

DOCUMENTO PREVISIONALE D'IMPATTO ACUSTICO

Ampliamento centro sportivo con nuovi spogliatoi e tribune

Via Lungolago Gonzaga – Noceto (PR)



DOCUMENTO REALIZZATO DA:

Dott. Ing. Gozzi Costantino

iscritto all'ordine degli Ingegneri della provincia di Mantova al n° 971

Tecnico Acustico D.P.R.G. N° 001631 del 25/01/01 Regione Lombardia

INDICE

1	INTRODUZIONE	1
2	PIANO COMUNALE DI ZONIZZAZIONE ACUSTICA.....	4
3	ANALISI DELLE SORGENTI ACUSTICHE	6
3.1	ANALISI DEI VALORI D'IMMISSIONE ACUSTICA	6
3.2	NUOVE SORGENTI.....	13
3.2.1	<i>Rumore potenziale generato dalle tribune.....</i>	<i>13</i>
3.2.2	<i>Autoparlanti.....</i>	<i>14</i>
4	ANALISI DEI RICETTORI ESPOSTI.....	14
5	VERIFICA DELL'IMPATTO ACUSTICO	17
6	CONCLUSIONI	20

FIGURE

- 1.1: Inquadramento geografico
- 1.2: Progetto dell'ampliamento del centro sportivo
- 2.1: Estratto piano di classificazione acustica
- 3.1: Postazioni di misura
- 3.2: Rilievo fonometrico in P1 - Mattino
- 3.3: Rilievo fonometrico in P2 - Mattino
- 3.4: Rilievo fonometrico in P1 - Pomeriggio
- 3.5: Rilievo fonometrico in P2 - Pomeriggio
- 3.6: Rilievo fonometrico in P1 - Notte
- 3.7: Rilievo fonometrico in P2 - Notte
- 4.1: Ricettori esposti

ALLEGATO A - Metodi di analisi dello stato ambientale

A1 - Descrizione della tecnica di misura fonometrica

A2 - Modello ISO 9613 per il disturbo causato dalle sorgenti fisse

ALLEGATO B – Certificato di taratura dello strumento

1 INTRODUZIONE

L'ampliamento del centro sportivo di Noceto si comporrà di nuove strutture costituite da tribune, campo di gioco e spogliatoi.

La presente documentazione è mirata alla verifica acustica delle nuove emissioni acustiche in termini costruttivi e logistici, in relazione alle emissioni ed immissioni sonore derivanti dalle sorgenti già presenti.

Eventualmente, laddove sia necessario mitigare gli edifici abitativi, nonché già quelli presenti, da quei livelli sonori superiori alle soglie di non superamento dettate dalla normativa vigente, si procederà al dimensionamento d'opportune soluzioni tecnologiche indirizzate alla mitigazione del rumore.

La legislazione in materia d'acustica ha, infatti, l'obiettivo di minimizzare i rischi per la salute dell'uomo, garantendo così la vivibilità degli ambienti abitativi, lavorativi e di svago e una buona qualità della vita per tutti i cittadini.

La compatibilità ambientale sotto il profilo acustico è vincolata sia al rispetto dei limiti assoluti di zona, sia al criterio differenziale, ai sensi del D.P.C.M. 14/11/1997 ("Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", pubblicato sulla G.U. n. 280 del 1 Dicembre 1997).



Figura 1.1: Inquadramento geografico

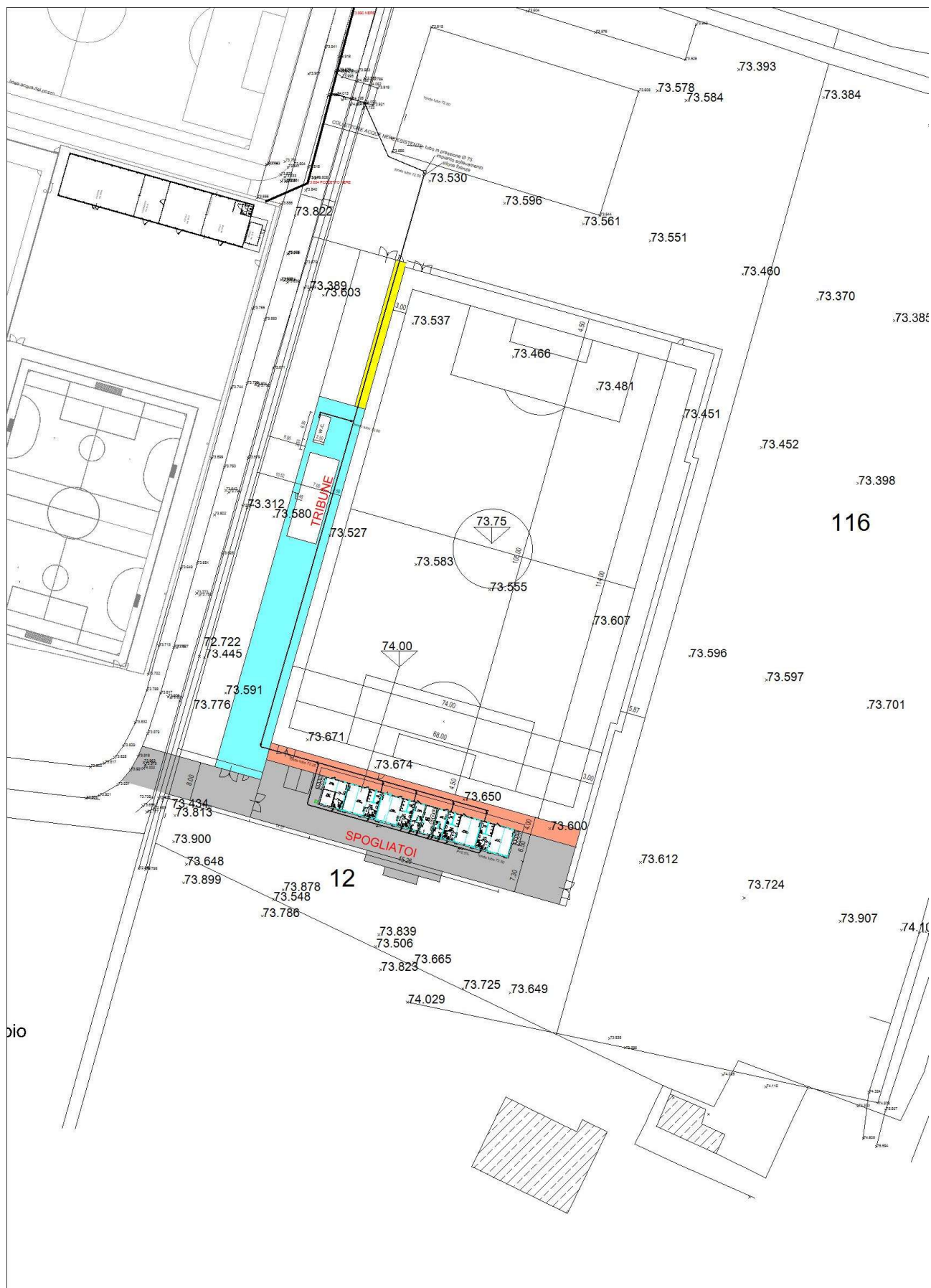


Figura 1.2: Progetto dell'ampliamento del centro sportivo

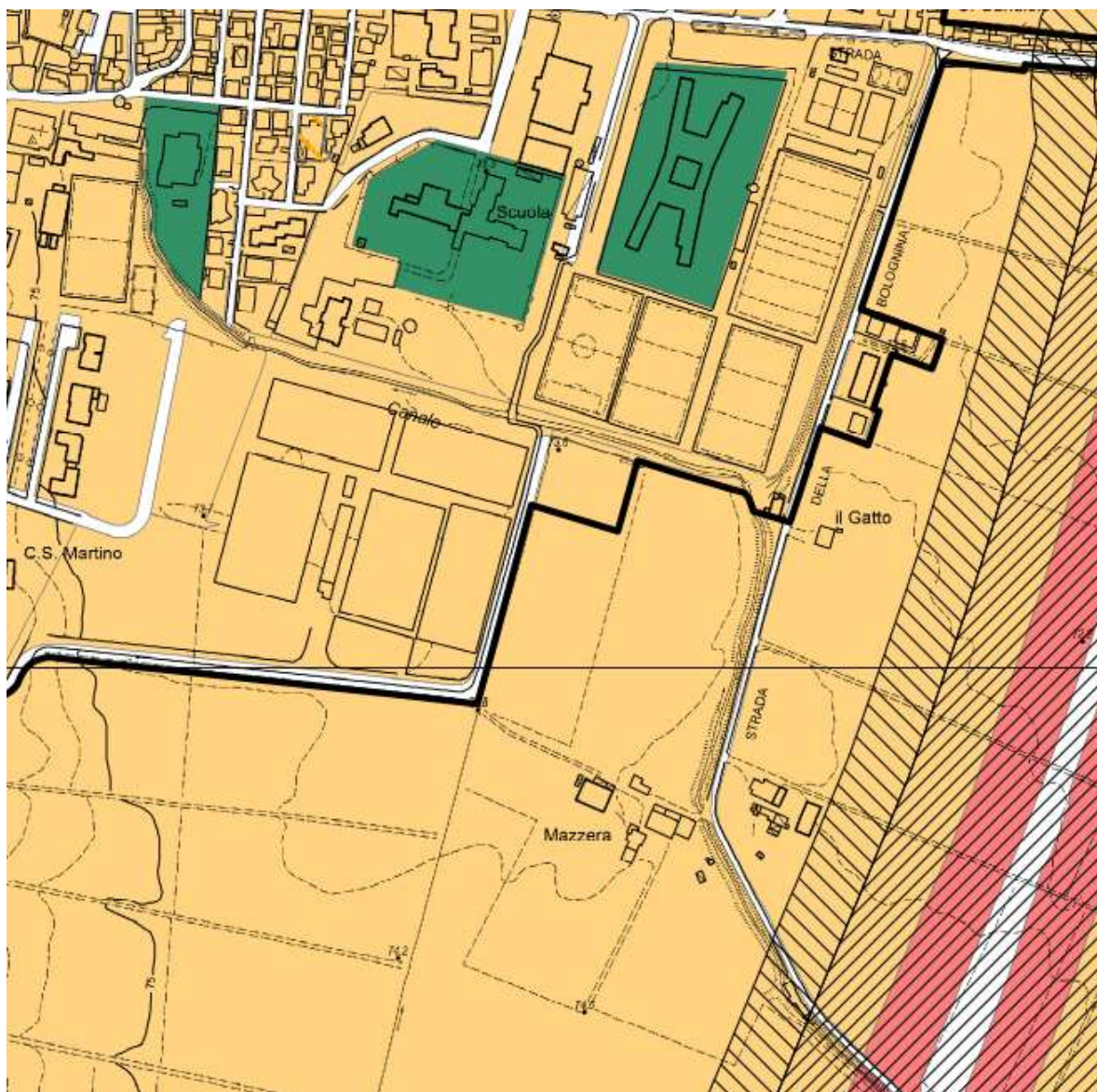
2 PIANO COMUNALE DI ZONIZZAZIONE ACUSTICA

Il Piano di Zonizzazione acustica comunale, redatto ai sensi della Legge n. 447 del 26/10/1995, classifica l'area del centro sportivo in classe III (aree di tipo misto) con limite diurno di 60 dBA e limite notturno di 50 dBA.

Tabella 2.1 – Valori limiti applicabili al caso in oggetto

Classi di destinazione d'uso del territorio		VALORI LIMITE ASSOLUTI IN PERIODO DIURNO		VALORI LIMITE ASSOLUTI IN PERIODO NOTTURNO	
		emissione	immissione	emissione	immissione
III	Aree di tipo misto	55	60	45	50

D.P.C.M 14/11/97, D.M.A. 16/3/98 - Valori limite differenziali di immissione $LD = LA - LR$			
all'interno degli ambienti abitativi ai sensi dell'Art.4 comma 1, del DPCM 14/11/97	diurno ≤ 5 dB(A)	Notturmo ≤ 3 dB(A)	applicabile ad esclusione dei casi previsti dall'Art. 4 commi 2 e 3 del DPCM 14/11/97



Classe acustica

Stato di fatto

	Classe I
	Classe II
	Classe III
	Classe IV
	Classe V

Stato di progetto

	Classe I
	Classe II
	Classe III
	Classe IV
	Classe V

Fasce di pertinenza stradale (DPR 142/2004)

	Fascia A
	Fascia B

Fasce di pertinenza ferroviaria (DPR 142/2004)

	Fascia A
	Fascia B

Figura 2.1: Estratto piano di classificazione acustica

3 ANALISI DELLE SORGENTI ACUSTICHE

3.1 Analisi dei valori d'immissione acustica

L'analisi del clima acustico nell'area geografica in esame è stata effettuata ricorrendo a 6 misure fonometriche a spot, eseguite presso i ricettori esposti nel periodo diurno e notturno nei giorni 08/06/2024 e del 09/06/2026.

Tabella 3.1: Quadro riassuntivo delle misure fonometriche

Misura	Livello equivalente dBA	Periodo (min)	Note
P1	Leq,day = 57,0 Leq,day = 58,9 Leq,night = 41,0	30 – Day 30 – Day 30 – Night	Parzialmente nuvoloso e vento debole
P2	Leq,day = 55,2 Leq,day = 55,6 Leq,night = 40,1	30 – Day 30 – Day 30 – Night	Parzialmente nuvoloso e vento debole
P1	Leq,mask,day = 46,0 Leq,mask,night = 40,0	30 – Day 30 – Night	Parzialmente nuvoloso e vento debole
P2	Leq,mask,day = 44,8 Leq,mask,night = 39,0	30 – Day 30 – Night	Parzialmente nuvoloso e vento debole

Leq,day = Livello equivalente sul periodo di misura diurno

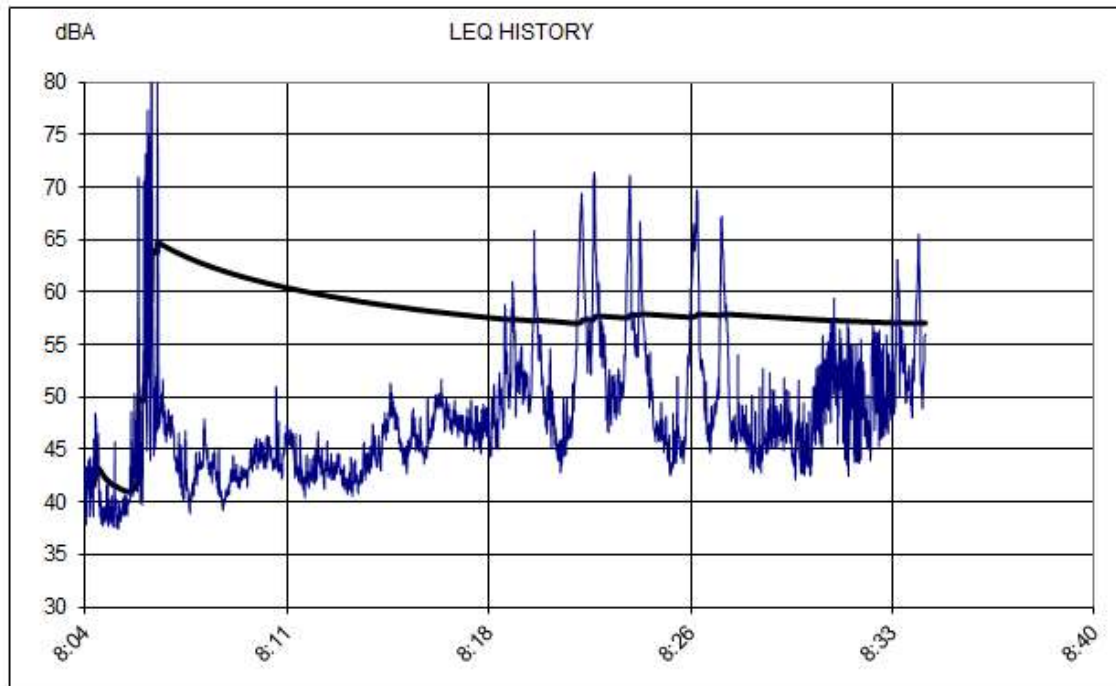
Leq,night = Livello equivalente sul periodo di misura notturno

Leq,mask = Livello equivalente con mascheramento dal traffico stradale



Figura 3.1 – Postazioni di misura

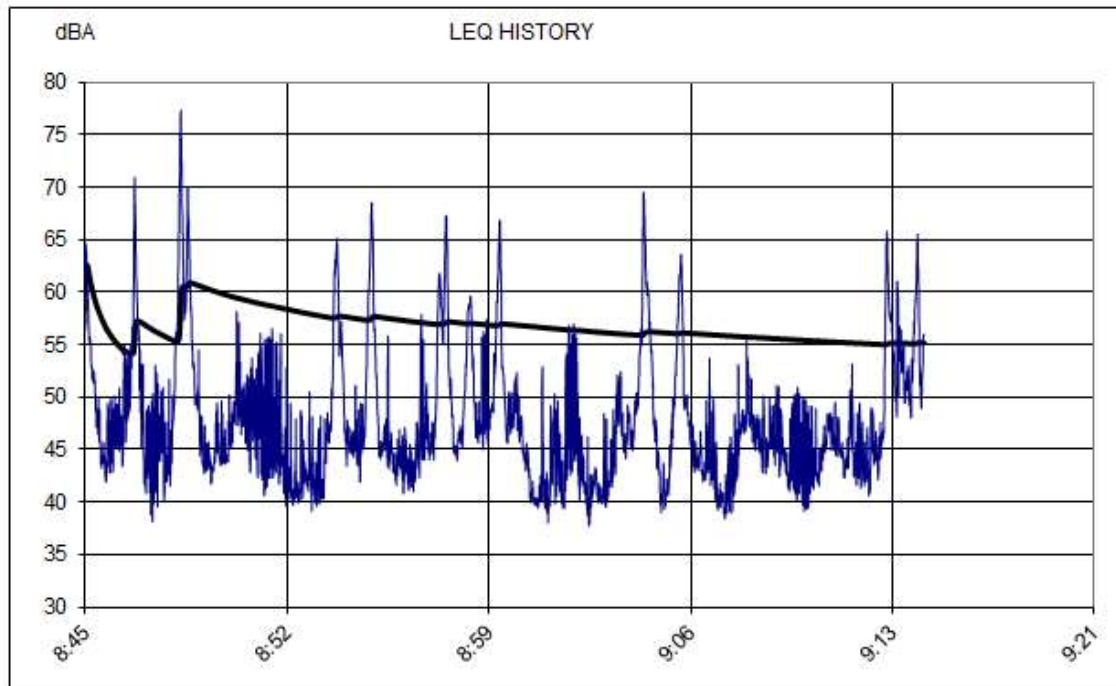
Data	09/06/2026	
Ora inizio	08:04:32	ora
Time step	0,125	sec
Peak	84	dBA
Livello equivalente	57,0	dBA
Time	30,0	m



L ₉₉	38,5	dB	L ₅₀	46,8	dB
L ₉₅	40,6	dB	L ₅	60,4	dB
L ₉₀	42,0	dB	L ₁	68,6	dB

Figura 3.2: Rilievo fonometrico in P1 - Mattino

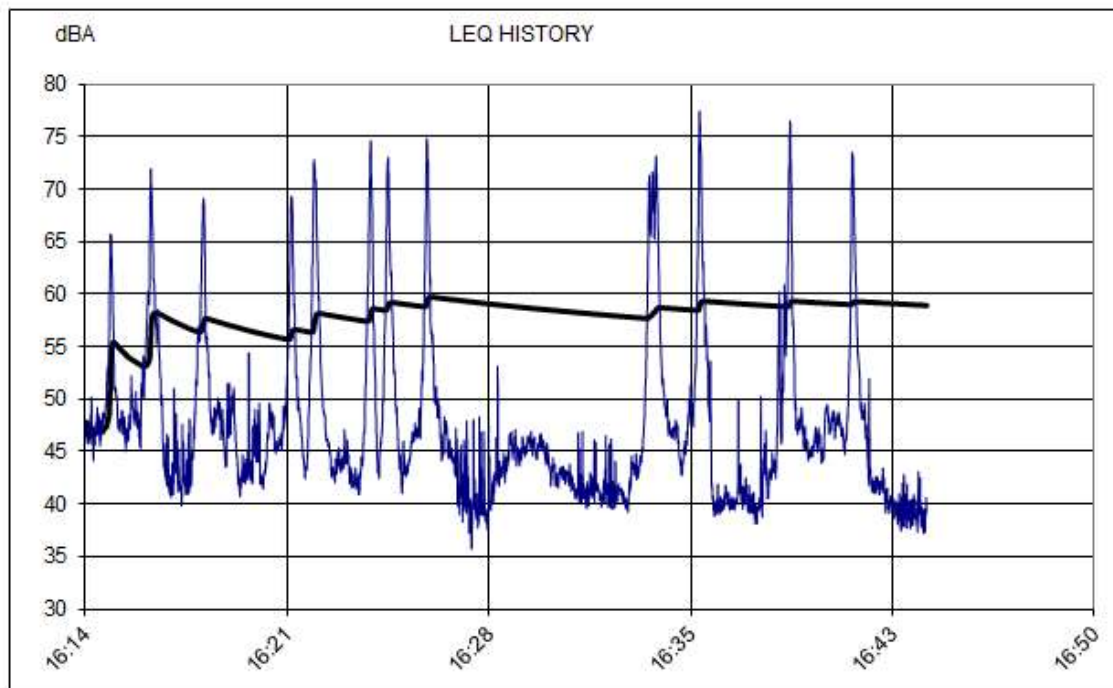
Data	09/06/2026	
Ora inizio	08:45:06	ora
Time step	0,125	sec
Peak	77,3	dBA
Livello equivalente	55,2	dBA
Time	30,0	m



L ₉₉	39,4	dB	L ₅₀	46,2	dB
L ₉₅	40,4	dB	L ₅	60,9	dB
L ₉₀	41,3	dB	L ₁	66,9	dB

Figura 3.3: Rilievo fonometrico in P2 - Mattino

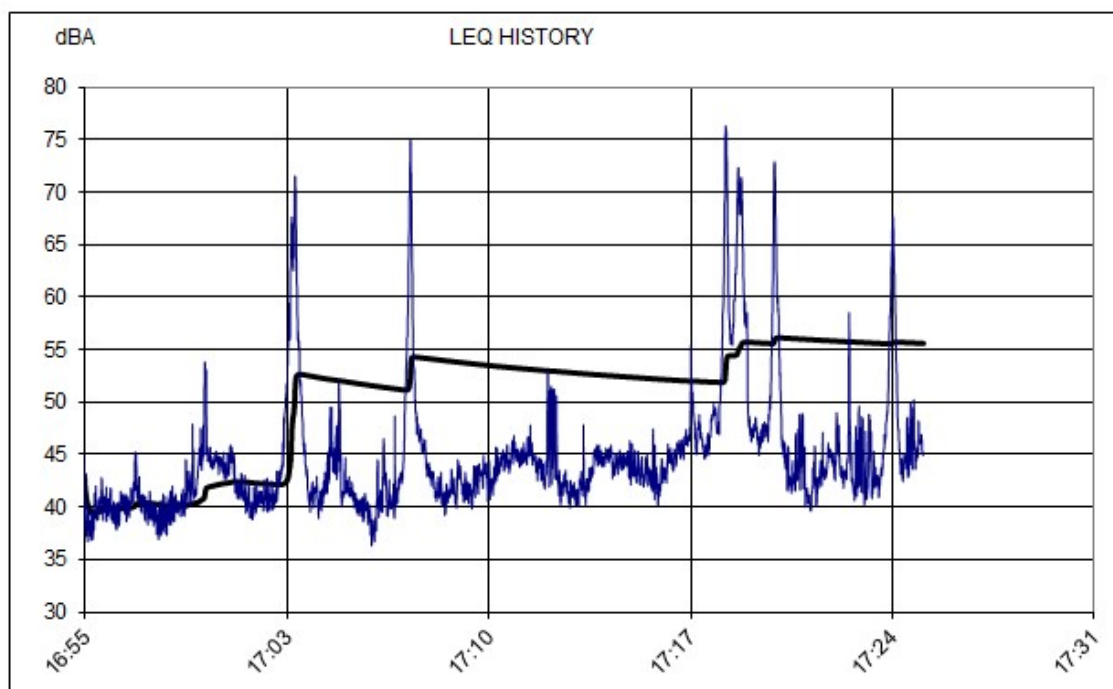
Data	08/06/2026	
Ora inizio	16:14:21	ora
Time step	0,125	sec
Peak	77,4	dBA
Livello equivalente	58,9	dBA
Time	30,0	m



L ₉₉	38,2	dB	L ₅₀	45,3	dB
L ₉₅	39,5	dB	L ₅	65,6	dB
L ₉₀	40,2	dB	L ₁	72,6	dB

Figura 3.4: Rilievo fonometrico in P1 - Pomeriggio

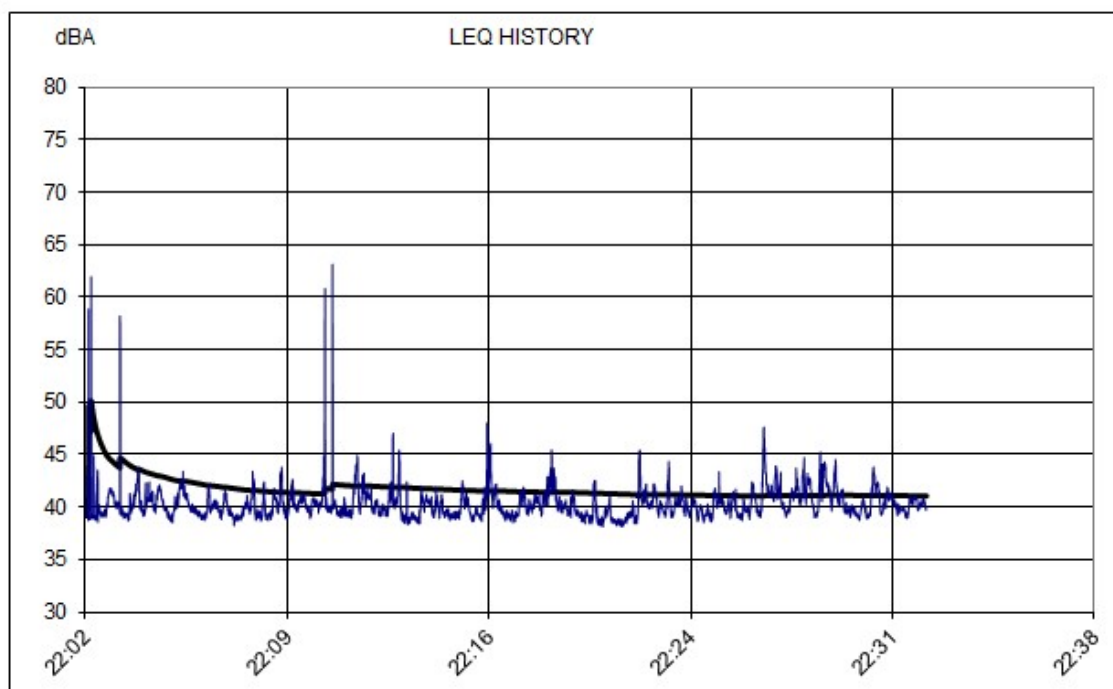
Data	08/06/2026	
Ora inizio	16:55:51	ora
Time step	0,125	sec
Peak	76,3	dBA
Livello equivalente	55,6	dBA
Time	30,0	m



L ₉₉	37,8	dB	L ₅₀	43,3	dB
L ₉₅	39,2	dB	L ₅	58,2	dB
L ₉₀	39,9	dB	L ₁	70,2	dB

Figura 3.5: Rilievo fonometrico in P2 - Pomeriggio

Data	08/06/2026	
Ora inizio	22:02:33	ora
Time step	0,125	sec
Peak	62,6	dBA
Livello equivalente	41,0	dBA
Time	30,0	m



L ₉₉	38,5	dB	L ₅₀	40,0	dB
L ₉₅	38,8	dB	L ₅	42,6	dB
L ₉₀	39,0	dB	L ₁	44,5	dB

Figura 3.6: Rilievo fonometrico in P1 - Notte

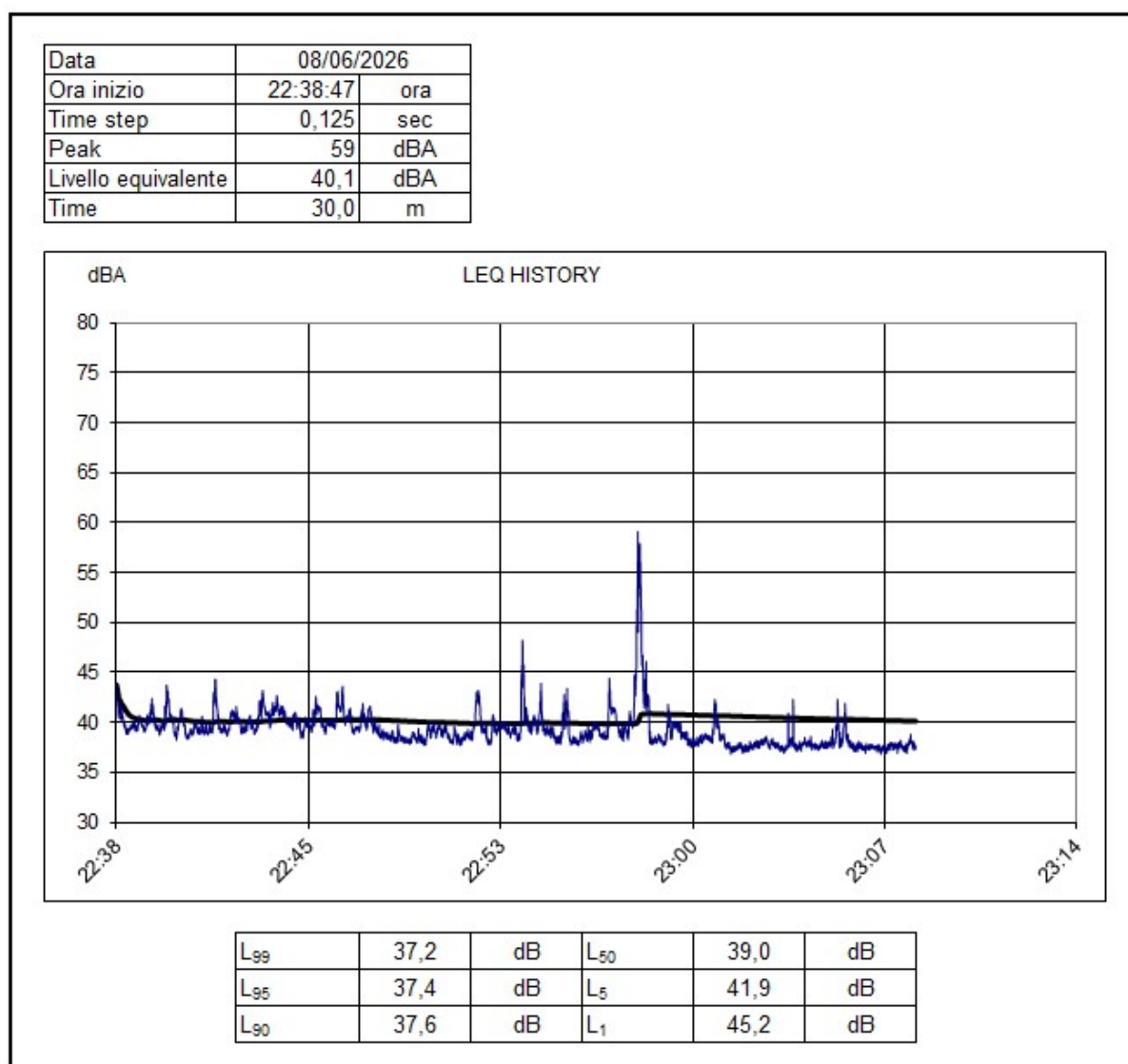


Figura 3.7: Rilievo fonometrico in P2 - Notte

3.2 Nuove sorgenti

Sono individuabili due sorgenti principali: il tifo e gli autoparlanti.

3.2.1 Rumore potenziale generato dalle tribune

Il rumore generato da 200 persone in una tribuna varia sensibilmente a seconda dell'evento: si va da un brusio di fondo di circa 65 dB(A), fino a un tifo o un'ovazione che può raggiungere e superare i 95 dB(A) (Fonte: Force Technology CROWD NOISE MEASUREMENTS AND SIMULATION IN LARGE STADIUM by Felix Fernandez). I livelli di rumore indicati si riferiscono a misurazioni effettuate all'interno dell'ambiente stesso, ovvero **all'interno della tribuna** e nelle immediate vicinanze del pubblico (distanza di **1 - 5 metri** dalle prime file di spettatori).

I livelli di emissione sonora dipendono da diversi fattori:

- **Conversazione normale:** Un pubblico rilassato, in attesa o durante una pausa, produce un livello sonoro compreso tra (65 e 70 dB(A)).

- Applausi: Un applauso collettivo e ritmico si attesta solitamente sugli 80 - 85 dB(A).
- Esultanza o tifo organizzato: Se l'evento sportivo raggiunge il suo apice (es. un gol o un ritornello), i 200 spettatori possono generare un picco sonoro compreso tra 95 e 100 dB(A).

3.2.2 Autoparlanti

Durante gli annunci, un altoparlante da tribuna genera un livello di pressione sonora compreso tra **90 - 105** misurato alla distanza di ascolto degli spettatori.

Questo volume elevato non è casuale, ma risponde a precise necessità tecniche e di sicurezza: **Il principio di "Intelligibilità del parlato"**.

Per fare in modo che gli annunci (o i messaggi di emergenza) siano perfettamente comprensibili, il suono dell'altoparlante deve **superare il rumore di fondo del pubblico** di almeno **10 ÷ 15 dB**.

Se una tribuna piena da 200 persone genera un tifo da 85 dB(A), l'impianto audio (sistema PA / *Public Address*) deve necessariamente spingersi a circa **95 - 100 dB(A)** sui seggiolini per non essere sovrastato.

Gli standard internazionali di sicurezza (come le norme NFPA) impongono che i sistemi audio degli stadi garantiscano un livello acustico continuo di almeno **102 - 105 dB(A)** in qualsiasi punto della tribuna per le comunicazioni di evacuazione.

4 ANALISI DEI RICETTORI ESPOSTI

I ricettori in diretto rapporto fisico e a distanza ravvicinata sono 4 e si collocano in fregio alla Strada Ghiare Superiori. Nell'assegnazione dei livelli equivalenti ai ricettori esposti si sono considerati i valori mascherati dal traffico stradale registrati presso la postazione P2.

Tabella 4.1: Quadro riassuntivo dei ricettori esposti

Ricettore esposto	Distanza Ricettore tribune m	Livello equivalente day dBA	Livello equivalente night dBA	Classe acustica
R1	251	46,0	40,0	III
R2	175	46,0	40,0	III
R3	211	44,8	39,0	III
R4	177	44,8	39,0	III

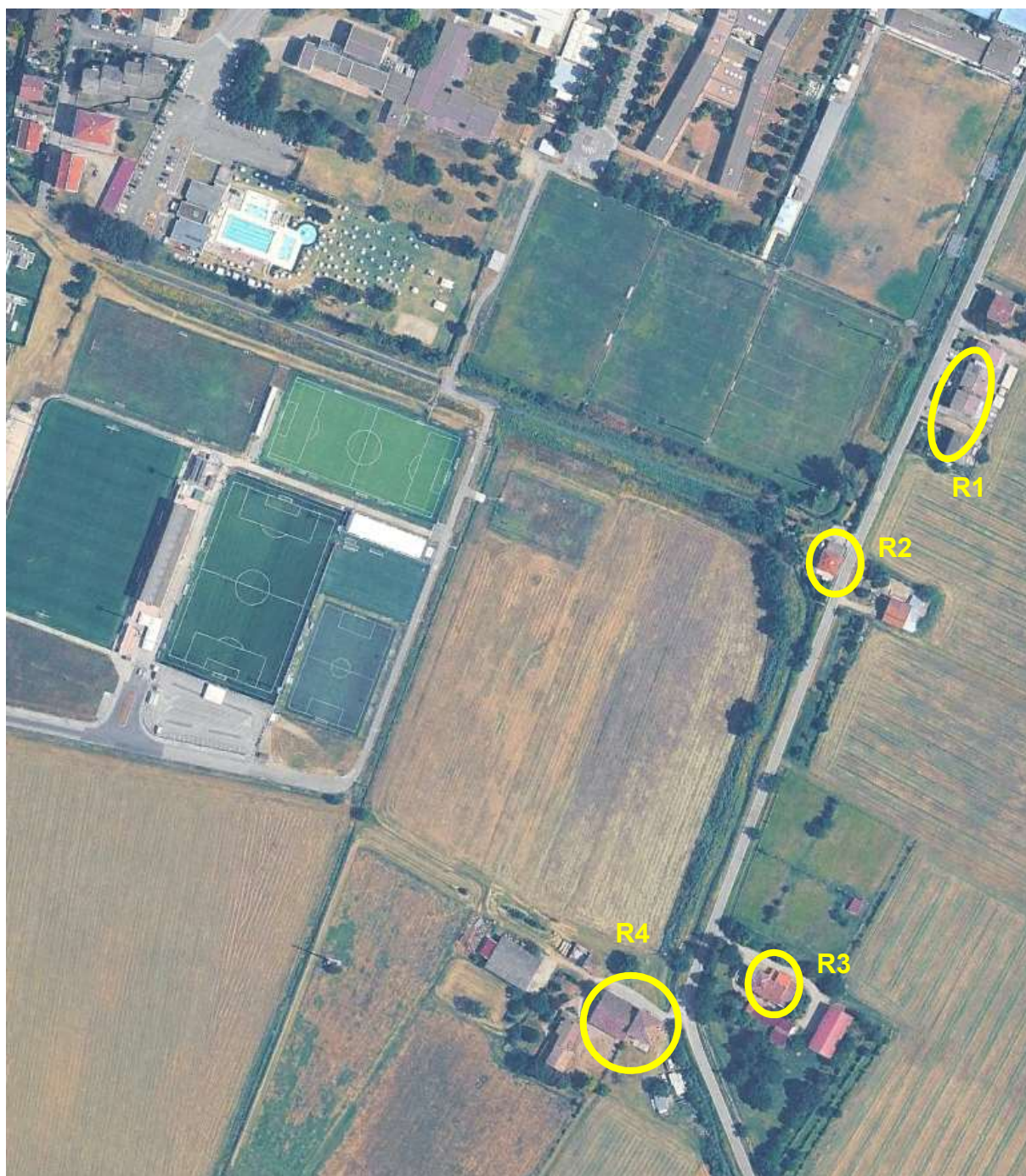


Figura 4.1 – Ricettori esposti

Ricettore	COMUNE	TIPO	PCA Classe
R1	Noceto	Edificio residenziale	III: 60 dBA 50 dBA
			

Ricettore	COMUNE	TIPO	PCA Classe
R2	Noceto	Edificio residenziale	III: 60 dBA 50 dBA
			

Ricettore	COMUNE	TIPO	PCA Classe
R3	Noceto	Edificio residenziale	III: 60 dBA 50 dBA
			
Ricettore	COMUNE	TIPO	PCA Classe
R4	Noceto	Edificio residenziale	III: 60 dBA 50 dBA
			

5 VERIFICA DELL'IMPATTO ACUSTICO

L'impatto dell'impianto sportivo, per gli eventi che andrà ad ospitare che rientrano nella categoria olimpica, beneficia di deroghe ed è soggetto ad una normativa più permissiva rispetto ad altri eventi. Per queste discipline non si applica il rigoroso limite del *livello differenziale* e limiti di riferimento diventano quelli del Piano di Classificazione acustica.

Come stabilito dall'art. 4, comma 1 del [D.P.C.M. 14 novembre 1997](#), i limiti differenziali non si applicano alla rumorosità prodotta dalle infrastrutture delle discipline olimpiche (incluso il calcio) esercitate in forma stabile.

Il calcolo del livello sonoro ai ricettori esposti è stato effettuato sulla base delle seguenti considerazioni:

1. gli aspetti climatici considerati sono “l’Umidità relativa media annua durante il periodo diurno”, pari a UR = 50%, e la “Temperatura media annua durante il periodo diurno”, pari a Tm = 15°;
2. livello di potenza sonora emesso in campo libero da un pubblico di 200 persone rilassate a 78 dBA;
3. livello di potenza sonora emesso in campo libero da un pubblico di 200 persone al suo apice a 106 dBA;
4. livello di potenza sonora degli autoparlanti pari a 113 dBA;

Per il calcolo del Livello equivalente ai ricettori esposti è stata utilizzata la seguente relazione (modello matematico ISO9613; v. Allegato B2):

$$L_p = L_w + DC - A_{div} + A_{atm} + A_{gr} = L_w + \left[10 \times \log \left(1 + \frac{d^2 + (h_s - h_r)^2}{d^2 + (h_s + h_r)^2} \right) \right] - \left[20 \times \log \left(\frac{d}{d_0} \right) + 11 \right] - \left[\frac{\alpha \times d}{1000} \right] - \left[4,8 - \left(\frac{2 \times h_m}{d} \right) \times \left(17 + \frac{300}{d} \right) \right]$$

dove:

L_p = livello sonoro nella posizione del ricevitore;

L_w = livello di potenza sonora della sorgente;

DC = indice di direttività della sorgente;

A_{div} = attenuazione dovuta alla divergenza geometrica;

A_{atm} = attenuazione dovuta all'assorbimento atmosferico;

A_{gr} = attenuazione dovuta all'effetto del suolo;

d = distanza tra sorgente e ricevitore;

h_m = altezza media tra sorgente e ricevitore;

h_s = altezza sorgente;

h_r = altezza ricevitore;

α = coefficiente di attenuazione (8,686/1000 dB);

σ = angolo d'inclinazione tra sorgente e ricevitore;

Nelle seguenti Tabelle sono riportati i risultati forniti dall'applicazione della norma ISO 9613, ottenuti nel rispetto delle considerazioni sopraelencate.

Tabella 5.2 – Sintesi della situazione d'impatto per i ricettori situati nelle zone adiacenti all'attività nel periodo diurno con pubblico rilassato

Azioni/condizioni	RICETTORI			
	R1	R2	R3	R4
Livello equivalente indotto dalle tribune con pubblico rilassato (dBA)	16,5	20,1	18,3	20,0
Livello ante-operam (dBA)	46	46	44,8	44,8
Livello totale (dBA)	46,0	46,0	44,8	44,8
Limite Piano di classificazione acustica (dBA)	60	60	60	60
Superamento	NO	NO	NO	NO

Tabella 5.3 – Sintesi della situazione d'impatto per i ricettori situati nelle zone adiacenti all'attività nel periodo notturno con pubblico rilassato

Azioni/condizioni	RICETTORI			
	R1	R2	R3	R4
Livello equivalente indotto dalle tribune con pubblico rilassato (dBA)	16,5	20,1	18,3	20,0
Livello ante-operam (dBA)	40	40	39	39
Livello totale (dBA)	40,0	40,0	39,0	39,1
Limite Piano di classificazione acustica (dBA)	50	50	50	50
Superamento	NO	NO	NO	NO

Tabella 5.4 – Sintesi della situazione d'impatto per i ricettori situati nelle zone adiacenti all'attività nel periodo diurno con pubblico al suo apice

Azioni/condizioni	RICETTORI			
	R1	R2	R3	R4
Livello equivalente indotto dalle tribune con pubblico rilassato (dBA)	44,5	48,1	48,1	48,1
Livello ante-operam (dBA)	46	46	44,8	44,8
Livello totale (dBA)	48,3	50,2	49,8	49,8
Limite Piano di classificazione acustica (dBA)	60	60	60	60
Superamento	NO	NO	NO	NO

Tabella 5.5 – Sintesi della situazione d'impatto per i ricettori situati nelle zone adiacenti all'attività nel periodo notturno con pubblico al suo apice

Azioni/condizioni	RICETTORI			
	R1	R2	R3	R4
Livello equivalente indotto dalle tribune con pubblico rilassato (dBA)	44,5	48,1	48,1	48,1
Livello ante-operam (dBA)	40	40	39	39
Livello totale (dBA)	45,8	48,8	48,6	48,6
Limite Piano di classificazione acustica (dBA)	50	50	50	50
Superamento	NO	NO	NO	NO

Tabella 5.6 – Sintesi della situazione d'impatto per i ricettori situati nelle zone adiacenti all'attività nel periodo diurno con pubblico al suo apice

Azioni/condizioni	RICETTORI			
	R1	R2	R3	R4
Livello equivalente indotto dalle tribune con pubblico rilassato (dBA)	51,5	55,1	53,3	55,0
Livello ante-operam (dBA)	46	46	44,8	44,8
Livello totale (dBA)	52,6	55,6	53,8	55,4
Limite Piano di classificazione acustica (dBA)	60	60	60	60
Superamento	NO	NO	NO	NO

Tabella 5.7 – Sintesi della situazione d'impatto per i ricettori situati nelle zone adiacenti all'attività nel periodo notturno con pubblico al suo apice

Azioni/condizioni	RICETTORI			
	R1	R2	R3	R4
Livello equivalente indotto dalle tribune con pubblico rilassato (dBA)	51,5	55,1	53,3	55,0
Livello ante-operam (dBA)	40	40	39	39
Livello totale (dBA)	51,8	55,3	53,4	55,1
Limite Piano di classificazione acustica (dBA)	50	50	50	50
Superamento	SI	SI	SI	SI

6 CONCLUSIONI

Alla luce dei risultati ottenuti sono possibili le seguenti considerazioni:

- A tutti i ricettori il livello sonoro è inferiore al limite per manifestazioni sportive di 60 dBA stabilito dal Piano di Classificazione Acustica di Noceto per la classe III nel periodo diurno (06-22);
- A tutti i ricettori il livello sonoro è inferiore anche al limite per manifestazioni sportive di 50 dBA stabilito dal Piano di Classificazione Acustica di Noceto per la classe III nel periodo notturno (22-06);
- Nel periodo notturno (ovvero dopo le 22.00) l'uso degli autoparlanti dovrà essere acconsentito esclusivamente per situazioni di emergenza;
- Le manifestazioni sportive dovranno rispettare i limiti di orari previsti dal regolamento comunale;
- Gli allenamenti non sono considerati perché avvengono durante il periodo diurno, la distanza dei ricettori esposti è rilevante e il numero degli avventori è tipicamente contenuto.

ALLEGATO A – MEDODI DI ANALISI DELLO STATO AMBIENTALE

A1 - Descrizione della tecnica di misura fonometrica

La campagna di misura fonometrica si basa su una tecnica chiamata campionamento spazio-temporale. Mediante questa tecnica il valore del livello continuo equivalente L_{Aeq} su periodi medio lunghi non è misurato direttamente, come invece avviene in un rilevamento continuo, bensì è stimato sulla base di una serie di dati rilevati in prefissati intervalli di tempo, solitamente molto brevi rispetto all'intero periodo a cui è riferito il L_{Aeq} .

Nella tecnica di campionamento sono distinti in genere i seguenti periodi temporali, definiti anche nel D.M.Amb. del 16.3.1998:

- Tempo a lungo termine T_L : la cui durata è stabilita in relazione agli obiettivi dell'indagine;
- Tempo di riferimento T_R : individuato all'interno di T_L rappresenta il periodo della giornata all'interno del quale si eseguono le misurazioni; il Decreto distingue inoltre tra tempo di riferimento diurno T_{Rd} (tra le 06 e le 22) e tempo di riferimento notturno T_{Rn} (tra le 22 e le 06), e si ha per cui:

$$\sum_{i=1}^r T_{Rdi} = T_{Ld} \quad \sum_{i=1}^r T_{Rni} = T_{Ln}$$

- Tempo di osservazione T_O : collocato all'interno di ogni singolo tempo T_{Ri} e definibile in uno o più tempi T_{Oj} :

$$\sum_{j=1}^o T_{Oj} \leq T_{Ri}$$

- Tempo di misurazione T_M : collocato all'interno di un tempo di ciascun tempo T_{Oj} e vale:

$$\sum_{k=1}^m T_{Mk} \leq T_{Oj}$$

Ad ogni k-esimo intervallo di misura T_{Mk} , di durata t_k , è associato il corrispondente livello equivalente $L_{Aeq, TMk}$. L'ipotesi alla base è che il valore del livello equivalente L_{Aeq} corrispondente all'insieme dei K-esimi livelli misurati $L_{Aeq, TMk}$ coincida con il livello equivalente riferito al tempo di osservazione T_{Oj} contenente i k-esimi tempi T_{Mk} , ossia:

$$L_{Aeq, T_{Oj}} = 10 \log \left[\frac{1}{T_{Mtot}} \cdot \sum_{k=1}^m t_k \cdot 10^{(L_{Aeq, TMk} / 10)} \right]$$

in cui T_{Mtot} è il tempo totale di misurazione contenuto in T_{Oj} pari a:

$$T_{Mtot} = \sum_{k=1}^m t_k$$

dall'insieme dei j-esimi livelli $L_{Aeq, T_{Oj}}$ si ricava il livello equivalente riferito al tempo di riferimento T_{Ri} :

$$L_{Aeq,T_{Ri}} = 10 \log \left[\frac{1}{T_{Ri}} \cdot \sum_{j=1}^o t_j \cdot 10^{\left(L_{Aeq,T_{oj}} / 10 \right)} \right]$$

analogamente si ricava il livello equivalente L_{Aeq,T_L} riferito al tempo di riferimento T_L mediante la relazione:

$$L_{Aeq,T_L} = 10 \log \left[\frac{1}{r} \cdot \sum_{i=1}^r 10^{\left(L_{Aeq,T_{Ri}} / 10 \right)} \right]$$

In pratica, per ciascuna zona da analizzare, si sceglie una postazione particolarmente rilevante in termini di stretta relazione causa-effetto; in pratica, si sceglie un edificio affacciato sulla viabilità principale, in modo che il microfono rilevi un segnale massimamente correlato con il flusso veicolare e le attività industriali che costituiscono le sorgenti sonore principali.

Utilizzando uno strumento portatile, nel corso delle 24 ore sono eseguiti rilievi “spot”, in modo da verificare la distribuzione spaziale del livello sonoro nell’area. Ciascun rilievo “spot” ha una durata tipica di 10 - 15 minuti.

Ipotizzando che la legge di distribuzione spaziale del rumore resti invariata nel corso delle 24 ore, conoscendo il livello della posizione di riferimento negli stessi 10 – 15 minuti in cui si è svolto ciascun rilievo “spot”, diventa possibile calcolare per differenza anche il livello equivalente riferito all’intero tempo di riferimento diurno o notturno in ciascuna posizione secondaria, con un errore piuttosto contenuto, soprattutto se si è scelta con cura la postazione di rilievo primario, in modo che il segnale da essa rilevato sia ben correlato con le principali sorgenti di rumore della zona.

A2 - Modello ISO 9613 per il disturbo causato dalle sorgenti fisse

La norma ISO 9613 (prima edizione 15 dicembre 1996), intitolata “Attenuation of sound during propagation outdoors”, consiste di due parti:

1. Calculation of the absorption of sound by the atmosphere;
2. General method of calculation.

La prima parte tratta con molto dettaglio l’attenuazione del suono causata dall’assorbimento atmosferico; la seconda parte tratta vari meccanismi d’attenuazione del suono durante la sua propagazione nell’ambiente esterno (diffrazione, schermi, effetto suolo). Il trattamento del suono descritto nella seconda parte è riconosciuto dalla stessa norma come “più approssimato ed empirico” rispetto a quanto descritto nella prima parte.

Scopo della ISO 9613-2 è fornire un metodo ingegneristico per calcolare l’attenuazione del suono durante la propagazione in esterno. La norma calcola il livello continuo equivalente della pressione sonora pesato in curva A che si ottiene assumendo sempre condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del suono, cioè propagazione sottovento o in condizioni di moderata inversione al suolo. In tali condizioni la propagazione del suono è curvata verso il terreno.

Il metodo contiene una serie di algoritmi in banda d’ottava per il calcolo dei seguenti effetti:

- attenuazione per divergenza geometrica;
- attenuazione per assorbimento atmosferico;
- attenuazione per effetto del terreno;
- riflessione del terreno;
- attenuazione per presenza di ostacoli che si comportano come schermi.

Le sorgenti sonore trattate dalla ISO 9613-2 sono sorgenti puntiformi descritte tramite i valori di direttività e di potenza sonora in banda d'ottava (dB):

- la potenza sonora in banda d'ottava (dB) è convenzionalmente specificata in relazione ad una potenza sonora di riferimento di un picowatt; i valori vanno inseriti per ogni banda d'ottava (62,5Hz ; 125Hz; 250Hz; 500Hz; 1kHz; 2kHz; 4kHz; 8kHz);
- la direttività (dB) è un termine che dipende dalla frequenza e dalla direzione e rappresenta la deviazione del livello equivalente di pressione sonora (SPL) in una specifica direzione rispetto al livello prodotto da una sorgente omnidirezionale.

Le equazioni di base utilizzate dal modello della ISO 9613-2 sono:

$$L_p(f) = L_w(f) + D(f) - A(f)$$

dove:

L_p = livello di pressione sonora equivalente in banda d'ottava (dB) generato nel punto p dalla sorgente w alla frequenza f;

L_w = livello di potenza sonora in banda d'ottava alla frequenza f (dB) prodotto dalla singola sorgente w relativa ad una potenza sonora di riferimento di un picowatt;

D = indice di direttività della sorgente w (dB);

A = attenuazione sonora in banda d'ottava (dB) alla frequenza f durante la propagazione del suono dalla sorgente w al ricevitore p;

Il termine di attenuazione A è espresso dalla seguente equazione:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

dove:

A_{div} = attenuazione dovuta alla divergenza geometrica;

A_{atm} = attenuazione dovuta all'assorbimento atmosferico;

A_{gr} = attenuazione dovuta all'effetto del suolo;

A_{bar} = attenuazione dovuta alle barriere;

A_{misc} = attenuazione dovuta ad altri effetti (descritti nell'appendice della norma).

Il valore totale del livello sonoro equivalente ponderato in curva A si ottiene sommando i contributi di tutte le bande d'ottava e di tutte le sorgenti presenti secondo l'equazione seguente:

$$Leq(dBA) = 10 \log \left(\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^8 10^{0,1(L_p(ij)+A(j))} \right) \right)$$

dove:

n = numero di sorgenti;

j = indice che indica le otto frequenze standard in banda d'ottava da 63 Hz a 8kHz;

A_r = indica il coefficiente della curva ponderata A.

Divergenza geometrica

$$A_{div} = 20 \log \left(\frac{d}{d_0} \right) + 11 \quad dB$$

L'attenuazione per divergenza è calcolata secondo la seguente formula:

dove:

d = distanza tra la sorgente e il ricevitore in metri;

d₀ = distanza di riferimento (pari a 1 metro).

Assorbimento atmosferico

L'attenuazione per assorbimento atmosferico è calcolata secondo la formula:

$$A_{atm} = \alpha \cdot d / 1000$$

dove:

d = distanza di propagazione in metri;

α = coefficiente di assorbimento atmosferico in decibel per chilometro per ogni banda d'ottava.

Assorbimento del terreno

La ISO 9613-2 prevede due metodi per il calcolo dell'attenuazione dovuta all'assorbimento del terreno: il metodo completo e il metodo alternativo.

Il metodo completo si basa sull'ipotesi che nelle condizioni meteorologiche di propagazione del suono previste dalla norma l'attenuazione dovuta all'interferenza del suono si realizzi principalmente in due aree limitate una vicina alla sorgente e una vicina al recettore. Queste due aree hanno rispettivamente estensione massima pari a trenta volte l'altezza della sorgente sul suolo e trenta volte l'altezza del recettore sul suolo. L'equazione utilizzata è la seguente:

$$A_{gr} = A_s + A_r + A_m$$

dove :

A_s = attenuazione calcolata nella regione della sorgente;

A_r = attenuazione calcolata nella regione del recettore;

A_m = attenuazione calcolata nella regione di mezzo (che può anche non esserci).

La Tab. ALL. A2 riporta lo schema di calcolo descritto nella norma.

Tabella ALL. A2 – Schema di calcolo per la determinazione dell'attenuazione nella regione della sorgente e del ricettore.

Hz	A_s, A_r (dB)	A_m (dBI)
63	-1,5	-3q
125	$-1,5 + G \cdot a(h)$	$-3q(1-Gm)$
250	$-1,5 + G \cdot b(h)$	$-3q(1-Gm)$
500	$-1,5 + G \cdot c(h)$	$-3q(1-Gm)$
1000	$-1,5 + G \cdot d(h)$	$-3q(1-Gm)$
2000	$-1,5(1-G)$	$-3q(1-Gm)$
4000	$-1,5(1-G)$	$-3q(1-Gm)$
8000	$-1,5(1-G)$	$-3q(1-Gm)$

dove :

$$a(h) = 1,5 + 3 \cdot e^{-0,12(h-5)^2} (1 - e^{-d/50}) + 5,7 \cdot e^{-0,09h^2} (1 - e^{-2,8 \cdot 10^{-6} \cdot d^2})$$

$$b(h) = 1,5 + 8,6 \cdot e^{-0,09h^2} (1 - e^{-d/50})$$

$$c(h) = 1,5 + 14 \cdot e^{-0,46h^2} (1 - e^{-d/50})$$

$$d(h) = 1,5 + 5 \cdot e^{-0,9h^2} (1 - e^{-d/50})$$

h = nel calcolo di A_s rappresenta l'altezza sul suolo in metri della sorgente, nel calcolo di A_r rappresenta l'altezza sul suolo in metri del recettore;

$$q = 1 - \frac{30(h_s + h_r)}{d}$$

d = è la proiezione sul piano della distanza in metri tra sorgente e recettore;

q = se $d \leq 30 \cdot (h_s + h_r)$ il termine q vale 0 altrimenti vale

G = Ground factor, fattore che descrive le proprietà acustiche del terreno compreso tra 0 (Hard ground) e 1 (Porous Ground).

Il metodo alternativo, rispetto a quello completo, è maggiormente semplificato e calcola l'attenuazione dovuta al terreno ponderata in curva A (e non quindi in banda d'ottava):

$$A_{gr} = 4,8 - \frac{2 \times h_m}{d} \times \left(17 + \frac{300}{d} \right)$$

dove:

h_m = altezza media del raggio di propagazione in metri;

d = distanza tra la sorgente e il recettore in metri;

Assorbimento dovuto a schermi

Le condizioni per considerare un oggetto come schermo sono le seguenti:

- la densità superficiale dell'oggetto è almeno pari a 10 Kg/m²;
- l'oggetto ha una superficie uniforme e compatta (si ignorano quindi molti impianti presenti in zone industriali);
- la dimensione orizzontale dell'oggetto normale al raggio acustico è maggiore della lunghezza d'onda della banda nominale in esame.

Il modello di calcolo valuta solo la diffrazione dal bordo superiore orizzontale secondo l'equazione :

$$A_{bar} = D_z - A_{gr}$$

dove:

D_z = attenuazione della barriera in banda d'ottava;

A_{gr} = attenuazione del terreno in assenza della barriera.

L'equazione che descrive l'effetto dello schermo è la seguente:

$$D_z = 10 \times \log(3 + (C_2 / \lambda) \times C_3 \times z \times K_{met}) \quad dB$$

dove:

C_2 = uguale a 20;

C_3 = vale 1 in caso di diffrazione semplice mentre in caso di diffrazione doppia vale:

$$C_3 = (1 + (5 \times \lambda / e)^2) / (1/3 + (5 \times \lambda / e)^2)$$

λ = lunghezza d'onda nominale della banda d'ottava in esame;

z = differenza tra il percorso diretto del raggio acustico e il percorso diffratto calcolato come mostrato nelle immagini seguenti;

K_{met} = correzione meteorologica data da $K_{met} = \exp(-(1/2000)\sqrt{d_{ss} \times d_{sr} \times d/(2z)})$;

e = distanza tra i due spigoli in caso di diffrazione doppia.

Schema esemplificativo dei tipi di schermi e delle grandezze in gioco.



Attenuazione dovuta a propagazione attraverso vegetazione

L'attenuazione dovuta alla vegetazione è molto limitata e si verifica solo se la vegetazione è molto densa al punto da bloccare la vista. L'attenuazione si verifica solo nei pressi della sorgente e nei pressi del recettore secondo la seguente Tab. ALL. A3.

Tabella ALL. A3 – Confronto tra lo spessore della barriera “d” in metri e il corrispondente valore di attenuazione in dB/m per banda d'ottava (per valori di d superiori a 200 metri si assume comunque d = 200 metri).

(m)	63 (Hz)	125 (Hz)	250 (Hz)	500 (Hz)	1000 (Hz)	2000 (Hz)	4000 (Hz)	8000 (Hz)
$10 \leq d \leq 20$	0	0	1	1	1	1	2	3
$20 \leq d \leq 200$	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,12

Attenuazione dovuta a propagazione attraverso siti industriali

L'attenuazione è linearmente proporzionale alla lunghezza del percorso curvo d che attraversa il sito industriale secondo la seguente Tab. ALL. A4.

Tabella ALL. A4 – Valore di attenuazione in dB/m per banda d'ottava (tale attenuazione non deve comunque superare 10 dB).

63 (Hz)	125 (Hz)	250 (Hz)	500 (Hz)	1000 (Hz)	2000 (Hz)	4000 (Hz)	8000 (Hz)
0	0,015	0,025	0,025	0,02	0,02	0,015	0,015

Attenuazione dovuta a propagazione attraverso siti edificati

L'attenuazione dovuta all'attraversamento di zone edificate è calcolata secondo la formula:

$$A_{hous} = 0,1 \times B \times d$$

dove:

B = densità degli edifici nella zona data dal rapporto tra la zona edificata e la zona libera;

d = lunghezza del raggio curvo che attraversa la zona edificata sia nei pressi della sorgente che nei pressi del recettore, calcolato come descritto in precedenza.

Si tenga presente che:

- il valore dell'attenuazione non deve superare i 10 dB;
- se il valore dell'attenuazione del suolo calcolato come se le case non fossero presenti è maggiore dell'attenuazione calcolata con l'equazione sopra, allora tale ultimo termine viene trascurato.

ALLEGATO B – TARATURA FONOMETRO

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 24005150
Certificate of Calibration

- data di emissione <i>date of issue</i>	2024-12-05
- cliente <i>customer</i>	OPTO-LAB INSTRUMENTS S.R.L. VIA GALAVOTTI 76 - 41033 CONCORDIA (MO)
- destinatario <i>receiver</i>	GEAS STUDIO ASSOCIATO VIA SETTE LADRONI, 4 - 46030 CIZZOLO DI VIADANA (MN)
Si riferisce a <i>Referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	Fonometro
- costruttore <i>manufacturer</i>	Delta Ohm S.r.l.
- modello <i>model</i>	HD2010
- matricola <i>serial number</i>	07022741018
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2024/12/3
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	48385

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 124 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° 124 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)

Roberto Martinelli



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 24005150
Certificate of Calibration

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le seguenti procedure, sviluppate secondo le prescrizioni della Norma EN 61672-3:2006: DHLE – E – 07 rev. 1.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures, developed according to EN 61672-3:2006 standard requirements: DHLE – E – 07 rev. 1.

Incertezze - Uncertainties

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento e riportate nella tabella successiva, sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %.

The measurement uncertainties stated in this document, shown in the following table, have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor $k=2$ corresponding to a confidence level of about 95%.

Fonometro Sound level meter	Livello sonoro Sound level /dB	Frequenza Frequency /Hz	Incertezza Uncertainty /dB
Regolazione della sensibilità acustica Adjustment of acoustic sensitivity	94, 104, 114, 124	250, 1000	0.20
Verifica con il calibratore acustico associato Test with supplied sound calibrator	94, 104, 114, 124	250, 1000	0.15
Risposta in frequenza - Frequency response	25 ÷ 140	31.5 ÷ 16000	0.39 ÷ 0.72 *
Rumore auto-generato con microfono Self-generated noise with microphone		-	2.0
Rumore auto-generato con dispositivo di ingresso per segnali elettrici Self-generated noise with electrical input signal device	-	-	1.0
Prove elettriche - Electrical tests	25 ÷ 140	31.5 ÷ 16000	0.12 ÷ 0.16 **
Calibratori acustici - Sound calibrators	94 / 114	1 000	0.11

* In funzione della frequenza – Depending on frequency

** In funzione della specifica prova – Depending on actual test

Campioni di riferimento - Reference standards

La catena di riferibilità ha inizio dai campioni di riferimento, muniti di certificati validi di taratura, elencati nella tabella "Campioni di riferimento".

Traceability is through reference standards, validated by certificates of calibration, listed in the table "Reference Standards".

Campioni di riferimento Reference standards	Costruttore Manufacturer	Modello Model	Numero di serie Serial number	Certificato Numero Certificate number
Microfono - Microphone	B&K	4180	2101416	INRIM 24-0126-01
Pistonofono - Pistonphone	B&K	4228	2163696	INRIM 24-0126-02
Multimetro - Multimeter	HP	3458A	2823A21870	INRIM 24-0103-01

Campioni di lavoro Working standards	Costruttore Manufacturer	Modello Model	Numero di serie Serial number
Calibratore Monofrequenza – Single-frequency calibrator	B&K	4231	2191058
Calibratore Multifrequenza – Multi-frequency calibrator	B&K	4226	2141950
Calibratore Multifrequenza – Multi-frequency calibrator	B&K	4226	1806636

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 24005150
Certificate of Calibration

Pagina 3 di 8
Page 3 of 8

Strumentazione in taratura - Instruments to be calibrated

Strumento <i>Instrument</i>	Costruttore <i>Manufacturer</i>	Modello <i>Model</i>	Numero di serie <i>Serial number</i>
Fonometro - <i>Sound level meter</i>	Delta Ohm S.r.l.	HD2010	07022741018
Preamplificatore - <i>Preamplifier</i>	Delta Ohm Srl	HD2010PNW	24025502
Cavo prolunga - <i>Extension cable</i>	Delta Ohm Srl	HD2010PNW	24025502
Microfono - <i>Microphone</i>	MG	MK221	35330
Schermo antivento - <i>Windshield</i>	Delta Ohm Srl	HD WME	1091
Calibratore acustico - <i>Acoustic calibrator</i>	Delta Ohm	HD9101	01009253

Correzioni in frequenza - Frequency corrections

Per tenere in considerazione la risposta in frequenza in campo libero del microfono, includendo eventuali effetti dovuti alla diffrazione del corpo dello strumento e dello schermo antivento ed all'utilizzo del cavo prolunga, è necessario sommare, all'indicazione del fonometro, delle correzioni in frequenza secondo le specifiche del costruttore. Pertanto nelle seguenti prove:

- 1.1 Regolazione della sensibilità acustica
- 1.2 Verifica con il calibratore acustico associato al fonometro
- 1.3 Risposta in frequenza del fonometro con il microfono

I livelli riportati nel certificato includono le correzioni fornite nella tabella seguente.

In order to account for the microphone free field response, including possible diffraction effects due to the instrument body and the windshield and to the use of the extension cable, frequency corrections, according to manufacturer specifications, must be summed to the sound level meter indications. Therefore in the following tests:

- 1.1 Adjustment of acoustic sensitivity
- 1.2 Test with sound calibrator supplied with sound level meter
- 1.3 Frequency response of sound level meter with microphone

Levels recorded in the certificate include corrections given in the following table.

Frequenza - <i>Frequency</i> /Hz	Correzioni - <i>Corrections</i> /dB	
	Pressione - Campo libero <i>Pressure - Free field</i>	Schermo antivento + Corpo <i>Windshield + Body</i>
31.5	0.0	0.0
63	0.0	0.0
125	0.0	0.0
250	0.0	0.0
500	0.0	0.0
1000	0.0	0.0
2000	0.2	0.0
4000	1.1	0.2
8000	3.3	0.3
12500	6.0	0.7
16000	8.0	0.3

I valori delle correzioni riportate in tabella sono fornite dal costruttore del fonometro.

Correction values shown in the table are provided by sound level meter manufacturer.

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 24005150

Certificate of Calibration

Parametri ambientali

Environmental parameters

Le condizioni ambientali di riferimento sono:

Reference environmental parameters are:

Temperatura / Temperature = $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$

Pressione atmosferica / Static pressure = $(1013.25 \pm 35) \text{ hPa}$

Umidità relativa / Relative humidity = $(50 \pm 10) \% \text{R.H.}$

Lo strumento in taratura è stato mantenuto in condizioni ambientali controllate per almeno 4 ore prima della taratura.

The instrument submitted for test was kept under controlled environmental conditions for at least 4h before calibration.

Temperatura Temperature /°C	Pressione atmosferica Static Pressure /hPa	Umidità relativa Relative Humidity /%R.H.
23.7	1014	47.8

1.0 PROVE CON SEGNALI ACUSTICI - TESTS WITH ACOUSTIC SIGNALS

Le misure acustiche sono state realizzate in accoppiatore chiuso applicando le correzioni per il campo acustico dichiarate dal costruttore.

Tests with acoustic signals were carried out in a closed acoustic coupler taking into account the sound field corrections provided by the sound level meter manufacturer.

Il campo di misura principale è: **50 dB + 130 dB**

The reference level range is:

Il livello di riferimento per la messa in punto è: **94 dB**

The reference level for calibration is:

La frequenza di riferimento è: **1000Hz**

The reference frequency is:

1.1 Regolazione della sensibilità acustica - Adjustment of acoustic sensitivity

Si esegue la messa in punto del fonometro in ponderazione Z, secondo le indicazioni del costruttore, mediante l'applicazione del livello di pressione sonora di riferimento, generato dal calibratore campione B&K 4226.

The adjustment of sound level meter acoustic sensitivity, with frequency weighting Z, is performed, according to manufacturer specifications, applying the reference sound pressure level, generated by reference standard acoustic calibrator B&K 4226.

SPL			Correzioni Corrections	
Applicato Applied	Messa in punto Adjustment			
	Prima Before	Dopo After		
/dBA				
94.0	94.0	94.1	0.0	PP-FF
			0.0	Schermo Windshield
			0.0	Corpo Body

1.2 Verifica con il calibratore acustico associato al fonometro - Test with sound calibrator supplied with the sound level meter

Si verifica con il fonometro in ponderazione Z, il livello di pressione generato dal calibratore in dotazione.

The sound level of the supplied acoustic calibrator is checked by the sound level meter with frequency weighting Z.

SPL		Correzione Correction	Incertezza Uncertainty
Nominale Nominal	Misurato Measured		
/dB			
94.0	93.9	0.0	0.15
114.0	113.9		

1.3 Risposta in frequenza del fonometro con il microfono - Frequency response of sound level meter with microphone

Si verifica la risposta in frequenza del fonometro e del microfono in ponderazione C, nell'intervallo di frequenza 31.5 Hz + 16000 Hz, a passi di ottava incluso il punto a 12500 Hz. A tale scopo si utilizza il calibratore multifrequenza B&K 4226, campione di lavoro.

The frequency response of the sound level meter with microphone is measured, with weighting C, in the frequency range 31.5 Hz + 16000 Hz, at octave steps including the 12500 Hz value. For this purpose the working standard multi-frequency acoustic calibrator B&K 4226 is used.

Frequenza Frequency	ΔSPL	Incertezza Uncertainty	Cl. 1 Tol.
/Hz	/dB		
31.5	0.2	0.39	± 2.0
63	0.1		± 1.5
125	0.1		
250	0.0		± 1.4
500	0.0		
1000	0.0		± 1.1
2000	0.1		
4000	0.5		± 1.6
8000	0.7	0.69	
12500	-0.2	0.72	+ 3.0 ; -6.0
16000	-0.3		+ 3.5 ; -17

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 24005150
Certificate of Calibration

2.4 Linearità del campo di misura principale - Reference level range linearity

La verifica della linearità di livello del fonometro nel campo di misura principale è stata effettuata con ponderazione A e frequenza del segnale in ingresso pari a 8 kHz. Il livello di partenza **94.0 dBA**, specificato nel manuale d'uso, è stato ottenuto con un livello di ingresso pari a **48.90 mV**.

*The sound level meter level linearity on the reference level range, with frequency weighting A, was verified at 8kHz input signal frequency. The test starting point **94.0 dBA**, specified in the instruction manual, was obtained with an input signal level equal to **48.90 mV**.*

Leq	ΔLeq	Incertezza Uncertainty	Cl. 1 tol.
/dBA		0.12	/dB
94.0	0.0		± 1.1
128.0	0.0		
127.0	0.0		
126.0	0.0		
125.0	0.0		
124.0	0.0		
119.0	0.0		
114.0	0.0		
109.0	0.0		
104.0	0.0		
99.0	0.0		
94.0	0.0		
89.0	0.0		
84.0	0.0		
79.0	0.0		
73.9	-0.1		
68.9	-0.1		
64.0	0.0		
59.0	0.0		
54.0	0.0		
53.0	0.0		
52.0	0.0		
51.0	0.0		
50.0	0.0		
48.7	0.1	*1	

(*1) Indicazione di sotto-campo corrispondente a
Under range indication corresponding to
0.265 mV.

2.5 Linearità dei campi di misura - Linearity of level ranges

Si verifica la linearità dei campi misura con ponderazione di frequenza A, con l'esclusione del campo principale, applicando un segnale in ingresso a 1kHz al livello di riferimento **94dBA**.

*The linearity of level ranges with frequency weighting A, excluding the reference level range, applying a 1kHz input signal at the reference level **94dBA**.*

Campo di misura Level range	ΔLeq	Incertezza Uncertainty	Cl. 1 tol.
/dBA		0.12	/dB
60+ 140	0.0		± 1.1
40+ 120	0.0		
30+ 110	-0.1		
20+ 100	-0.1		

I campi misura vengono inoltre verificati in ponderazione A applicando un segnale in ingresso alla frequenza di 1 kHz di ampiezza corrispondente al limite superiore del campo misure diminuito di 5dB.

Besides level ranges were tested with frequency weighting A applying a 1kHz input signal at a level 5dB lower than the upper limit of the level range.

Campo di misura Level range	ΔLeq	Incertezza Uncertainty	Cl. 1 tol.
/dBA		0.12	/dB
60+ 140	0.1		± 1.1
50+ 130	0.0		
40+ 120	0.0		
30+ 110	-0.1		
20+ 100	-0.1		

2.6 Ponderazioni di frequenza e temporali a 1kHz - Frequency and time weightings at 1kHz

Si verificano le indicazioni del fonometro con ponderazioni di frequenza C e Z in risposta ad un segnale sinusoidale a 1kHz di ampiezza tale da fornire una indicazione di livello sonoro ponderato A con costante FAST pari al livello di riferimento **94dB**.

*Sound level meter indications for frequency weightings C and Z are checked with a 1kHz sinusoidal input signal that yields an indication of the reference sound level **94dB** with frequency weighting A and time constant FAST.*

Ponderazione in frequenza Frequency weighting ΔSPL FAST			Incertezza Uncertainty	Cl. 1 tol.
A	C	Z		
/dB			0.15	± 0.4
0.0	-0.1	0.0		

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 24005150

Certificate of Calibration

Il fonometro sottoposto alle prove ha superato con esito positivo le prove periodiche della classe 1 della IEC 61672-3:2006, per le condizioni ambientali nelle quali esse sono state eseguite. Poiché 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 61672-2:2003, per dimostrare che il modello di fonometro è risultato completamente conforme alle prescrizioni della IEC 61672-1:2002, **IL FONOMETRO SOTTOPOSTO ALLE PROVE È CONFORME ALLE PRESCRIZIONI DELLA CLASSE 1 DELLA IEC 61672-1:2002.**

*The Sound Level Meter submitted for testing has successfully completed the class 1 periodic tests of IEC 61672-3:2006, for the environmental conditions under which the tests were performed. As public evidence was available, from an independent testing organization responsible for approving the results of pattern evaluation tests performed in accordance with IEC 61672-2:2003, to demonstrate that the model of sound level meter fully conformed to the requirements in IEC 61672-1:2002, **THE SOUND LEVEL METER SUBMITTED FOR TESTING CONFORMS TO THE CLASS 1 REQUIREMENTS OF IEC 61672-1:2002.***

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 24005151
Certificate of Calibration

- data di emissione <i>date of issue</i>	2024-12-05
- cliente <i>customer</i>	OPTO-LAB INSTRUMENTS S.R.L. VIA GALAVOTTI 76 - 41033 CONCORDIA (MO)
- destinatario <i>receiver</i>	GEAS STUDIO ASSOCIATO VIA SETTE LADRONI, 4 - 46030 CIZZOLO DI VIADANA (MN)
 <u>Si riferisce a</u> <i>Referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	Filtri acustici
- costruttore <i>manufacturer</i>	Delta Ohm S.r.l.
- modello <i>model</i>	HD2010
- matricola <i>serial number</i>	07022741018
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2024/12/3
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	48386

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 124 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° 124 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)

Roberto Martinelli



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 24005151
Certificate of Calibration

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure N. DHLE – E – 06 rev. 2
The measurement results reported in this Certificate were obtained following procedures No.

Riferimenti - References

La norma di riferimento è la IEC 61260:1995 "Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters".
The reference standard is IEC 61260:1995 "Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters".

Incertezze - Uncertainties

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento e riportate nella tabella successiva, sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %.
The measurement uncertainties stated in this document, shown in the following table, have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor $k=2$ corresponding to a confidence level of about 95%.

Ordine del banco di filtri <i>Order of filter set</i>	Frequenze centrali <i>Central frequencies</i>	Incertezza Uncertainty /dB
Ottava - Octave	31.5 Hz + 16 kHz	0.1 + 0.80
Terzo d'ottava - Third octave	20 Hz + 20 kHz	0.1 + 0.80

Campioni di riferimento - Reference standards

Campioni di Riferimento <i>Reference Standards</i>	Costruttore <i>Manufacturer</i>	Modello <i>Model</i>	Numero di serie <i>Serial number</i>	Certificato Numero <i>Certificate number</i>
Multimetro - Multimeter	HP	3458A	2823A21870	INRIM 24-0103-01

Strumentazione in taratura - Instruments to be calibrated

Costruttore <i>Manufacturer</i>	Modello <i>Model</i>	Ordine <i>Order</i>	Classe <i>Class</i>	Numero di serie <i>Serial number</i>
Delta Ohm S.r.l.	HD2010	1	1	07022741018

Parametri ambientali - Environmental parameters

I parametri ambientali di riferimento sono:
Temperatura = $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$, Umidità relativa = $(50 \pm 10) \% \text{U.R.}$
Lo strumento in taratura è stato mantenuto in laboratorio, in condizioni ambientali controllate, per almeno 4 ore prima della taratura.

Reference environmental parameters are:
Temperature = $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$, Relative humidity = $(50 \pm 10) \% \text{R.H.}$
The instrument submitted for test was kept in the laboratory, under controlled environmental conditions, for at least 4h before calibration.

Temperatura <i>Temperature</i>	Umidità relativa <i>Relative Humidity</i>
$^\circ\text{C}$	$\% \text{R.H.}$
23.7	46.9

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 24005151
Certificate of Calibration

RISULTATI DELLE PROVE - TEST RESULTS

La risposta del banco di filtri è stata rilevata utilizzando il rivelatore di valore efficace del fonometro. Il segnale di ingresso è stato collegato al fonometro sostituendo il microfono con un adattatore capacitivo di impedenza elettrica equivalente, secondo le istruzioni del costruttore.

The filter response was measured using the sound level meter root mean square meter. The test input signal was connected replacing the microphone with an equivalent impedance adaptor, according to manufacturer instructions.

Messa in punto - Adjustment

Le prove sono state eseguite dopo avere messo in punto il fonometro al livello di pressione sonora di riferimento:

Tests were performed after adjusting the filter set at the reference level:

94 dB

nel campo di misura principale:

in the reference level range:

50 dB + 130 dB.

Attenuazione relativa - Relative attenuation

L'attenuazione relativa dei filtri è stata verificata applicando un segnale in ingresso di ampiezza pari al fondo scala del campo principale diminuito di 1dB, e misurando le risposte dei filtri variando la frequenza del segnale di ingresso secondo le specifiche della norma di riferimento.

Filter relative attenuation was verified applying an input signal level 1dB lower than the upper limit of the reference level range and measuring filter responses changing the input signal frequency according to the reference standard specifications.

Freq. /Hz	31.5Hz /dB	Freq. /Hz	63Hz /dB	Freq. /Hz	125Hz /dB
2.0	80.0	3.9	80.0	7.8	80.0
3.9	80.0	7.8	80.0	15.6	80.0
11.1	57.6	22.1	70.2	44.2	80.0
15.6	20.7	31.3	23.6	62.5	22.4
22.1	2.9	44.2	3.0	88.4	2.9
24.1	0.7	48.2	0.8	96.4	0.7
26.3	0.0	52.6	0.1	105.1	0.1
28.7	-0.1	57.3	-0.1	114.6	0.0
31.3	-0.1	62.5	-0.1	125.0	-0.1
34.1	-0.1	68.2	-0.1	136.3	0.0
37.2	0.0	74.3	0.2	148.6	0.1
40.5	0.6	81.1	0.8	162.1	0.7
44.2	2.9	88.4	3.0	176.8	2.9
62.5	24.0	125.0	22.7	250.0	24.9
88.4	80.0	176.8	80.0	353.5	70.3
250.0	80.0	500.0	80.0	1000.0	76.7
500.0	80.0	1000.0	80.0	2000.0	80.0

Freq. /Hz	250Hz /dB	Freq. /Hz	500Hz /dB	Freq. /Hz	1kHz /dB
15.6	80.0	31.3	80.0	62.5	80.0
31.3	80.0	62.5	80.0	125.0	80.0
88.4	67.6	176.8	71.8	353.6	80.0
125.0	52.6	250.0	23.7	500.0	22.6
176.8	3.2	353.5	2.8	707.1	3.0
192.8	0.3	385.5	0.6	771.0	0.8
210.2	-0.2	420.5	-0.1	840.9	0.2
229.3	-0.1	458.5	-0.2	917.0	0.1
250.0	-0.1	500.0	-0.1	1000.0	-0.1
272.6	-0.1	545.3	-0.1	1090.5	0.1
297.3	0.0	594.6	0.0	1189.2	0.2
324.2	0.6	648.4	0.7	1296.8	0.9
353.5	2.8	707.1	2.9	1414.2	3.0
500.0	24.0	1000.0	22.5	2000.0	24.9
707.1	80.0	1414.2	80.0	2828.4	80.0
2000.0	80.0	4000.0	80.0	8000.0	80.0
4000.0	80.0	8000.0	80.0	16000.0	80.0

Freq. /Hz	2kHz /dB	Freq. /Hz	4kHz /dB	Freq. /Hz	8kHz /dB
125.0	80.0	250.0	80.0	500.0	80.0
250.0	80.0	500.0	80.0	1000.0	80.0
707.2	67.6	1414.4	71.6	2828.8	78.4
1000.0	52.5	2000.0	23.7	4000.0	22.5
1414.2	3.4	2828.4	2.9	5656.8	3.0
1542.0	0.3	3084.0	0.7	6168.0	0.8
1681.8	-0.2	3363.6	-0.1	6727.2	0.2
1834.0	-0.1	3668.0	-0.2	7336.0	0.1
2000.0	-0.1	4000.0	-0.1	8000.0	-0.1
2181.0	-0.1	4362.0	-0.1	8724.0	0.1
2378.4	0.0	4756.8	0.0	9513.6	0.2
2593.6	0.6	5187.2	0.6	10374.4	0.9
2828.4	2.8	5656.8	2.9	11313.6	3.1
4000.0	24.0	8000.0	22.5	16000.0	25.3
5656.8	80.0	11313.6	80.0	22627.2	80.0
16000.0	80.0	32000.0	80.0	64000.0	80.0
32000.0	80.0	64000.0	80.0	128000.0	80.0

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 24005151
Certificate of Calibration

Somma dei segnali d'uscita - Summation of output signals

La verifica che la somma dei segnali di uscita dei filtri del banco è pari al segnale di ingresso è stata eseguita utilizzando le misure effettuate nella prova di "Attenuazione relativa". Le frequenze di prova sono le due frequenze di taglio e la frequenza centrale per tutti i filtri esclusi quelli con la minore e la maggiore frequenza centrale del banco.

The test that the summation of output signals is equal to the input signal was performed using the "Relative attenuation" test measurements. The test frequencies are the two bandedge frequencies and the central frequency for all filters but the lower and higher central frequency filters of the set.

Filter /Hz	Freq. /Hz	$\Delta\Sigma$ /dB
	31.3	0.1
63	57.3	0.1
	81.1	0.1
	62.5	0.1
125	114.6	0.1
	162.1	-0.0
	125.0	-0.0
250	229.3	0.1
	324.2	0.2
	250.0	0.2
500	458.5	0.1
	648.4	0.1
	500.0	0.1
1k	917.0	0.1
	1296.8	-0.2
	1000.0	-0.2
2k	1834.0	0.1
	2593.6	0.2
	2000.0	0.2
4k	3668.0	0.1
	5187.2	0.1

Filtro Filter /Hz	ΔLEQ /dB
31.5	0.2
63	-0.0
125	0.1
250	0.1
500	0.2
1k	-0.0
2k	0.1
4k	0.2
8k	-0.0

Filtri anti-ribaltamento - Anti-alias filters

L'efficacia dei filtri anti-ribaltamento è stata verificata nel campo misure principale misurando la risposta di ciascun filtro ad un segnale in ingresso di frequenza pari alla frequenza di campionamento meno la frequenza centrale nominale e di livello pari al fondo scala.

The performance of anti-alias filters was tested in the reference level range measuring the response of each filter to an input signal at the upper boundary of the linear range with frequency equal to the sampling frequency minus the filter nominal central frequency.

La frequenza di campionamento dei filtri è pari a:

Filter sampling frequency is equal to:
48000 kHz.

Filtro Filter /Hz	Att. relativa Relative Att. /dB
31.5	74.2
63	74.1
125	74.1
250	74.4
500	75.5
1k	80.0
2k	75.9
4k	80.0
8k	80.0

Funzionamento in tempo reale - Real-time operation

Il funzionamento in tempo reale è stato verificato per tutti i filtri, nel campo principale, utilizzando un segnale di ingresso vobulato in frequenza.

Real-time operation of all filters was verified, in the reference level range, using a swept-frequency input signal.

Intervallo di frequenza: 6 Hz ÷ 50000 Hz

Frequency range:

Tempo di vobulazione: 55.0 s

Sweep time:

Tempo di integrazione del Leq: 60.0 s.

Leq averaging time:

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 24005151
Certificate of Calibration

Campo di funzionamento lineare - Linear operating range

La linearità dei filtri, è stata verificata in tutti i campi di misura misurando il Leq. La frequenza del segnale di prova applicato è pari alla frequenza centrale nominale del filtro in esame.

Linear operating range was verified for each available level range, measuring Leq. The applied test signal frequency was equal to the nominal central frequency of the filter under test.

Le misure nel campo principale sono state eseguite per i due filtri con frequenze centrali agli estremi del banco a passi di 5 dB sino a 5 dB dagli estremi della scala ed a passi di 1 dB vicino ad essi.

Measurements in the reference level range were performed for the two filters with central frequencies at the limits of the filter set at 5 dB steps up to 5 dB from range limits and at 1 dB steps near them.

Livello Level	ΔLeq 31.5 Hz	ΔLeq 16k Hz
/dB		
130	-0.0	0.1
129	-0.0	0.1
128	-0.0	0.1
127	0.0	0.1
126	-0.0	0.1
125	-0.0	0.1
120	-0.0	0.1
115	0.0	0.1
110	-0.0	0.1
105	0.0	0.1
100	-0.0	-0.0
95	-0.0	-0.0
90	-0.0	-0.0
85	0.1	-0.0
80	-0.0	-0.0
75	0.0	0.0
70	-0.0	-0.0
65	-0.0	-0.0
60	-0.0	-0.0
55	0.0	0.0
54	0.0	0.1
53	0.0	-0.0
52	-0.0	-0.0
51	-0.0	0.1
50	0.0	0.1

Per ogni campo di misura sono state eseguite 2 misure, con livelli di ingresso a 2 dB dalle estremità della scala mantenendo un livello superiore al rumore autogenerato di almeno 16 dB.

For each measurement range two measurements were performed at 2 dB from the range limits, keeping a level at least 16 dB higher than the self-generated noise.

Campo di misura Level range	Livello Level	ΔLeq 31.5 Hz	ΔLeq 16k Hz
/dB			
60+ 140	138	0.1	0.2
	62	0.1	0.1
50+ 130	128	-0.0	0.1
	52	-0.0	0.2
40+ 120	118	0.1	0.0
	42	0.1	-0.0
30+ 110	108	-0.0	-0.1
	39	0.1	0.1
20+ 100	98	-0.0	-0.1
	39	-0.0	0.2

Nota: Il separatore decimale usato in questo documento è il punto.

Note: Throughout this document the decimal point is indicated by a dot.

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 24005152
Certificate of Calibration

- data di emissione <i>date of issue</i>	2024-12-05
- cliente <i>customer</i>	OPTO-LAB INSTRUMENTS S.R.L. VIA GALAVOTTI 76 - 41033 CONCORDIA (MO)
- destinatario <i>receiver</i>	GEAS STUDIO ASSOCIATO VIA SETTE LADRONI, 4 - 46030 CIZZOLO DI VIADANA (MN)
 <u>Si riferisce a</u> <i>Referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	Filtri acustici
- costruttore <i>manufacturer</i>	Delta Ohm S.r.l.
- modello <i>model</i>	HD2010
- matricola <i>serial number</i>	07022741018
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2024/12/3
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	48387

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 124 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° 124 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)

Roberto Martinelli



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 24005152
Certificate of Calibration

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure N. DHLE – E – 06 rev. 2
The measurement results reported in this Certificate were obtained following procedures No.

Riferimenti - References

La norma di riferimento è la IEC 61260:1995 "Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters".
The reference standard is IEC 61260:1995 "Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters".

Incertezze - Uncertainties

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento e riportate nella tabella successiva, sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %.
The measurement uncertainties stated in this document, shown in the following table, have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor $k=2$ corresponding to a confidence level of about 95%.

Ordine del banco di filtri <i>Order of filter set</i>	Frequenze centrali <i>Central frequencies</i>	Incertezza Uncertainty /dB
Ottava - Octave	31.5 Hz ÷ 16 kHz	0.1 ÷ 0.80
Terzo d'ottava – Third octave	20 Hz ÷ 20 kHz	0.1 ÷ 0.80

Campioni di riferimento - Reference standards

Campioni di Riferimento <i>Reference Standards</i>	Costruttore <i>Manufacturer</i>	Modello <i>Model</i>	Numero di serie <i>Serial number</i>	Certificato Numero <i>Certificate number</i>
Multimetro - Multimeter	HP	3458A	2823A21870	INRIM 24-0103-01

Strumentazione in taratura - Instruments to be calibrated

Costruttore <i>Manufacturer</i>	Modello <i>Model</i>	Ordine <i>Order</i>	Classe <i>Class</i>	Numero di serie <i>Serial number</i>
Delta Ohm S.r.l.	HD2010	3	1	07022741018

Parametri ambientali - Environmental parameters

I parametri ambientali di riferimento sono:
Temperatura = $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$, Umidità relativa = $(50 \pm 10) \% \text{U.R.}$
Lo strumento in taratura è stato mantenuto in laboratorio, in condizioni ambientali controllate, per almeno 4 ore prima della taratura.

Reference environmental parameters are:

Temperature = $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$, Relative humidity = $(50 \pm 10) \% \text{R.H.}$

The instrument submitted for test was kept in the laboratory, under controlled environmental conditions, for at least 4h before calibration.

Temperatura <i>Temperature</i> /°C	Umidità relativa <i>Relative Humidity</i> /%R.H.
23.7	46.7

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 24005152
Certificate of Calibration

RISULTATI DELLE PROVE - TEST RESULTS

La risposta del banco di filtri è stata rilevata utilizzando il rivelatore di valore efficace del fonometro. Il segnale di ingresso è stato collegato al fonometro sostituendo il microfono con un adattatore capacitivo di impedenza elettrica equivalente, secondo le istruzioni del costruttore.

The filter response was measured using the sound level meter root mean square meter. The test input signal was connected replacing the microphone with an equivalent impedance adaptor, according to manufacturer instructions.

Messa in punto - Adjustment

Le prove sono state eseguite dopo avere messo in punto il fonometro al livello di pressione sonora di riferimento:

Tests were performed after adjusting the filter set at the reference level:

94 dB

nel campo di misura principale:

in the reference level range:

50 dB + 130 dB.

Attenuazione relativa - Relative attenuation

L'attenuazione relativa dei filtri è stata verificata applicando un segnale in ingresso di ampiezza pari al fondo scala del campo principale diminuito di 1dB, e misurando le risposte dei filtri variando la frequenza del segnale di ingresso secondo le specifiche della norma di riferimento.

Filter relative attenuation was verified applying an input signal level 1dB lower than the upper limit of the reference level range and measuring filter responses changing the input signal frequency according to the reference standard specifications.

Freq. /Hz	20Hz /dB	Freq. /Hz	25Hz /dB
3.6	77.9	4.6	78.0
6.4	64.9	8.1	68.3
13.9	33.0	17.5	45.8
15.6	15.4	19.7	20.6
17.5	2.5	22.1	2.1
18.1	1.2	22.8	0.9
18.6	0.4	23.5	0.2
19.2	0.0	24.2	0.0
19.7	-0.1	24.8	-0.1
20.2	-0.1	25.5	0.0
20.8	0.3	26.2	0.2
21.4	1.2	27.0	1.0
22.1	2.6	27.8	2.4
24.8	17.3	31.2	21.1
27.8	50.0	35.1	52.1
60.4	80.0	76.1	80.0
107.0	80.0	134.8	80.0

Freq. /Hz	31.5Hz /dB	Freq. /Hz	40Hz /dB	Freq. /Hz	50Hz /dB
5.8	80.0	7.2	80.0	9.1	80.0
10.2	71.5	12.8	78.1	16.2	80.0
22.1	46.2	27.8	53.2	35.1	56.8
24.8	17.8	31.2	28.3	39.4	39.7
27.8	2.4	35.1	2.3	44.2	2.5
28.7	1.0	36.2	0.8	45.6	0.7
29.6	0.3	37.3	0.2	47.0	0.0
30.4	0.0	38.3	0.0	48.3	-0.2
31.3	-0.1	39.4	-0.1	49.6	-0.2
32.1	0.0	40.4	-0.1	50.9	-0.1
33.0	0.1	41.6	0.1	52.4	0.1
34.0	0.8	42.8	0.8	54.0	0.7
35.1	2.6	44.2	2.4	55.7	2.7
39.4	38.1	49.6	40.0	62.5	40.0
44.2	58.4	55.7	60.7	70.2	63.7
95.9	80.0	120.9	80.0	152.3	80.0
169.8	80.0	214.0	80.0	269.6	80.0

Freq. /Hz	63Hz /dB	Freq. /Hz	80Hz /dB	Freq. /Hz	100Hz /dB
11.5	80.0	14.5	80.0	18.3	80.0
20.4	80.0	25.7	80.0	32.3	80.0
44.2	58.4	55.7	63.5	70.2	69.3
49.6	42.2	62.5	41.3	78.7	53.0
55.7	3.0	70.2	3.0	88.4	2.8
57.5	0.8	72.4	0.7	91.2	0.6
59.2	0.2	74.6	0.1	94.0	0.0
60.9	-0.1	76.7	0.0	96.6	-0.1
62.5	-0.1	78.7	-0.2	99.2	-0.2
64.2	-0.1	80.9	-0.1	101.9	-0.1
66.0	0.1	83.2	0.0	104.8	0.1
68.0	0.8	85.7	0.6	107.9	0.5
70.2	2.9	88.4	2.9	111.4	2.9
78.7	45.1	99.2	51.9	125.0	56.9
88.4	70.9	111.4	62.2	140.3	69.7
191.8	80.0	241.7	67.2	304.5	79.3
339.7	80.0	428.0	80.0	539.2	80.0

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 24005152
Certificate of Calibration

Freq. /Hz	125Hz /dB	Freq. /Hz	160Hz /dB	Freq. /Hz	200Hz /dB
23.0	80.0	29.0	80.0	36.5	80.0
40.7	80.0	51.3	80.0	64.6	80.0
88.4	73.2	111.4	78.4	140.3	80.0
99.2	55.1	125.0	56.1	157.5	62.2
111.4	3.0	140.3	3.1	176.8	3.1
114.9	0.7	144.8	0.6	182.4	0.5
118.4	0.1	149.1	0.2	187.9	0.0
121.7	0.0	153.4	0.0	193.3	-0.1
125.0	0.0	157.5	-0.1	198.4	-0.1
128.3	0.0	161.7	0.0	203.7	-0.1
132.0	0.1	166.3	0.1	209.5	0.0
136.0	0.6	171.3	0.6	215.8	0.5
140.3	3.1	176.8	3.1	222.7	3.0
157.5	61.3	198.4	65.7	250.0	69.6
176.8	80.0	222.7	80.0	280.6	80.0
383.7	80.0	483.4	80.0	609.1	80.0
679.3	80.0	855.9	80.0	1078.4	80.0

Freq. /Hz	1kHz /dB	Freq. /Hz	1.25kHz /dB	Freq. /Hz	1.6kHz /dB
184.0	80.0	231.8	80.0	292.1	80.0
325.8	80.0	410.5	80.0	517.1	80.0
707.1	73.3	890.9	78.4	1122.5	80.0
793.7	55.2	1000.0	55.9	1259.9	62.4
890.9	3.2	1122.5	3.0	1414.2	3.1
919.3	0.8	1158.3	0.5	1459.3	0.6
947.0	0.2	1193.2	0.0	1503.3	0.1
973.9	0.1	1227.1	-0.1	1546.0	-0.1
1000.0	0.0	1259.9	-0.1	1587.4	-0.1
1026.8	0.0	1293.6	-0.1	1629.9	0.0
1055.9	0.1	1330.4	0.0	1676.2	0.1
1087.8	0.7	1370.5	0.5	1726.7	0.6
1122.5	3.1	1414.2	3.0	1781.8	3.1
1259.9	61.5	1587.4	65.5	2000.0	69.6
1414.2	80.0	1781.8	80.0	2244.9	80.0
3069.6	80.0	3867.4	80.0	4872.6	80.0
5434.7	80.0	6847.3	80.0	8627.1	80.0

Freq. /Hz	250Hz /dB	Freq. /Hz	315Hz /dB	Freq. /Hz	400Hz /dB
46.0	80.0	58.0	80.0	73.0	80.0
81.4	80.0	102.6	80.0	129.3	80.0
176.8	80.0	222.7	53.7	280.6	57.1
198.4	66.3	250.0	28.4	315.0	40.0
222.7	3.1	280.6	2.4	353.6	2.7
229.8	0.6	289.6	0.9	364.8	0.8
236.8	0.0	298.3	0.3	375.8	0.1
243.5	0.0	306.8	0.0	386.5	0.0
250.0	0.0	315.0	-0.1	396.9	-0.1
256.7	0.0	323.4	0.0	407.5	0.0
264.0	0.1	332.6	0.1	419.1	0.2
271.9	0.6	342.6	0.7	431.7	0.8
280.6	3.3	353.6	2.3	445.4	2.9
315.0	70.2	396.8	39.9	500.0	40.4
353.6	80.0	445.4	60.7	561.2	63.8
767.4	75.0	966.8	80.0	1218.2	80.0
1358.7	80.0	1711.8	80.0	2156.8	80.0

Freq. /Hz	2kHz /dB	Freq. /Hz	2.5kHz /dB	Freq. /Hz	3.15kHz /dB
368.0	80.0	463.7	80.0	584.2	80.0
651.6	80.0	820.9	80.0	1034.3	80.0
1414.2	80.0	1781.8	53.7	2244.9	57.1
1587.4	66.2	2000.0	28.5	2519.8	40.1
1781.8	3.2	2244.9	2.4	2828.4	2.8
1838.6	0.6	2316.5	0.9	2918.7	0.9
1894.0	0.1	2386.3	0.3	3006.6	0.2
1947.9	0.0	2454.2	0.1	3092.1	0.0
2000.0	-0.1	2519.8	0.0	3174.8	0.0
2053.5	0.0	2587.3	0.0	3259.8	0.0
2111.9	0.2	2660.8	0.2	3352.4	0.2
2175.5	0.7	2741.0	0.8	3453.4	0.9
2244.9	3.2	2828.4	2.4	3563.6	3.0
2519.8	80.0	3174.8	39.9	4000.0	40.4
2828.4	80.0	3563.6	60.8	4489.8	63.9
6139.1	80.0	7734.8	80.0	9745.2	80.0
10869.5	80.0	13694.7	80.0	17254.2	80.0

Freq. /Hz	500Hz /dB	Freq. /Hz	630Hz /dB	Freq. /Hz	800Hz /dB
92.0	80.0	115.9	80.0	146.0	80.0
162.9	80.0	205.2	80.0	258.6	80.0
353.6	58.3	445.5	63.8	561.2	69.3
396.9	42.0	500.0	41.5	630.0	53.1
445.5	2.8	561.2	3.0	707.1	2.9
459.7	0.8	579.1	0.8	729.7	0.7
473.5	0.1	596.6	0.1	751.7	0.1
487.0	-0.1	613.5	-0.1	773.0	0.0
500.0	-0.1	630.0	-0.1	793.7	-0.1
513.4	-0.1	646.8	-0.1	814.9	0.0
528.0	0.1	665.2	0.1	838.1	0.1
543.9	0.8	685.2	0.7	863.4	0.7
561.2	2.8	707.1	3.0	890.9	3.1
630.0	45.0	793.7	52.0	1000.0	56.9
707.1	70.7	890.9	74.2	1122.5	79.8
1534.8	80.0	1933.7	80.0	2436.3	80.0
2717.4	80.0	3423.7	80.0	4313.6	80.0

Freq. /Hz	4kHz /dB	Freq. /Hz	5kHz /dB	Freq. /Hz	6.3kHz /dB
736.0	80.0	927.3	80.0	1168.3	80.0
1303.1	80.0	1641.8	80.0	2068.6	80.0
2828.4	58.3	3563.6	63.9	4489.9	69.3
3174.8	42.0	4000.0	41.5	5039.7	53.0
3563.6	2.9	4489.9	3.1	5656.9	2.9
3677.3	0.8	4633.1	0.9	5837.3	0.7
3788.1	0.2	4772.7	0.1	6013.2	0.1
3895.8	0.0	4908.4	0.0	6184.1	-0.1
4000.0	-0.1	5039.7	-0.1	6349.6	-0.1
4107.0	0.0	5174.5	0.0	6519.5	0.0
4223.8	0.1	5321.6	0.1	6704.8	0.1
4351.0	0.8	5482.0	0.8	6906.8	0.7
4489.8	2.9	5656.8	3.1	7127.2	3.1
5039.7	45.0	6349.6	52.1	8000.0	56.9
5656.8	70.8	7127.2	74.3	8979.7	79.6
12278.2	80.0	15469.6	80.0	19490.4	80.0
21739.0	80.0	27389.4	80.0	34508.4	80.0

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 24005152
Certificate of Calibration

Freq. /Hz	8kHz /dB	Freq. /Hz	10kHz /dB	Freq. /Hz	12.5kHz /dB
1472.0	80.0	1854.6	80.0	2336.7	80.0
2606.2	80.0	3283.7	79.7	4137.1	77.6
5656.9	73.2	7127.2	78.3	8979.7	80.0
6349.6	55.2	8000.0	56.0	10079.4	62.3
7127.2	3.2	8979.7	3.1	11313.7	3.1
7354.6	0.8	9266.2	0.6	11674.6	0.6
7576.2	0.2	9545.4	0.1	12026.4	0.0
7791.5	0.1	9816.7	0.0	12368.3	0.0
8000.0	0.0	10079.4	0.0	12699.2	-0.1
8214.1	0.1	10349.1	0.1	13039.0	0.0
8447.5	0.2	10643.2	0.2	13409.6	0.2
8702.1	0.7	10963.9	0.6	13813.7	0.7
8979.7	3.1	11313.7	3.2	14254.4	3.2
10079.4	61.4	12699.2	65.7	16000.0	69.8
11313.7	80.0	14254.3	80.0	17959.3	80.0
24556.4	80.0	30939.1	80.0	38980.9	80.0
43477.9	80.0	54778.7	80.0	69016.9	80.0

Freq. /Hz	16kHz /dB	Freq. /Hz	20kHz /dB
2944.0	80.0	3709.2	79.1
5212.5	75.5	6567.3	73.3
11313.8	80.0	14254.4	80.0
12699.2	66.0	16000.0	72.6
14254.4	3.1	17959.4	2.9
14709.1	0.5	18532.3	0.3
15152.3	0.1	19090.7	-0.1
15583.0	-0.1	19633.4	0.0
16000.0	-0.1	20158.7	0.0
16428.2	0.1	20698.2	0.1
16895.0	0.3	21286.4	0.4
17404.2	0.8	21927.9	1.3
17959.4	3.4	22627.4	4.3
20158.7	76.0	25398.4	17.6
22627.4	80.0	28508.7	79.7
49112.8	80.0	61878.3	80.0
86955.8	80.0	109557.5	80.0

Somma dei segnali d'uscita - Summation of output signals

La verifica che la somma dei segnali di uscita dei filtri del banco è pari al segnale di ingresso è stata eseguita utilizzando le misure effettuate nella prova di "Attenuazione relativa". Le frequenze di prova sono le due frequenze di taglio e la frequenza centrale per tutti i filtri esclusi quelli con la minore e la maggiore frequenza centrale del banco.

The test that the summation of output signals is equal to the input signal was performed using the "Relative attenuation" test measurements. The test frequencies are the two bandedge frequencies and the central frequency for all filters but the lower and higher central frequency filters of the set.

Filter /Hz	Freq. /Hz	$\Delta\Sigma$ /dB	Filter /Hz	Freq. /Hz	$\Delta\Sigma$ /dB
	15.6	0.5		500.0	0.1
20	19.2	0.2	630	613.5	0.1
	21.4	0.7		685.2	0.1
	19.7	0.7		630.0	0.1
25	24.2	0.2	800	773.0	0.1
	27.0	0.6		863.4	-0.1
	24.8	0.6		793.7	-0.1
31.5	30.4	0.1	1000	973.9	0.0
	34.0	0.6		1087.8	-0.0
	31.2	0.6		1000.0	-0.0
40	38.3	0.1	1250	1227.1	0.1
	42.8	0.6		1370.5	-0.0
	39.4	0.6		1259.9	-0.0
50	48.3	0.2	1600	1546.0	0.1
	54.0	0.2		1726.7	-0.1
	49.6	0.2		1587.4	-0.1
63	60.9	0.1	2000	1947.9	0.1
	68.0	0.1		2175.5	0.2
	62.5	0.1		2000.0	0.2
80	76.7	0.2	2500	2454.2	0.0
	85.7	0.2		2741.0	0.4
	78.7	0.2		2519.8	0.4
100	96.6	0.2	3150	3092.1	0.0
	107.9	0.1		3453.4	0.1
	99.2	0.1		3174.8	0.1
125	121.7	0.0	4000	3895.8	0.1
	136.0	-0.1		4351.0	0.0
	125.0	-0.1		4000.0	0.0
160	153.4	0.1	5000	4908.4	0.1
	171.3	-0.1		5482.0	0.0
	157.5	-0.1		5039.7	0.0
200	193.3	0.1	6300	6184.1	0.1
	215.8	-0.0		6906.8	-0.1
	198.4	-0.0		6349.6	-0.1
250	243.5	0.0	8000	7791.5	0.0
	271.9	0.2		8702.1	-0.1
	250.0	0.2		8000.0	-0.1
315	306.8	0.1	10000	9816.7	0.0
	342.6	0.5		10963.9	-0.1
	315.0	0.5		10079.4	-0.1
400	386.5	0.1	12500	12368.3	0.1
	431.7	0.2		13813.7	-0.1
	396.9	0.2		12699.2	-0.1
500	487.0	0.1	16000	15583.0	0.1
	543.9	0.1		17404.2	-0.1

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 24005152
Certificate of Calibration

Campo di funzionamento lineare - Linear operating range

La linearità dei filtri, è stata verificata in tutti i campi di misura misurando il Leq. La frequenza del segnale di prova applicato è pari alla frequenza centrale nominale del filtro in esame.

Linear operating range was verified for each available level range, measuring Leq. The applied test signal frequency was equal to the nominal central frequency of the filter under test.

Le misure nel campo principale sono state eseguite per i due filtri con frequenze centrali agli estremi del banco a passi di 5 dB sino a 5 dB dagli estremi della scala ed a passi di 1 dB vicino ad essi.

Measurements in the reference level range were performed for the two filters with central frequencies at the limits of the filter set at 5 dB steps up to 5 dB from range limits and at 1 dB steps near them.

Livello Level	Δ Leq 20 Hz	Δ Leq 20k Hz
/dB		
130	-0.0	0.1
129	-0.0	0.1
128	-0.0	0.1
127	-0.0	0.1
126	-0.0	0.1
125	-0.1	0.1
120	-0.0	0.1
115	0.0	0.1
110	0.0	0.1
105	0.0	0.1
100	-0.0	-0.0
95	-0.0	-0.0
90	-0.0	-0.0
85	-0.0	0.0
80	-0.0	-0.0
75	0.0	0.0
70	-0.0	-0.0
65	-0.0	-0.0
60	-0.1	-0.0
55	0.0	0.0
54	0.0	-0.0
53	0.0	0.0
52	-0.0	-0.0
51	-0.0	-0.0
50	-0.1	0.0

Per ogni campo di misura sono state eseguite 2 misure, con livelli di ingresso a 2 dB dalle estremità della scala mantenendo un livello superiore al rumore autogenerato di almeno 16 dB.

For each measurement range two measurements were performed at 2 dB from the range limits, keeping a level at least 16 dB higher than the self-generated noise.

Campo di misura Level range	Livello Level	Δ Leq 20 Hz	Δ Leq 20k Hz
/dB			
60+ 140	138	0.1	0.2
	62	0.1	0.1
50+ 130	128	-0.0	0.1
	52	-0.0	0.2
40+ 120	118	-0.1	-0.0
	42	-0.0	0.2
30+ 110	108	-0.0	-0.1
	39	-0.1	-0.1
20+ 100	98	-0.1	-0.2
	39	-0.1	-0.1

Funzionamento in tempo reale - Real-time operation

Il funzionamento in tempo reale è stato verificato per tutti i filtri, nel campo principale, utilizzando un segnale di ingresso volubato in frequenza.

Real-time operation of all filters was verified, in the reference level range, using a swept-frequency input signal.

Intervallo di frequenza: 6 Hz + 50000 Hz

Frequency range:

Tempo di volubazione: 55.0 s

Sweep time:

Tempo di integrazione del Leq: 60.0 s.

Leq averaging time:

Filtro Filter	Δ LEQ	Filtro Filter	Δ LEQ
/Hz	/dB	/Hz	/dB
20	0.2	800	0.1
25	0.3	1k	-0.0
31.5	0.2	1.25k	0.2
40	0.2	1.6k	0.1
50	0.2	2k	-0.0
63	0.1	2.5k	0.2
80	0.1	3.15k	0.1
100	0.2	4k	0.1
125	0.1	5k	0.1
160	0.1	6.3k	0.1
200	0.2	8k	-0.0
250	0.1	10k	0.1
315	0.2	12.5k	0.1
400	0.1	16k	-0.0
500	0.2	20k	-0.3
630	0.1		

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 24005152
Certificate of Calibration

Filtri anti-ribaltamento – Anti-alias filters

L'efficacia dei filtri anti-ribaltamento è stata verificata nel campo misure principale misurando la risposta di ciascun filtro ad un segnale in ingresso di frequenza pari alla frequenza di campionamento meno la frequenza centrale nominale e di livello pari al fondo scala.

The performance of anti-alias filters was tested in the reference level range measuring the response of each filter to an input signal at the upper boundary of the linear range with frequency equal to the sampling frequency minus the filter nominal central frequency.

La frequenza di campionamento dei filtri è pari a:

Filter sampling frequency is equal to:

48000 kHz.

Filtro Filter /Hz	Att. relativa Relative Att. /dB	Filtro Filter /Hz	Att. relativa Relative Att. /dB
20	76.0	800	79.6
25	75.3	1k	80.0
31.5	74.9	1.25k	80.0
40	74.8	1.6k	80.0
50	74.3	2k	75.4
63	74.6	2.5k	73.5
80	74.6	3.15k	75.4
100	74.6	4k	80.0
125	74.8	5k	77.5
160	74.7	6.3k	73.1
200	74.8	8k	80.0
250	74.9	10k	74.5
315	75.1	12.5k	80.0
400	75.6	16k	80.0
500	76.1	20k	59.6
630	77.4		

Nota: Il separatore decimale usato in questo documento è il punto.

Note: Throughout this document the decimal point is indicated by a dot.

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 24005153

Certificate of Calibration

- data di emissione
date of issue 2024-12-05

- cliente
customer OPTO-LAB INSTRUMENTS S.R.L.
VIA GALAVOTTI 76 - 41033 CONCORDIA (MO)

- destinatario
receiver GEAS STUDIO ASSOCIATO
VIA SETTE LADRONI, 4 -
46030 CIZZOLO DI VIADANA (MN)

Si riferisce aReferring to

- oggetto
item Calibratore

- costruttore
manufacturer Delta Ohm S.r.l.

- modello
model HD9101A

- matricola
serial number 01009253

- data delle misure
date of measurements 2024/11/19

- registro di laboratorio
laboratory reference 48320

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 124 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° 124 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.

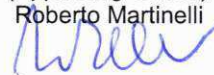
I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di 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)
Roberto Martinelli



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 24005153
Certificate of Calibration

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure N. DHLE – E – 01 rev. 5.2
The measurement results reported in this Certificate were obtained following procedures No.

Riferimenti - References

La norma di riferimento è la IEC 60942:2003 "Electroacoustics – Sound Calibrators".
The reference standard is IEC 60942:2003 "Electroacoustics – Sound Calibrators".

Incertezze - Uncertainties

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento e riportate nella tabella successiva, sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %.
The measurement uncertainties stated in this document, shown in the following table, have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor $k=2$ corresponding to a confidence level of about 95%.

Segnale sonoro Sound signal	Intervallo Range /dB	Frequenza Frequency /Hz	Incertezza Uncertainty
Livello Level	94 + 124	31.5	0.14 /dB
		63	0.12 /dB
		125 + 2000	0.11 /dB
		4000	0.14 /dB
		8000	0.18 /dB
		12500 + 16000	0.25 /dB
Frequenza Frequency	94 + 124	-	0.013 /%
Distorsione Distortion	94 + 124	31.5 + 500	0.5 /%
		1000 + 16000	0.37 /%

Campioni di riferimento - Reference standards

Campioni di Riferimento Reference Standards	Costruttore Manufacturer	Modello Model	Numero di serie Serial number	Certificato numero Certificate number
Microfono - Microphone	B&K	4180	2101416	INRIM 24-0126-01
Pistonofono - Pistonphone	B&K	4228	2163696	INRIM 24-0126-02
Multimetro - Multimeter	HP	3458A	2823A21870	INRIM 24-0103-01

Strumenti di laboratorio Laboratory instruments	Costruttore Manufacturer	Modello Model	Numero di serie Serial number
Sorgente A.C. – A.C. Source	HP	3245A	2831A4542
Amplificatore – Amplifier	B&K	2610	2102907
Analizz. audio – Sound Analyser	HP	8903B	2614A01827
Microfono ½ " – ½" Microphone	B&K	4134	2123613
	B&K	4180	1886372

Strumentazione in taratura - Instruments to be calibrated

Costruttore Manufacturer	Modello Model	Numero di serie Serial number
Delta Ohm S.r.l.	HD9101A	01009253

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 24005153
Certificate of Calibration

Parametri ambientali
Environmental parameters

I parametri ambientali di riferimento sono:

Temperatura = $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$, Pressione atmosferica = $(1013.25 \pm 35) \text{ hPa}$, Umidità relativa = $(50 \pm 10) \% \text{U.R.}$

Lo strumento in taratura è stato mantenuto in laboratorio, in condizioni ambientali controllate, per almeno 4 ore prima della taratura.

Reference environmental parameters are:

Temperature = $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$, Static pressure = $(1013.25 \pm 35) \text{ hPa}$, Relative humidity = $(50 \pm 10) \% \text{R.H.}$

The instrument submitted for test was kept in the laboratory, under controlled environmental conditions, for at least 4h before calibration.

Parametri ambientali Environmental parameters		
Temperatura Temperature	Pressione atmosferica Static Pressure	Umidità relativa Relative Humidity
/°C	/hPa	/%R.H.
23.7	1007.0	47.1

Formule
Formulas

Di seguito si riporta la formula di calcolo del livello di pressione sonora generato dal calibratore:

The sound pressure level generated by the acoustic calibrator was calculated using the formula:

$$SPL_{Ref} = 20 \log V_C - S_{0C} - \epsilon_T - \epsilon_P - \epsilon_H - \epsilon_{Vp} + 93.9794$$

Dove :

Where :

SPL_{Ref}	/dB	Livello di pressione sonora generato dal calibratore alle condizioni ambientali di riferimento. Sound pressure level generated by the acoustic calibrator under reference environmental conditions.
V_C	/V	Valore della tensione inserita V Inserted voltage V
S_{0C}	/dB	Sensibilità del microfono campione Reference microphone sensitivity
ϵ_T	/dB	Correzione per la temperatura ambiente /dB Environmental temperature correction
ϵ_P	/dB	Correzione per la pressione ambiente /dB Environmental static pressure correction
ϵ_H	/dB	Correzione per l'umidità ambiente /dB Environmental relative humidity correction
ϵ_{Vp}	/dB	Correzione per la tensione di polarizzazione microfonica /dB. Correction for the microphone polarization voltage

N.B. Il separatore decimale usato in questo documento è il punto.

Throughout this document the decimal point is indicated by a dot.

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 24005153
Certificate of Calibration

Verifica della frequenza del segnale generato

Test of the frequency of the sound generated by the sound calibrator

ΔF è la differenza tra la frequenza misurata e la frequenza nominale. Consideriamo trascurabile l'incertezza del laboratorio (0.01%).

ΔF is the difference between the measured frequency and the nominal one. The measurement uncertainty (0.01%) is considered negligible.

Frequenza misurata Measured Frequency	ΔF	Tolleranza classe 1 Class 1 tolerance
/Hz	/%	/%
997.17	-0.283	± 1

Verifica della distorsione totale del segnale generato

Test of the distortion of the sound generated by the sound calibrator

La distorsione, aumentata della relativa incertezza, deve essere inferiore ai limiti di tolleranza indicati.

The measured distortion, extended by the expanded uncertainty, shall not exceed the specified tolerance limits.

SPL	Distorsione totale Total Distortion	Incetezza Uncertainty	Tolleranza classe 1 Class 1 tolerance
/dB	/%	/%	/%
94.00	0.2	0.37	3
114.00	0.1		

Verifica del livello di pressione sonora generato

Test of the sound level generated by the sound calibrator

La differenza in valore assoluto tra il livello sonoro misurato ed il livello nominale, aumentata della relativa incertezza, deve essere inferiore ai limiti di tolleranza indicati.

The absolute difference between the measured sound level and the nominal one, extended by the expanded uncertainty, shall not exceed the specified tolerance limits.

$SPL_{Ref} = 20 \log V_C - S_{0C} - \epsilon_T - \epsilon_P - \epsilon_H - \epsilon_{VP} + 93.9794$									
S_{0C} /dB	V_C /mV	ϵ_{VP} /dB	ϵ_T /dB	ϵ_P /dB	ϵ_H /dB	SPL_{Ref} /dB	Δ /dB	Incetezza Uncertainty /dB	Toll. classe 1 Class 1 tol. /dB
-38.21	12.286	0.00	0.00	-0.00	0.00	93.98	-0.02	0.11	± 0.4
-38.21	123.499	0.00	0.00	-0.00	0.00	114.02	0.02		

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 24005153
Certificate of Calibration

Il Calibratore Acustico ha dimostrato di essere conforme alle prescrizioni della classe 1 per le prove periodiche, descritte nell'allegato B della IEC 60942: 2003 per i livelli di pressione sonora e frequenza dichiarati, per le condizioni ambientali in cui sono state eseguite le prove. Tuttavia, poiché non è disponibile la prova pubblica da parte di un'organizzazione di prova responsabile dell'approvazione dei modelli, per dimostrare che il modello di calibratore acustico è conforme alle prescrizioni delle prove di valutazione descritte nell'allegato A della IEC 60942: 2003, non è possibile fornire alcuna dichiarazione o conclusione generale sulla conformità del calibratore acustico ai requisiti della IEC 60942: 2003.

The Sound Calibrator has been shown to conform to the class 1 requirements for periodic testing, described in Annex B of IEC 60942:2003 for the sound pressure levels and frequency stated, for the environmental conditions under which the tests were performed. However, as public evidence was not available, from a testing organization responsible for pattern approval, to demonstrate that the model of sound calibrator conformed to the requirements for pattern evaluation described in Annex A of IEC 60942:2003, no general statement or conclusion can be made about conformance of the sound calibrator to the requirements of IEC 60942:2003.