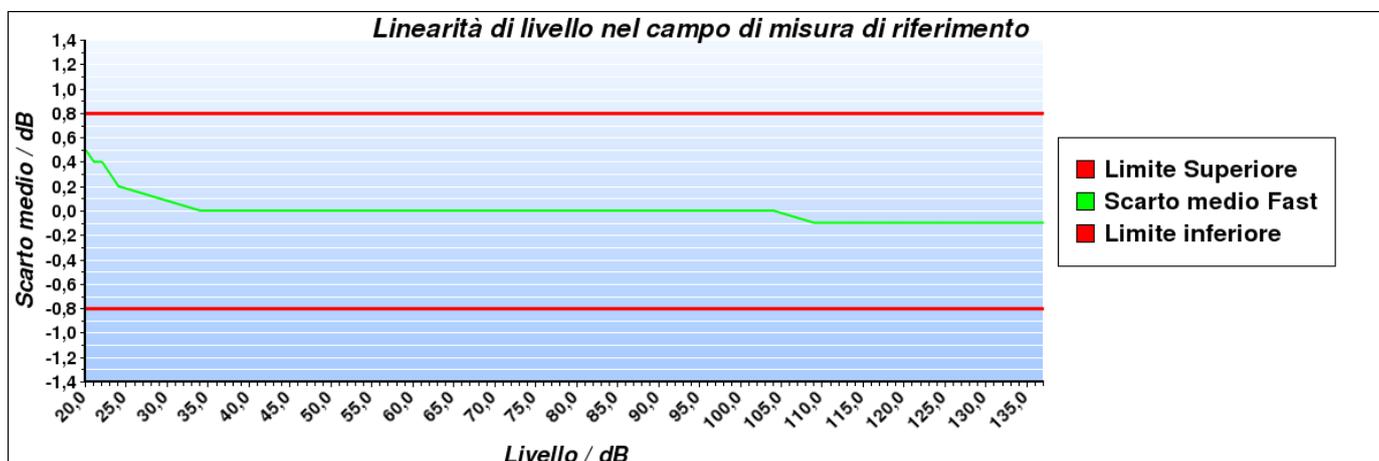
**8. Linearità di livello nel campo di misura di riferimento**

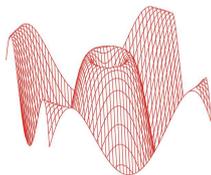
**Descrizione:** La linearità di livello viene verificata con segnali elettrici sinusoidali stazionari ad una frequenza di 8 kHz. La prova inizia con il segnale di ingresso regolato per indicare 94,0 dB e aumentando il livello del segnale di ingresso di gradini di 5 dB fino a 5 dB dal limite superiore per il campo di funzionamento lineare a 8 kHz, poi aumentando il livello di gradini di 1 dB fino alla prima indicazione di sovraccarico, non inclusa. Successivamente, sempre partendo dal punto di inizio, si diminuisce il livello del segnale di ingresso a gradini di 5 dB fino a 5 dB dal limite inferiore del campo di misura di riferimento, poi diminuendo il livello di gradini di 1 dB fino alla prima indicazione di livello insufficiente o, se non disponibile, fino al limite inferiore del campo di funzionamento lineare.

**Impostazioni:** Ponderazione temporale Fast, campo di misura di riferimento e ponderazione di frequenza A.

**Letture:** Per ciascun livello da verificare, viene rilevata la differenza tra il livello visualizzato sullo strumento e il corrispondente livello sonoro atteso.

Livello generato dB	Incertezza dB	Scarto medio dB	Limiti accettabilità Classe 1 / dB	Livello generato dB	Incertezza dB	Scarto medio dB	Limiti accettabilità Classe 1 / dB
94,0	0,14	Riferimento	±0,8	84,0	0,14	0,00	±0,8
99,0	0,14	0,00	±0,8	79,0	0,14	0,00	±0,8
104,0	0,14	0,00	±0,8	74,0	0,14	0,00	±0,8
109,0	0,14	-0,10	±0,8	69,0	0,14	0,00	±0,8
114,0	0,14	-0,10	±0,8	64,0	0,14	0,00	±0,8
119,0	0,14	-0,10	±0,8	59,0	0,14	0,00	±0,8
124,0	0,14	-0,10	±0,8	54,0	0,14	0,00	±0,8
129,0	0,14	-0,10	±0,8	49,0	0,14	0,00	±0,8
130,0	0,14	-0,10	±0,8	44,0	0,14	0,00	±0,8
131,0	0,14	-0,10	±0,8	39,0	0,14	0,00	±0,8
132,0	0,14	-0,10	±0,8	34,0	0,14	0,00	±0,8
133,0	0,14	-0,10	±0,8	29,0	0,14	0,10	±0,8
134,0	0,14	-0,10	±0,8	24,0	0,14	0,20	±0,8
135,0	0,14	-0,10	±0,8	23,0	0,14	0,30	±0,8
136,0	0,14	-0,10	±0,8	22,0	0,14	0,40	±0,8
137,0	0,14	-0,10	±0,8	21,0	0,14	0,40	±0,8
94,0	0,14	Riferimento	±0,8	20,0	0,14	0,50	±0,8
89,0	0,14	0,00	±0,8				





**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49823-A**  
*Certificate of Calibration LAT 068 49823-A*

## 9. Risposta a treni d'onda

**Descrizione:** La risposta dello strumento a segnali di breve durata viene verificata attraverso dei treni d'onda di 4 kHz, con durate di 200 ms, 2 ms e 0,25 ms, che iniziano e finiscono sul passaggio per lo zero e sono estratti da segnali di ingresso elettrici sinusoidali di 4 kHz. Il livello di riferimento del segnale sinusoidale continuo è pari a 134,0 dB.

**Impostazioni:** Campo di misura di riferimento, ponderazione di frequenza A, ponderazioni temporali FAST e SLOW e livello di esposizione sonora (SEL) o, nel caso quest'ultimo non sia disponibile, il livello sonoro con media temporale.

**Letture:** Per ciascuna pesatura da verificare, viene calcolata la differenza tra il livello sonoro massimo visualizzato sullo strumento e il corrispondente livello sonoro atteso. Per le misure del livello di esposizione sonora viene calcolata la differenza tra il livello di esposizione sonora letto sullo strumento e il corrispondente livello di esposizione sonora atteso.

Ponderazione di frequenza	Durata Burst ms	Livello atteso dB	Letture media dB	Scarto medio dB	Incertezza dB	Limiti accettabilità Classe 1 / dB
Fast	200	133,00	133,00	0,00	0,17	±0,5
Slow	200	126,60	126,60	0,00	0,17	±0,5
SEL	200	127,00	127,00	0,00	0,17	±0,5
Fast	2	116,00	115,90	-0,10	0,17	+1,0/-1,5
Slow	2	107,00	106,90	-0,10	0,17	+1,0/-3,0
SEL	2	107,00	107,00	0,00	0,17	+1,0/-1,5
Fast	0,25	107,00	106,80	-0,20	0,17	+1,0/-3,0
SEL	0,25	98,00	97,80	-0,20	0,17	+1,0/-3,0

## 10. Livello sonoro di picco C

**Descrizione:** Questa prova permette di verificare il funzionamento del rilevatore di picco. Vengono utilizzati tre diversi tipi di segnali: una forma d'onda a 8 kHz, una mezza forma d'onda positiva a 500 Hz e una mezza forma d'onda negativa a 500 Hz. Questi segnali di test vengono estratti rispettivamente da un segnale sinusoidale stazionario alla frequenza di 8 kHz che fornisca sullo strumento un'indicazione pari a 129,0 dB e da un segnale sinusoidale stazionario alla frequenza di 500 Hz che fornisca un'indicazione pari a 132,0 dB.

**Impostazioni:** Campo di misura meno sensibile, ponderazione di frequenza C, ponderazione temporale Fast e picco.

**Letture:** Per ciascun tipo di segnale da verificare, viene calcolata la differenza tra il livello sonoro di picco C visualizzato sullo strumento e il corrispondente livello sonoro di picco atteso.

Tipo di segnale	Livello di riferimento dB	Livello atteso dB	Letture media dB	Scarto medio dB	Incertezza dB	Limiti accettabilità Classe 1 / dB
1 ciclo 8 kHz	129,00	132,40	132,20	-0,20	0,19	±2,0
½ ciclo 500 Hz +	132,00	134,40	134,30	-0,10	0,19	±1,0
½ ciclo 500 Hz -	132,00	134,40	134,30	-0,10	0,19	±1,0

## 11. Indicazione di sovraccarico

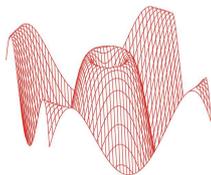
**Descrizione:** Questa prova permette di verificare il funzionamento dell'indicatore di sovraccarico. Dopo aver regolato il livello del segnale elettrico stazionario di ingresso in modo da visualizzare sullo strumento un'indicazione pari a 137,0 dB, vengono inviati segnali elettrici sinusoidali di mezzo ciclo positivo ad una frequenza di 4 kHz incrementando di volta in volta il livello fino alla prima indicazione di sovraccarico. L'operazione viene poi ripetuta con segnali di mezzo ciclo negativo.

**Impostazioni:** Campo di misura meno sensibile, ponderazione di frequenza A e media temporale.

**Letture:** Viene calcolata la differenza tra i livelli positivo e negativo che hanno portato all'indicazione di sovraccarico sullo strumento.

Livello di riferimento dB	½ ciclo positivo dB	½ ciclo negativo dB	Differenza dB	Incertezza dB	Limiti accettabilità Classe 1 / dB
137,0	137,4	138,0	-0,6	0,17	±1,5

L'indicatore di sovraccarico è rimasto correttamente memorizzato dopo che si è prodotta una condizione di sovraccarico sullo strumento.



**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49823-A**  
*Certificate of Calibration LAT 068 49823-A*

## 12. Stabilità ad alti livelli

**Descrizione:** Questa prova permette di verificare la stabilità dello strumento quando opera continuamente con segnali di livello elevato. Dopo aver regolato il livello del segnale elettrico stazionario di ingresso in modo da visualizzare sullo strumento un'indicazione pari a 136,0 dB, si registra il livello visualizzato e si continua ad applicare il segnale per 5 minuti al termine dei quali viene nuovamente registrato il livello indicato.

**Impostazioni:** Campo di misura meno sensibile, ponderazione di frequenza A e ponderazione di frequenza Fast, Slow o Leq su 10 secondi.

**Letture:** Viene calcolata la differenza tra i livelli indicati dallo strumento all'inizio della prova e dopo 5 minuti di esposizione al segnale ad alto livello.

Livello di riferimento dB	Livello iniziale dB	Livello finale dB	Scarto medio dB	Incertezza dB	Limiti accettabilità Classe 1 / dB
136,0	136,0	136,0	0,0	0,07	±0,1

## 13. Stabilità a lungo termine

**Descrizione:** Questa prova permette di verificare la capacità dello strumento di operare continuamente con segnali di medio livello. Dopo aver regolato il livello del segnale elettrico stazionario di ingresso, in modo da visualizzare sullo strumento un'indicazione pari a 94,0 dB, si registra il livello visualizzato e si continua ad applicare il segnale per un intervallo di tempo variabile tra 25 minuti e 35 minuti al termine del quale viene nuovamente registrato il livello indicato.

**Impostazioni:** Campo di misura di riferimento, ponderazione di frequenza A e ponderazione di frequenza Fast, Slow o Leq su 10 secondi.

**Letture:** Viene calcolata la differenza tra i livelli indicati dallo strumento all'inizio e alla fine della prova.

Livello di riferimento dB	Livello iniziale dB	Livello finale dB	Scarto medio dB	Incertezza dB	Limiti accettabilità Classe 1 / dB
94,0	94,0	94,0	0,0	0,07	±0,1