

	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
	M.Sergenti	A.Scognetti	C.Di Michele

**RAZIONALIZZAZIONE
RETE 220 KV DELLA VAL FORMAZZA**

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Risposte alle Richieste di Integrazione
Registro Ufficiale.U.0007208.21-06-2023**

*Approfondimenti sulla valutazione dell'impatto
acustico dalle attività di cantiere (risposta ai punti B3; B5; I.2; I.3)*

REVISIONI					
	00	15/12/2024	Risposte alle Richieste di Integrazione – RU.U.0007208.21-06-2023	F.Felli SVP-SA-SANO	V.De Santis SVP-SA-SANO
	N.	DATA	DESCRIZIONE	ESAMINATO	ACCETTATO

NUMERO E DATA ORDINE:

MOTIVO DELL'INVIO:



PER ACCETTAZIONE



PER INFORMAZIONE

CODIFICA ELABORATO

RGAR10019BSA3723



 <p>Terna Rete Italia T E R N A G R O U P</p>	<p>RAZIONALIZZAZIONE RETE 220 KV DELLA VAL FORMAZZA INTEGRAZIONE ALLO SIA <i>Approfondimenti sulla valutazione dell'impatto acustico dalle attività di cantiere ((risposta ai punti B3; B5; I.2; I.3))</i></p>	
<p>Codifica Elaborato Terna: RGAR10019BSA3723</p>	<p>Rev. 00</p>	<p>Codifica Elaborato Proger: Rev. 00</p>

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
2.1 Localizzazione.....	5
2.2 Infrastrutture dell'area	6
2.3 I ricettori e la classificazione acustica del territorio	6
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	9
4. I RILIEVI FONOMETRICI	10
5. IL MODELLO MATEMATICO	12
5.1 Realizzazione del modello matematico.....	12
5.2 Creazione dell'orografia del terreno	13
5.3 Inserimento delle sorgenti sonore	14
6. PREVISIONE DEI LIVELLI SONORI NEL TERRITORI CIRCOSTANTE	17
6.1 Individuazione dei Ricettori	17
6.2 Risultati della simulazione modellistica	18
6.2.1 Fase di dismissione	18
6.2.2 Fase di realizzazione	19
6.2.3 Interventi di mitigazione	19
6.2.4 Fase di dismissione con mitigazioni	21
6.2.5 Fase di realizzazione con mitigazioni	22
6.2.6 Criterio differenziale.....	22
7. CONCLUSIONI.....	25
APPENDICE A - NORMATIVA DI RIFERIMENTO	26
APPENDICE B - LE MISURE FONOMETRICHE.....	28

 <small>T E R N A G R O U P</small>	RAZIONALIZZAZIONE RETE 220 KV DELLA VAL FORMAZZA INTEGRAZIONE ALLO SIA <i>Approfondimenti sulla valutazione dell'impatto acustico dalle attività di cantiere ((risposta ai punti B3; B5; I.2; I.3))</i>	
Codifica Elaborato Terna: RGAR10019BSA3723	Rev. 00	Codifica Elaborato Proger: Rev. 00

1. PREMESSA

In relazione allo sviluppo del progetto "Razionalizzazione della rete 220 kV Val Formazza", è stato predisposto un *Approfondimenti sulla valutazione dell'impatto acustico dalle attività di cantiere*, così come previsto dall'art. 8 della Legge Quadro n. 447 del 26/10/1995.

Lo studio è stato predisposto in risposta alle richieste di integrazioni pervenute in fase di VIA (Registro Ufficiale.U.0007208.21-06-2023)

Il progetto coinvolge la delocalizzazione delle linee elettriche 220kV attualmente situate nella Val Formazza, richiesta dalla Regione Piemonte come misura di compensazione per la realizzazione di una linea a 380kV tra le stazioni elettriche di Trino (VC) e Lacchiarella (MI).

Le linee esistenti si trovano in zone fortemente urbanizzate nel fondovalle e l'intervento prevede la ricostruzione di tali linee su un nuovo percorso a quote altitudinali comprese tra 1300 e 2500 metri sul livello del mare.

La metodologia seguita è in accordo con le indicazioni normative nazionali per quanto riguarda le valutazioni di impatto acustico di nuovi impianti ed infrastrutture adibite ad attività produttive.

I punti salienti del processo di valutazione sono stati realizzati attraverso le seguenti fasi:

- Analisi della documentazione progettuale;
- Valutazione degli aspetti territoriali in cui si colloca lo stabilimento;
- Analisi del clima acustico presente sul territorio tramite misure fonometriche;
- Analisi dei livelli di potenza sonora generati dalle sorgenti sonore (ricavati da schede tecniche o misure intensimetriche svolte in precedenza);
- Modellazione acustica della morfologia del territorio;
- Inserimento nel modello delle sorgenti sonore impattanti;
- Valutazione dei livelli sonori sul territorio nella fase attuale e futura;
- Inserimento di eventuali soluzioni progettuali per mitigare le emissioni sonore;
- Valutazione dei livelli sonori presenti sul territorio dopo la realizzazione di questi interventi e la loro conformità ai limiti previsti dalla normativa;

Nello schema seguente vengono rappresentate le diverse fasi della valutazione di impatto acustico.

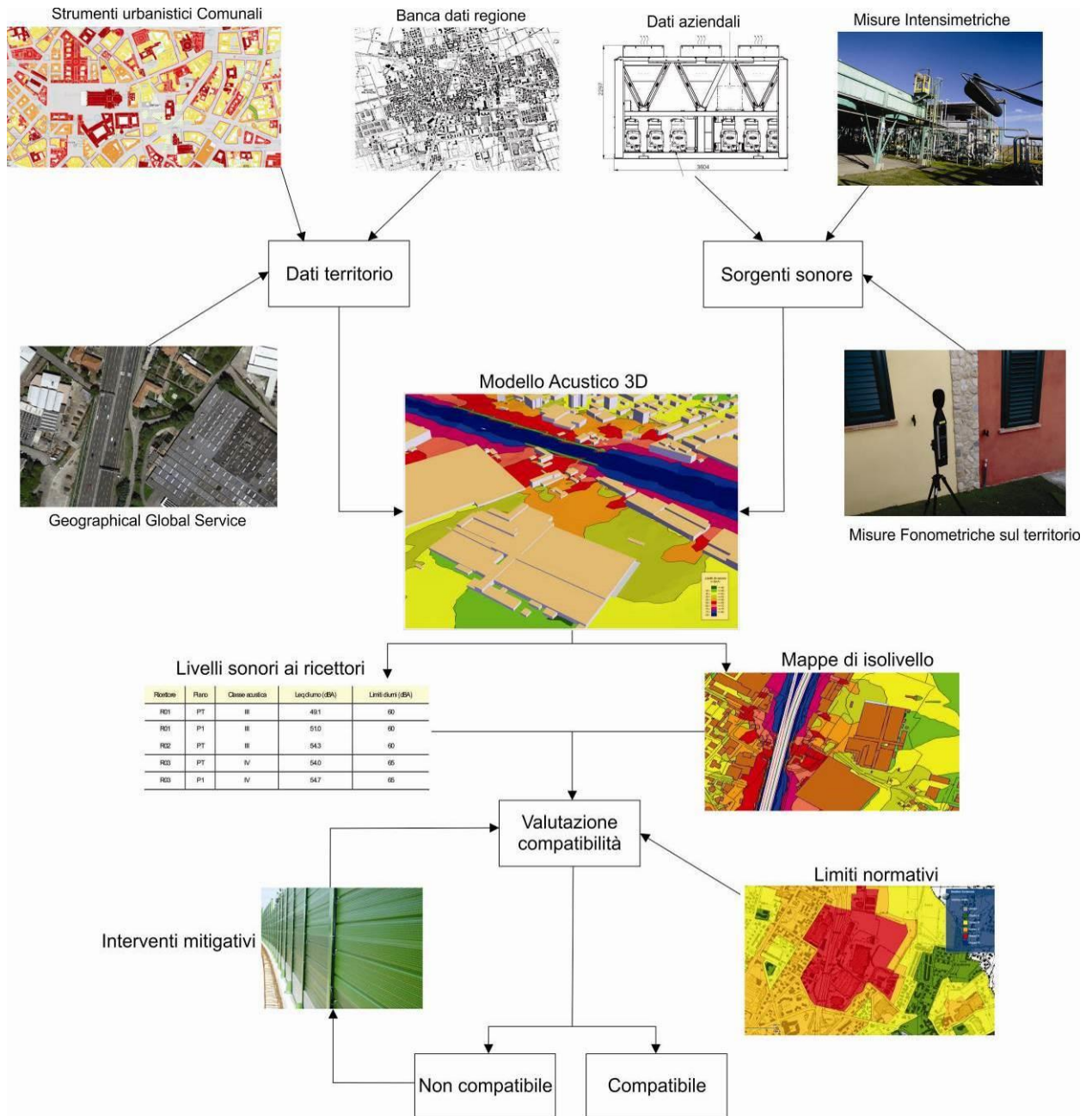


Tabella 1-1 – Schema fasi della valutazione dell'impatto acustico

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

2.1 Localizzazione

Le zone coinvolte dalle opere di nuova realizzazione e dai relativi lavori di demolizione includono i comuni di Formazza, Baceno, Crodo, Premia e Montecrestese, situati nella parte settentrionale della Provincia del Verbano Cusio e Ossola in Piemonte. Crevoladossola sarà coinvolto solo per la costruzione di un nuovo supporto, il n. MoP.30, della linea elettrica DT 220 kV T.225 Verampio-Pallanzeno.

Si specifica che il comune di Masera sarà coinvolto solo nella sistemazione di pochi metri di cavo aereo su un supporto già esistente e, pertanto, non sarà direttamente coinvolto dalle principali opere progettate. Non è prevista un'analisi dettagliata per questo comune in quanto lo stato ambientale, una volta completate le opere, rimarrà pressoché invariato.

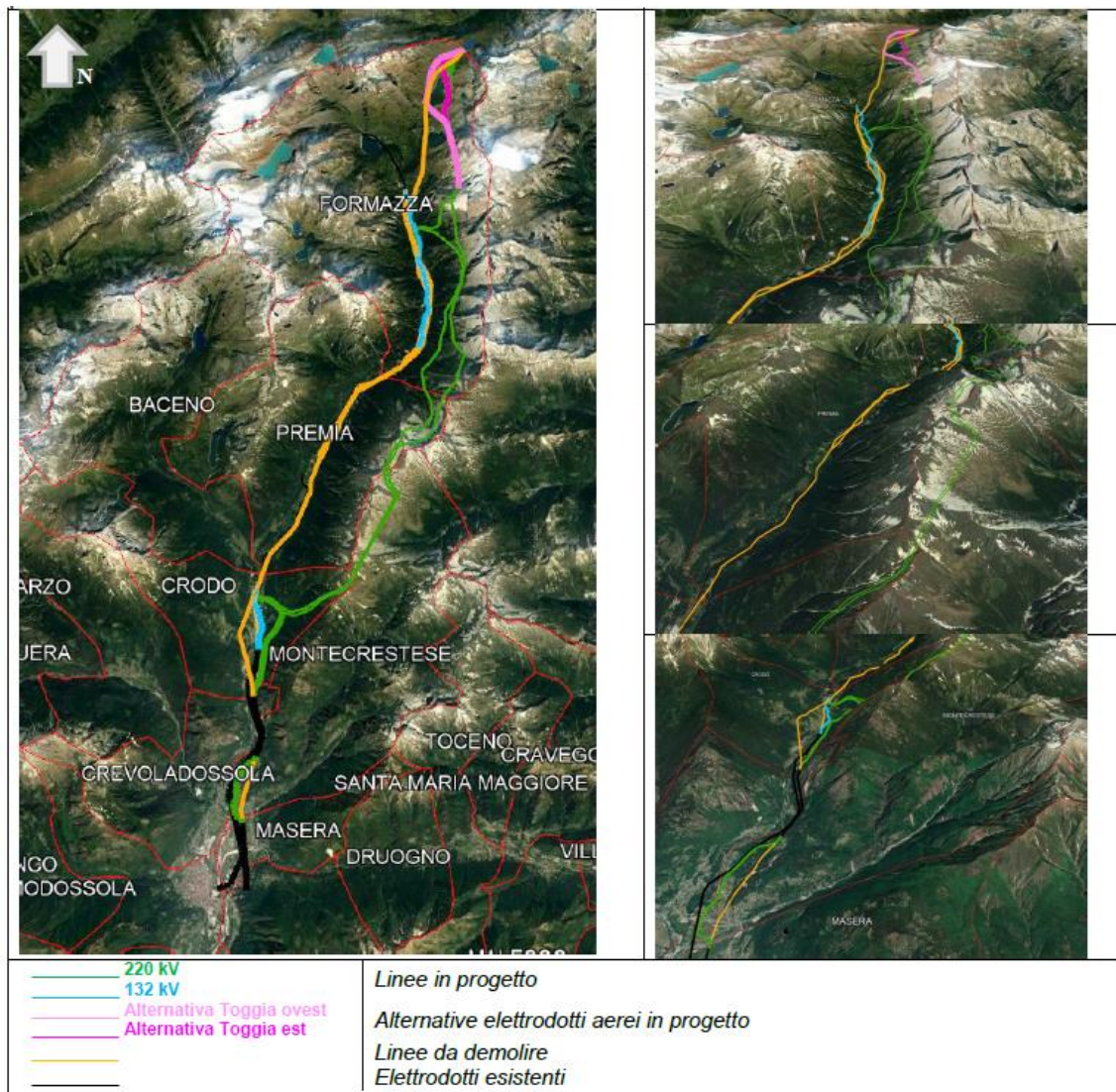


Figura 1 - Estratti cartografici non in scala- inquadramento territoriale

 <small>TERNA GROUP</small>	RAZIONALIZZAZIONE RETE 220 KV DELLA VAL FORMAZZA INTEGRAZIONE ALLO SIA <i>Approfondimenti sulla valutazione dell'impatto acustico dalle attività di cantiere ((risposta ai punti B3; B5; I.2; I.3))</i>	
Codifica Elaborato Terna: RGAR10019BSA3723	Rev. 00	Codifica Elaborato Proger: Rev. 00

L'area studiata è situata amministrativamente nella Provincia di Verbano - Cusio - Ossola e si suddivide in tre regioni con bassa densità abitativa:

1. Il Verbano, che conta circa 60.000 abitanti.
2. Il Cusio, l'area meno popolata con soli 31.000 residenti nella provincia.
3. La Val d'Ossola, la sezione settentrionale più popolosa della provincia e della regione, con circa 68.000 abitanti, e con Domodossola come il principale centro abitato.

La Val Formazza, parte superiore della Val d'Ossola, ha una densità abitativa molto limitata, concentrata principalmente nella valle e in misura minore sulle pendici a quote basse.

Comune	Altitudine [m s.l.m.]	Superficie [Km ²]	Abitanti	Densità [ab/Km ²]
Formazza	1280	131	446	3,41
Baceno	655	69	918	13,36
Premia	800	89	564	6,32
Crodo	505	61	1404	22,73
Montecrestese	486	86	1266	14,64
Crevoladossola	377	39,72	4.717	118,76

Tabella 2-1 - Comuni interessati dall'opera – informazioni principali

2.2 Infrastrutture dell'area

La Valle è percorsa da una sola strada principale, la Strada Statale 659 di Valle Antigorio e Val Formazza (precedentemente Strada Provinciale 70 di Valli Antigorio e Formazza), che inizia dalla Strada Statale 33 del Sempione vicino a Crevoladossola e termina presso la Cascata del Toce. Appena sopra la cascata, ha inizio una strada non asfaltata, la precedente Strada Provinciale 95 del Passo di San Giacomo, che, per 12 chilometri, attraversa la zona dei laghi artificiali fino al Passo di San Giacomo, al confine con la Svizzera.

2.3 I ricettori e la classificazione acustica del territorio

Per la presente valutazione sono stati considerati i ricettori potenzialmente impattati durante le attività di dismissione e di nuova realizzazione.

In particolare, sono stati scelti ricettori rappresentativi in zone ad alta densità abitativa lungo la linea di dismissione, che potessero essere considerati anche per le fasi di implementazione della futura rete. Data l'ampia portata dell'intervento e la natura temporanea delle attività svolte esclusivamente durante il giorno, si è optato per un'analisi dettagliata dei 30 ricettori più esposti alle emissioni delle lavorazioni. Per questi ricettori è stata condotta una campagna di monitoraggio del rumore al fine di valutare i livelli di rumore residuo.

I ricettori considerati si trovano nei comuni di Montecrestese, Crodo, Baceno, Premia e Formazza, i quali hanno adottato un piano di classificazione acustica.

 Terna Rete Italia <small>T E R N A G R O U P</small>	RAZIONALIZZAZIONE RETE 220 KV DELLA VAL FORMAZZA INTEGRAZIONE ALLO SIA <i>Approfondimenti sulla valutazione dell'impatto</i> <i>acustico dalle attività di cantiere ((risposta ai punti B3; B5; I.2; I.3))</i>	
	Codifica Elaborato Terna: RGAR10019BSA3723 Rev. 00	

Come è evidente dai Piani di Classificazione Acustica, l'area di indagine viene posta in *Classe II – Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale*, *Classe III – Aree di tipo misto*, *Classe IV – Aree di intensa attività umana* e *Classe V – Aree prevalentemente industriali*. Riportiamo di seguito le tabelle recanti i limiti massimi di immissione ed emissione acustica per le classi sopra citate.

Classe di destinazione d'uso del territorio	Periodo diurno (6-22)	Periodo notturno (22-6)
Classe II – Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	55 dBA	45 dBA
Classe III – Aree di tipo misto	60 dBA	50 dBA
Classe IV – Aree di intensa attività umana	65 dBA	55 dBA
Classe V – Aree prevalentemente industriali	70 dBA	60 dBA

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

Classe di destinazione d'uso del territorio	Periodo diurno (6-22)	Periodo notturno (22-6)
Classe II – Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	50 dBA	40 dBA
Classe III – Aree di tipo misto	55 dBA	45 dBA
Classe IV – Aree di intensa attività umana	60 dBA	50 dBA
Classe V – Aree prevalentemente industriali	65 dBA	55 dBA

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

Nella tabella di seguito vengono riportati i ricettori considerati:

ID	Comune	Classificazione Acustica	Destinazione d'uso	N° Piani	Coordinate	Distanza dal pilone/cantiere base più vicino
RIC-01	Montecrestese	III	Residenziale/Commerciale	2	8.314061° 46.150038°	130 m
RIC-02	Montecrestese	III	Residenziale	1	8.31676° 46.150797°	10 m
RIC-03	Montecrestese	III	Residenziale	3	8.327081° 46.170151°	180 m
RIC-04	Crodo	V	Residenziale	1	8.319994° 46.204769°	110 m
RIC-05	Crodo	IV	Residenziale	1	8.320051° 46.209093°	90 m
RIC-06	Crodo	IV	Residenziale	1	8.320589° 46.211861°	40 m
RIC-07	Crodo	II	Residenziale	2	8.317512° 46.220717°	40 m
RIC-08	Crodo	III	Residenziale	4	8.325712° 46.221964°	80 m
RIC-09	Crodo	IV	Residenziale	1	8.326725° 46.224824°	30 m
RIC-10	Crodo	III	Residenziale	2	8.328153° 46.231184°	70 m

Codifica Elaborato Terna:

RGAR10019BSA3723

Rev. 00

Codifica Elaborato Proger:

Rev. 00

ID	Comune	Classificazione Acustica	Destinazione d'uso	N° Piani	Coordinate	Distanza dal pilone/cantiere base più vicino
RIC-11	Crodo	III	Residenziale	3	8.322694° 46.234951°	40 m
RIC-12	Crodo	III	Commerciale	1	8.328205° 46.245401°	30 m
RIC-13	Baceno	III	Residenziale	2	8.330041° 46.248578°	40 m
RIC-14	Premia	III	Residenziale/Commerciale	4	8.362612° 46.298044°	150 m
RIC-15	Premia	III	Residenziale	3	8.367734° 46.302424°	20 m
RIC-16	Premia	II	Residenziale	3	8.38021° 46.314516°	70 m
RIC-17	Premia	II	Residenziale	2	8.390273° 46.327154°	40 m
RIC-18	Formazza	II	Residenziale	2	8.40485° 46.33309°	240 m
RIC-19	Formazza	IV	Residenziale	3	8.425495° 46.344286°	90 m
RIC-20	Formazza	IV	Commerciale	1	8.425919° 46.345432°	20 m
RIC-21	Formazza	III	Residenziale	2	8.42882° 46.353734°	50 m
RIC-22	Formazza	II	Residenziale	1	8.430177° 46.36179°	10 m
RIC-23	Formazza	II	Residenziale	4	8.430909° 46.367394°	90 m
RIC-24	Formazza	II	Residenziale	3	8.429586° 46.369212°	50 m
RIC-25	Formazza	II	Residenziale/Commerciale	2	8.428395° 46.373529°	40 m
RIC-26	Formazza	III	Residenziale	1	8.424654° 46.375101°	40 m
RIC-27	Formazza	II	Residenziale	3	8.424327° 46.37692°	40 m
RIC-28	Formazza	II	Residenziale	1	8.424309° 46.382397°	60 m
RIC-29	Formazza	II	Residenziale	1	8.422996° 46.383758°	50 m
RIC-30	Formazza	II	Residenziale	1	8.419083° 46.391617°	60 m

 <small>T E R N A G R O U P</small>	RAZIONALIZZAZIONE RETE 220 KV DELLA VAL FORMAZZA INTEGRAZIONE ALLO SIA <i>Approfondimenti sulla valutazione dell'impatto acustico dalle attività di cantiere ((risposta ai punti B3; B5; I.2; I.3))</i>	
Codifica Elaborato Terna: RGAR10019BSA3723	Rev. 00	Codifica Elaborato Proger: Rev. 00

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Come riportato nel SIA, i comuni interessati dall'opera in progetto e dalle demolizioni previste sono: Formazza, Baceno, Crodo, Premia e Montecrestese ubicati nella Porzione Nord della Provincia del Verbano, Cusio e Ossola in Piemonte. Il Comune di Crevoladossola è interessato dalle opere in progetto esclusivamente da un nuovo sostegno e precisamente il n. MoP.30 della linea elettrica DT 220 kV T.225 Verampio-Pallanzeno. Si segnala inoltre che il comune di Masera sarà interessato dalla sola tesatura di poche decine di metri di conduttore aereo su palo esistente e quindi non direttamente interessato dalle opere in progetto.

Le opere in progetto ricadono nei territori della Valle Antigorio, Val Formazza, e Valle Isorno. Trattasi di valli poste nella parte più settentrionale del Piemonte, quella che si incunea nel territorio svizzero, tra il Canton Ticino e il Canton Vallese. Le valli alpine fanno parte del comprensorio della Val d'Ossola, in Provincia di Verbano Cusio ed Ossola.

La valle è caratterizzata dalla presenza di molte aree di pregio quali:

- Parco Naturale e zona di salvaguardia dell'Alpe Veglia e Alpe Devero (con SIC e ZPS, interesse geologico e mineralogico; boschi di larici; zone umide) e Monte Giove;
- Alpe Devero, Zona Carsica del Kastel, Alpe Vova, Salecchio e Altillone.
- Orridi di Baceno e Premia;
- ZPS – SIC Rifugio M.Luisa - "Val Formazza";
- "Territorio della Valle Isorno e dell'Alpe Agarina", che comprende sostanzialmente tutto l'ambito.
- La cascata del "Toce"

Per quanto riguarda i **cantieri traliccio**, i sostegni con accesso da viabilità esistente, e non elicottero, sono 34; di questi, 23 sono potenzialmente impattanti sui recettori sensibili più vicini all'area di progetto, costituiti da piccole abitazioni o masserie isolate, in quanto situati ad una distanza inferiore a 150 m.

I **cantieri base** previsti sono 3:

- Cantiere Base 1 – Formazza (VB – Località Riale)
- Cantiere Base 2 – Premia (VB – Località Cadarese)
- Cantiere Base 3 – Verampio (VB)

Le **linee in cavo interrato** sono due:

- la linea T 427 Ponte-Fondovalle;
- la linea T.426 Morasco-Ponte.

4. I RILIEVI FONOMETRICI

Nel mese di ottobre del 2023 è stata effettuata una campagna di monitoraggio acustico ante-operam sull'area circostante la futura zona di cantiere, al fine di caratterizzare i livelli acustici ed i livelli di rumore residuo. I punti di misura sono stati scelti in corrispondenza dei ricettori più esposti alle future emissioni del cantiere.

Per valutare il clima acustico si è scelto di procedere all'effettuazione di rilievi fonometrici sul campo con rilievi di tipo breve. Non è stato valutato il periodo notturno, in quanto il cantiere non sarà attivo in tale fascia oraria.

Sono stati individuati 30 punti distribuiti sull'intera area oggetto di indagine, come rappresentato in Figura 2 e Tabella 4-1.

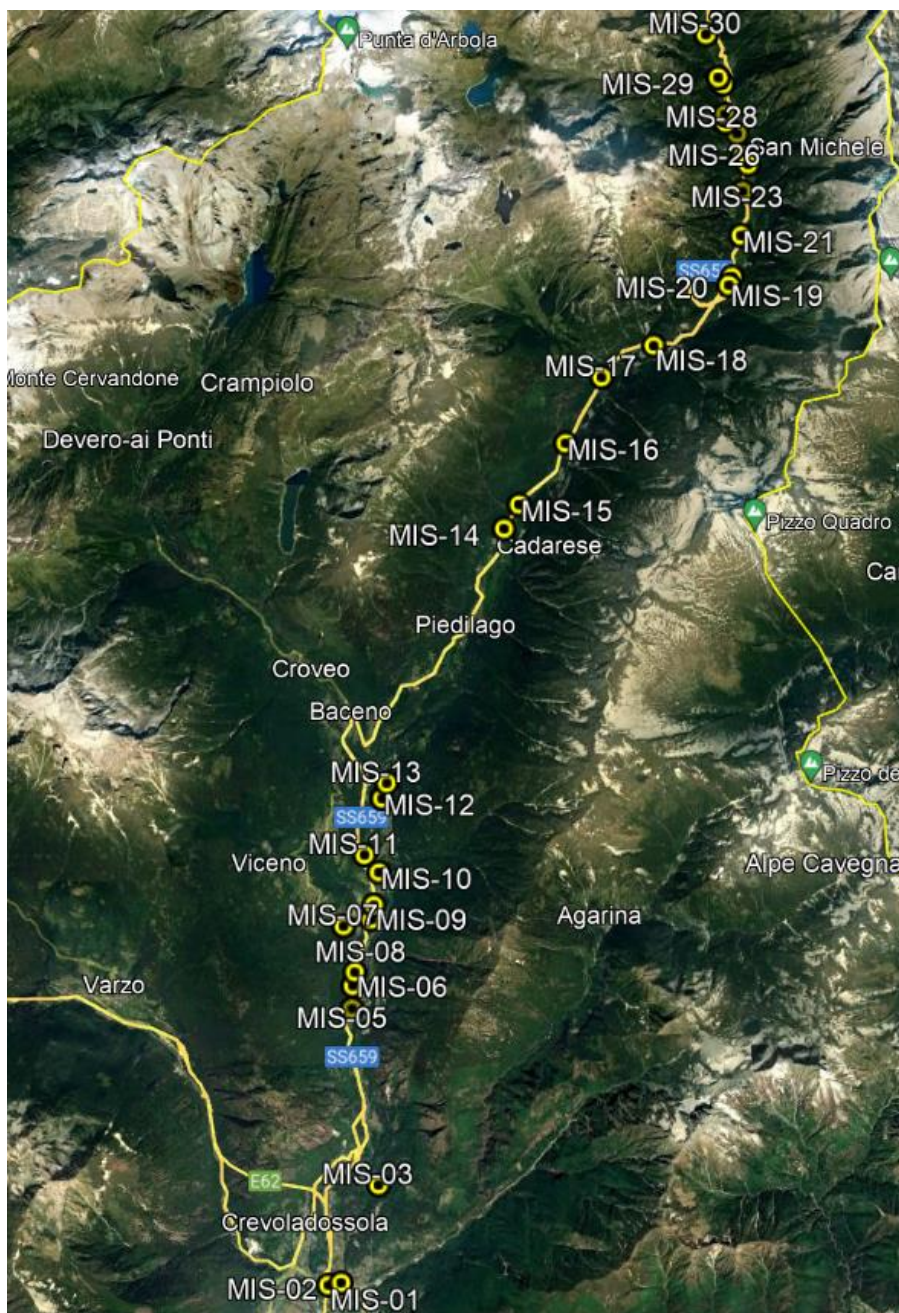




Figura 2 - Misure fonometriche effettuate

ID	Comune	Leq dBA	L95 dBA	Coordinate
MIS-01	Montecrestese	52.8	40.6	8.313073° 46.150222°
MIS-02	Montecrestese	50.2	38.5	8.316688° 46.150584°
MIS-03	Montecrestese	36.7	28.1	8.327303° 46.169848°
MIS-04	Crodo	58.9	46.2	8.320222° 46.20427°
MIS-05	Crodo	55.2	41.0	8.322865° 46.208988°
MIS-06	Crodo	64.1	44.0	8.320074° 46.212194°
MIS-07	Crodo	48.3	38.7	8.317917° 46.220755°
MIS-08	Crodo	65.5	41.0	8.325657° 46.221685°
MIS-09	Crodo	62.2	43.6	8.325348° 46.224842°
MIS-10	Crodo	48.4	43.7	8.327329° 46.23117°
MIS-11	Crodo	56.5	46.7	8.323198° 46.234245°
MIS-12	Crodo	62.3	42.4	8.329222° 46.245949°
MIS-13	Baceno	48.4	43.0	8.329528° 46.248551°
MIS-14	Premia	58.9	41.9	8.363077° 46.297631°
MIS-15	Premia	70.3	43.5	8.367206° 46.302601°
MIS-16	Premia	59.9	41.5	8.379968° 46.314414°
MIS-17	Premia	61.6	46.7	8.391199° 46.326549°
MIS-18	Formazza	57.0	49.9	8.40505° 46.333055°
MIS-19	Formazza	60.7	47.0	8.425707° 46.344632°
MIS-20	Formazza	51.9	37.1	8.425981° 46.345166°
MIS-21	Formazza	52.7	50.4	8.42869° 46.353876°
MIS-22	Formazza	57.7	46.1	8.429636° 46.362135°
MIS-23	Formazza	46.0	33.8	8.430786° 46.367294°
MIS-24	Formazza	65.5	45.5	8.428481° 46.368745°
MIS-25	Formazza	63.0	61.9	8.427796° 46.373228°
MIS-26	Formazza	53.3	46.3	8.425463° 46.375774°
MIS-27	Formazza	46.1	44.7	8.424191° 46.376218°
MIS-28	Formazza	43.0	42.6	8.425503° 46.381086°
MIS-29	Formazza	44.0	43.1	8.422732° 46.383924°
MIS-30	Formazza	47.3	45.7	8.419048° 46.391258°

Tabella 4-1 – Punti di misura

 <p>TERNA GROUP</p>	<p>RAZIONALIZZAZIONE RETE 220 KV DELLA VAL FORMAZZA</p> <p>INTEGRAZIONE ALLO SIA</p> <p>Approfondimenti sulla valutazione dell'impatto acustico dalle attività di cantiere ((risposta ai punti B3; B5; I.2; I.3))</p>	
<p>Codifica Elaborato Terna: RGAR10019BSA3723</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	<p>Codifica Elaborato Proger: Rev. 00</p>	

5. IL MODELLO MATEMATICO

5.1 Realizzazione del modello matematico

Per rappresentare la situazione esistente è stato realizzato un apposito modello matematico in cui vengono inseriti tutti gli elementi che concorrono a determinare il clima acustico dell'area oggetto di studio.

Il primo passaggio per la definizione dello scenario di calcolo all'interno del modello previsionale è stato la ricostruzione dell'orografia dell'area di interesse, inserendo gli edifici e le strade locali.

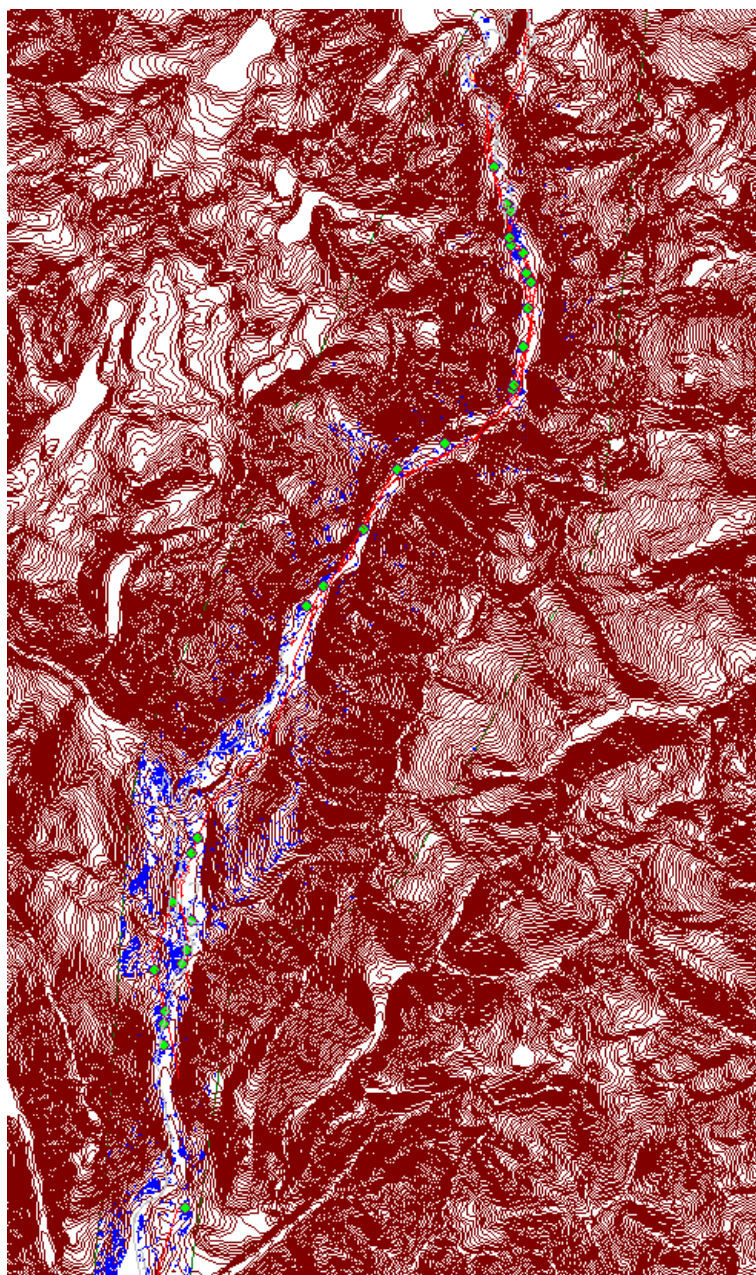




Figura 3 - Inserimento degli edifici e delle strade nel modello (vista planimetrica)

Il modello rappresenta in modo tridimensionale la situazione territoriale dell'area.

 <p>Terna Rete Italia T E R N A G R O U P</p>	<p>RAZIONALIZZAZIONE RETE 220 KV DELLA VAL FORMAZZA INTEGRAZIONE ALLO SIA <i>Approfondimenti sulla valutazione dell'impatto acustico dalle attività di cantiere ((risposta ai punti B3; B5; I.2; I.3))</i></p>	
<p>Codifica Elaborato Terna: RGAR10019BSA3723</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	<p>Codifica Elaborato Proger: Rev. 00</p>	

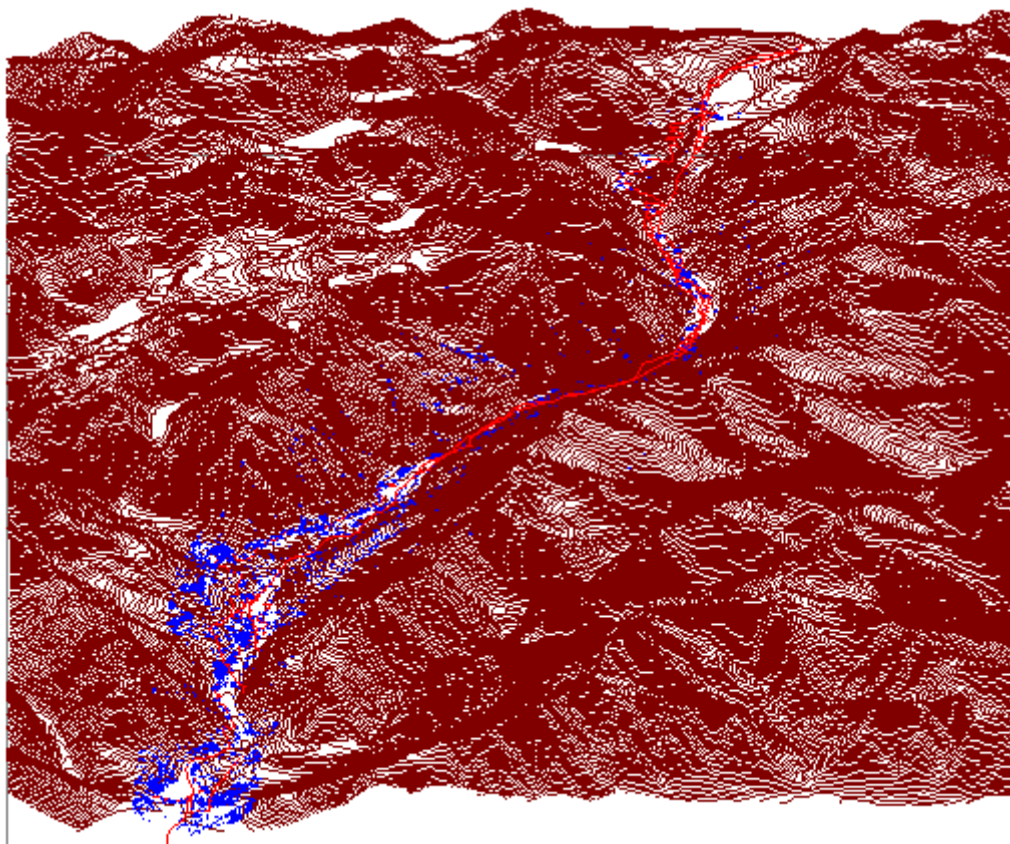



Figura 4 - Inserimento degli edifici e delle strade nel modello (vista 3D)

5.2 Creazione dell'orografia del terreno

Sulla base delle informazioni altimetriche raccolte nelle cartografie vettoriali dell'area, è stato ricreato il modello digitale del terreno (DGM) fino a una distanza di almeno 500 metri dal confine d'impianto in modo da comprendere le abitazioni limitrofe potenzialmente interessate dalle emissioni di rumore.

	RAZIONALIZZAZIONE RETE 220 KV DELLA VAL FORMAZZA INTEGRAZIONE ALLO SIA <i>Approfondimenti sulla valutazione dell'impatto acustico dalle attività di cantiere ((risposta ai punti B3; B5; I.2; I.3))</i>	
Codifica Elaborato Terna: RGAR10019BSA3723	Rev. 00	Codifica Elaborato Proger: Rev. 00

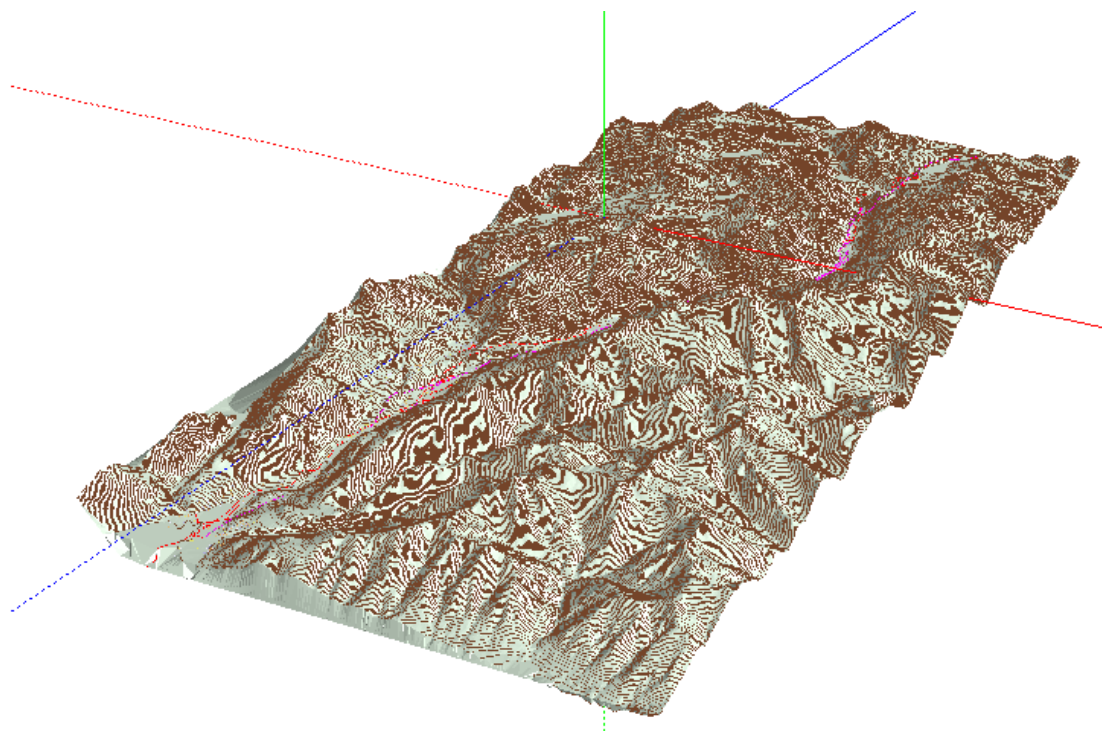


Figura 5 - Creazione del modello digitale del terreno (vista 3D)

Una volta definita l'orografia del territorio, sono stati inseriti nello scenario di calcolo tutti gli elementi che si comportano come ostacoli alla propagazione dell'onda sonora come, ad esempio, i muretti di contenimento interni, il muro perimetrale e gli edifici.

5.3 Inserimento delle sorgenti sonore

In una fase successiva sono state inserite le sorgenti sonore, la cui potenza sonora è stata ricavata da schede tecniche o da misure intensimetriche svolte in precedenza su sorgenti simili.

Le attività di cantiere richiederanno l'utilizzo complessivo stimato delle sottoelencate macchine di trasporto ed operatrici, da impiegarsi nel periodo dei lavori di costruzione in funzione della programmazione delle attività. Si precisa che i mezzi elencati non saranno tutti presenti contemporaneamente in cantiere e che il loro funzionamento sarà alternato in base alle attività da svolgere di volta in volta.

Area centrale o campo base				
Area di cantiere	Attività svolta	Macchinari / Automezzi	Durata	Contemporaneità macchinari / automezzi in funzione
Area Centrale o Campo base	Carico / scarico materiali e attrezzature; Movimentazione materiali e attrezzature; Formazione colli e premontaggio di parti strutturali	Autocarro con gru; Autogru; Carrello elevatore; Compressore/ generatore	Tutta la durata dei lavori	I macchinari / automezzi sono utilizzati singolarmente a fasi alterne, mentre la contemporaneità massima di funzionamento è prevista in ca. 2 ore/giorno

Area di intervento

Area di cantiere	Attività svolta	Macchinari e Automezzi	Durata media attività – ore/gg di funzionamento macchinari	Contemporaneità macchinari / automezzi in funzione
Aree sostegno	Attività preliminari: tracciamenti, recinzioni, spianamento, pulizia		gg 1	Nessuna
	Movimento terra, scavo di fondazione;	Escavatore; Generatore per pompe acqua (eventuale)	gg 2 – ore 6	Nessuna
	Montaggio tronco base del sostegno	Autocarro con gru (oppure autogru o similare); Autobetoniera Generatore	gg 3 – ore 2	Nessuna
	Casseratura e armatura fondazione		gg 1 – ore 2	
Getto calcestruzzo di fondazione	gg 1 – ore 5			
Aree di linea interrata	Disarmo		gg 1	Nessuna
	Rinterro scavi, posa impianto di messa a terra	Escavatore	gg 1 continuativa	Nessuna
	Montaggio a piè d'opera del sostegno	Autocarro con gru (oppure autogru o similare)	gg 4 – ore 6	Nessuna
	Montaggio in opera sostegno	Autocarro con gru	gg 4 – ore 1	Nessuna
		Autogru; Argano di sollevamento (in alternativa all'autogru/gru)	gg 3 – ore 4	
	Movimentazione conduttori	Autocarro con gru (oppure autogru o similare); Argano di manovra	gg 2 – ore 2	Nessuna

Area di cantiere	Attività svolta	Macchinari e Automezzi	Durata media attività – ore/gg di funzionamento macchinari
Aree di linea interrata	Attività preliminari: tracciamento, recinzioni, pulizia.		g 1
	Scavo trincea	Escavatore;	g 20
Aree di linea aerea		Elettropompe (eventuale); Demolitore (eventuale); Autocarro	
	Microtunneling (eventuale)	Fresa; Martinetti idraulici; Elettropompe (eventuale)	m/g 10
	Trivellazione orizzontale controllata (eventuale)	Trivella Elettropompe (eventuale)	m/g 30 per ogni fase
	Posa cavo	Argano Autogru/autocarro	g 3 g 1 ore 2
	Rinterro	Escavatore Autocarro	g 5
	Esecuzione giunzioni	Escavatore Elettropompe (eventuale) Gruppo elettrogeno	g 2 ore 4 g 5

Nella tabella seguente si riportano i livelli sonori di letteratura emessi dai principali macchinari e mezzi d'opera di un cantiere in costruzione.

Macchinari e mezzi d'opera	Livelli sonori min – max e tipici a 15,2 m
Autocarri	83 – 93 88 dB(A)
Betoniere	75 – 88 85 dB(A)
Caricatori, dumper	72 – 84 84dB(A)
Compressori	75 – 87 81dB(A)
Escavatori	72 – 93 85dB(A)
Generatori	72 – 88 81dB(A)
Gru semoventi	76 – 87 83dB(A)
Gru (derrick)	86 – 88 88dB(A)
Imbullonatrici	84 – 88 85dB(A)
Macchine trivellatrici	96 – 107 96dB(A)
Martelli pneumatici	84 – 88 85dB(A)
Pavimentatrici	86 – 96 89dB(A)
Pompe	68 – 72 71dB(A)
Rullo compressore	73 – 74 74dB(A)
Ruspe, livellatrici	80 – 93 85dB(A)
Trattori	76 – 96 85dB(A)

Per quanto concerne l'utilizzo dell'elicottero, sono stati considerati dati disponibili e relativi ai livelli acustici rilevati da indagini fonometriche svolte in cantieri analoghi a quelli del progetto in esame.

È importante sottolineare che il valore considerato è già estremamente cautelativo, poiché l'elicottero Erickson viene impiegato per il trasporto di interi sostegni già montati e non solo per il trasporto dei materiali. Di conseguenza, è possibile affermare con una certa sicurezza che tale valore superi la rumorosità generata da un elicottero standard.

Elicottero	Attività	Durata dell'attività	Distanza dal punto di misure	Livello equivalente misurato (dBA)
Erickson	Montaggio sostegno	Circa 5 minuti	100 metri	88
		Circa 30 minuti	Da 280 metri e 1230 metri	83

Si specifica che nello studio attuale tale sorgente non è stata considerata in quanto in questa fase non sono ancora state definite le rotte di percorrenza che sarà possibile definire solo in una fase di progettazione esecutiva delle opere.

6. PREVISIONE DEI LIVELLI SONORI NEL TERRITORI CIRCOSTANTE

Nell'analizzare i valori di pressione sonora sul territorio, sono state considerate le immissioni nel periodo diurno. Le mappe, per via delle riflessioni degli edifici, possono, apparentemente, discostarsi dai valori puntuali sui ricettori. I valori riportati nelle mappe sono stimati a 1,5 metri di altezza.

6.1 Individuazione dei Ricettori

Di seguito vengono riportati i ricettori considerati come descritto al paragrafo 2.2:

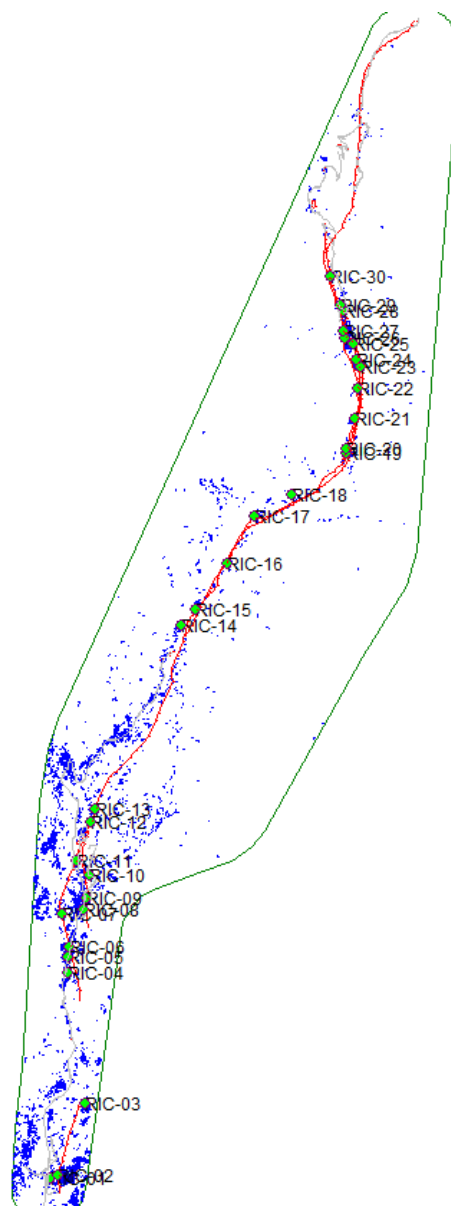


Figura 6 - Ricettori considerati per valutazione dell'immissione

6.2 Risultati della simulazione modellistica

- Al fine di valutare la situazione del clima acustico, sono state considerate come sorgenti acustiche tutte le potenziali sorgenti relative alle attività di cantiere. Non essendo stato definito un cronoprogramma è stata valutata la situazione maggiormente impattante. Si specifica che per ottenere i livelli di immissione è stato sommato logaritmicamente il valore di rumore residuo rilevato al punto di misura corrispondente al ricettore valutato. Le mappe delle emissioni sono riportate allo specifico allegato
- Allegato 01 - Mappe del rumore emesso - Fase Dismissione
- Allegato 02 - Mappe del rumore emesso - Fase Dismissione con mitigazioni
- Allegato 03 - Mappe del rumore emesso - Fase Realizzazione
- Allegato 04 - Mappe del rumore emesso - Fase Realizzazione con mitigazioni

6.2.1 Fase di dismissione

ID	Classificazione Acustica	Limite Emissione dBA	Livello di emissione calcolato Leq dBA	Livello di residuo misurato Leq dBA	Livello di Immissione calcolato Leq dBA	Limite Immissione dBA
RIC-01	III	55	52.1	52.8	55.5	60
RIC-02	III	55	78.9	50.2	78.9	60
RIC-03	III	55	54.5	36.7	54.6	60
RIC-04	V	65	56.0	58.9	60.7	70
RIC-05	IV	60	62.0	55.2	62.8	65
RIC-06	IV	60	71.8	64.1	72.5	65
RIC-07	II	50	69.9	48.3	69.9	55
RIC-08	III	55	58.7	65.5	66.3	60
RIC-09	IV	60	76.5	62.2	76.7	65
RIC-10	III	55	59.5	48.4	59.8	60
RIC-11	III	55	65.8	56.5	66.3	60
RIC-12	III	55	67.2	62.3	68.4	60
RIC-13	III	55	58.4	48.4	58.8	60
RIC-14	III	55	59.3	58.9	62.1	60
RIC-15	III	55	75.2	70.3	76.4	60
RIC-16	II	50	60.3	59.9	63.1	55
RIC-17	II	50	69.0	61.6	69.7	55
RIC-18	II	50	57.5	57.0	60.3	55
RIC-19	IV	60	62.9	60.7	64.9	65
RIC-20	IV	60	77.7	51.9	77.7	65
RIC-21	III	55	70.0	52.7	70.1	60
RIC-22	II	50	80.2	57.7	80.2	55
RIC-23	II	50	62.4	46.0	62.5	55
RIC-24	II	50	67.4	65.5	69.6	55
RIC-25	II	50	69.5	63.0	70.4	55
RIC-26	III	55	71.5	53.3	71.6	60
RIC-27	II	50	67.9	46.1	67.9	55
RIC-28	II	50	62.7	43.0	62.7	55
RIC-29	II	50	69.4	44.0	69.4	55
RIC-30	II	50	61.4	47.3	61.6	55

 <small>TERNA GROUP</small>	RAZIONALIZZAZIONE RETE 220 KV DELLA VAL FORMAZZA INTEGRAZIONE ALLO SIA <i>Approfondimenti sulla valutazione dell'impatto acustico dalle attività di cantiere ((risposta ai punti B3; B5; I.2; I.3))</i>	
Codifica Elaborato Terna: RGAR10019BSA3723	Rev. 00	Codifica Elaborato Proger: Rev. 00

6.2.2 Fase di realizzazione

ID	Classificazione Acustica	Limite Emissione dBA	Livello di emissione calcolato Leq dBA	Livello di residuo misurato Leq dBA	Livello di Immissione calcolato Leq dBA	Limite Immissione dBA
RIC-01	III	55	46.1	52.8	53.6	60
RIC-02	III	55	47.4	50.2	52.0	60
RIC-03	III	55	55.2	36.7	55.3	60
RIC-04	V	65	49.6	58.9	59.4	70
RIC-05	IV	60	48.6	55.2	56.1	65
RIC-06	IV	60	39.1	64.1	64.1	65
RIC-07	II	50	43.5	48.3	49.5	55
RIC-08	III	55	54.9	65.5	65.9	60
RIC-09	IV	60	54.7	62.2	62.9	65
RIC-10	III	55	64.5	48.4	64.6	60
RIC-11	III	55	47.8	56.5	57.0	60
RIC-12	III	55	42.9	62.3	62.3	60
RIC-13	III	55	38.8	48.4	48.9	60
RIC-14	III	55	29.0	58.9	58.9	60
RIC-15	III	55	29.6	70.3	70.3	60
RIC-16	II	50	19.6	59.9	59.9	55
RIC-17	II	50	36.5	61.6	61.6	55
RIC-18	II	50	38.7	57.0	57.1	55
RIC-19	IV	60	46.6	60.7	60.9	65
RIC-20	IV	60	47.6	51.9	53.3	65
RIC-21	III	55	46.3	52.7	53.6	60
RIC-22	II	50	41.1	57.7	57.8	55
RIC-23	II	50	42.2	46.0	47.5	55
RIC-24	II	50	39.5	65.5	65.5	55
RIC-25	II	50	44.9	63.0	63.1	55
RIC-26	III	55	50.9	53.3	55.3	60
RIC-27	II	50	44.5	46.1	48.4	55
RIC-28	II	50	55.7	43.0	55.9	55
RIC-29	II	50	58.2	44.0	58.4	55
RIC-30	II	50	41.4	47.3	48.3	55

6.2.3 Interventi di mitigazione

Da una prima analisi dei risultati ottenuti è possibile individuare diversi superamenti dei limiti normativi. Ciò è dovuto alla stretta vicinanza delle aree di lavoro agli edifici.

Oltre alla richiesta di deroga dei limiti di rumore dovute alle attività di cantiere si prevede di intervenire con elementi mitigativi al fine di contenere le emissioni delle lavorazioni. Si valuterà l'installazione di barriere mobili (Figura 7) da impiegare nelle lavorazioni di dismissione e realizzazione dei nuovi sostegni. La Figura 7 mostra, inoltre, lo spettro di assorbimento delle barriere mobili.

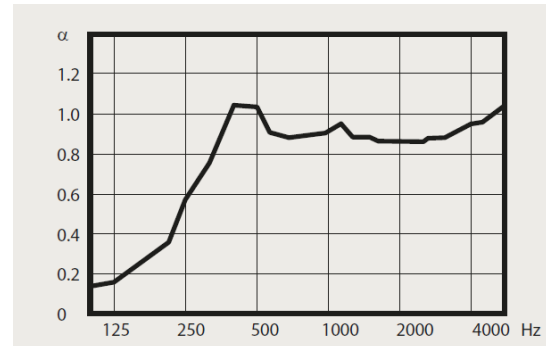


Figura 7 - Esempio di barriere mobili e Spettro di assorbimento barriere mobili

L'intervento prevederebbe l'installazione di una barriera di un diametro di circa 10 metri, riadattabile a seconda della morfologia del territorio, per un'altezza pari a 4 metri, che circondi completamente l'area di lavoro.

Qui di seguito si riporta un esempio di intervento. Per l'individuazione dei ricettori si rimanda all'apposito allegato.

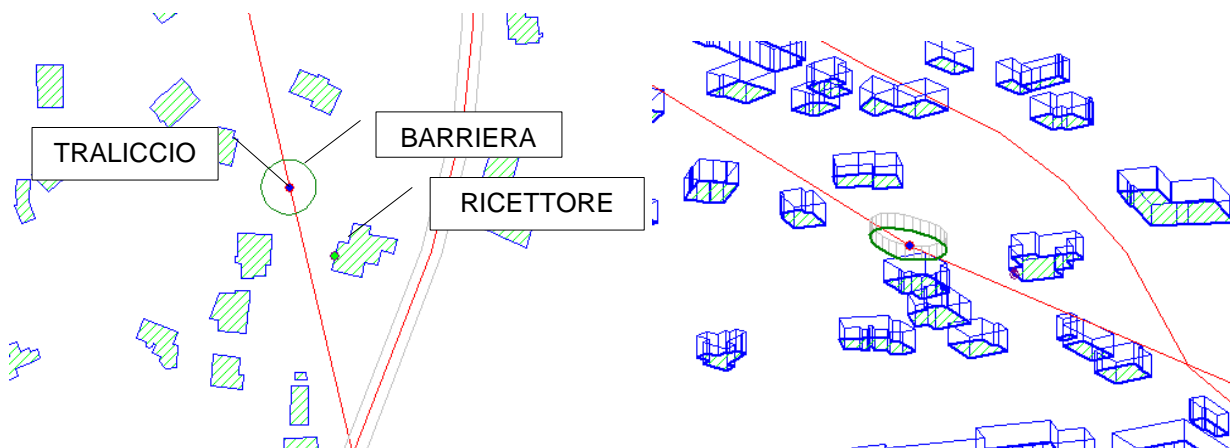


Figura 8 - Esempio in vista planimetrica e 3D del posizionamento barriere

6.2.4 Fase di dismissione con mitigazioni

ID	Classificazione Acustica	Limite Emissione dBA	Livello di emissione calcolato Leq dBA	Livello di residuo misurato Leq dBA	Livello di Immissione calcolato Leq dBA	Limite Immissione dBA
RIC-01	III	55	48.4	52.8	54.1	60
RIC-02	III	55	68.8	50.2	68.9	60
RIC-03	III	55	49.0	36.7	49.2	60
RIC-04	V	65	49.8	58.9	59.4	70
RIC-05	IV	60	55.5	55.2	58.4	65
RIC-06	IV	60	63.4	64.1	66.8	65
RIC-07	II	50	69.9	48.3	69.9	55
RIC-08	III	55	55.4	65.5	65.9	60
RIC-09	IV	60	69.5	62.2	70.2	65
RIC-10	III	55	57.1	48.4	57.6	60
RIC-11	III	55	61.6	56.5	62.8	60
RIC-12	III	55	59.9	62.3	64.3	60
RIC-13	III	55	55.8	48.4	56.5	60
RIC-14	III	55	58.6	58.9	61.8	60
RIC-15	III	55	66.6	70.3	71.8	60
RIC-16	II	50	58.3	59.9	62.2	55
RIC-17	II	50	65.1	61.6	66.7	55
RIC-18	II	50	57.5	57.0	60.3	55
RIC-19	IV	60	62.7	60.7	64.8	65
RIC-20	IV	60	69.7	51.9	69.8	65
RIC-21	III	55	65.3	52.7	65.5	60
RIC-22	II	50	72.6	57.7	72.7	55
RIC-23	II	50	60.7	46.0	60.8	55
RIC-24	II	50	61.9	65.5	67.1	55
RIC-25	II	50	63.8	63.0	66.4	55
RIC-26	III	55	63.6	53.3	64.0	60
RIC-27	II	50	63.3	46.1	63.4	55
RIC-28	II	50	60.0	43.0	60.1	55
RIC-29	II	50	63.8	44.0	63.8	55
RIC-30	II	50	61.0	47.3	61.2	55

 <small>TERNA GROUP</small>	RAZIONALIZZAZIONE RETE 220 KV DELLA VAL FORMAZZA INTEGRAZIONE ALLO SIA <i>Approfondimenti sulla valutazione dell'impatto acustico dalle attività di cantiere ((risposta ai punti B3; B5; I.2; I.3))</i>	
Codifica Elaborato Terna: RGAR10019BSA3723	Rev. 00	Codifica Elaborato Proger: Rev. 00

6.2.5 Fase di realizzazione con mitigazioni

ID	Classificazione Acustica	Limite Emissione dBA	Livello di emissione calcolato Leq dBA	Livello di residuo misurato Leq dBA	Livello di Immissione calcolato Leq dBA	Limite Immissione dBA
RIC-01	III	55	46.1	52.8	53.6	60
RIC-02	III	55	47.4	50.2	52.0	60
RIC-03	III	55	55.2	36.7	55.3	60
RIC-04	V	65	49.6	58.9	59.4	70
RIC-05	IV	60	48.6	55.2	56.1	65
RIC-06	IV	60	39.1	64.1	64.1	65
RIC-07	II	50	43.5	48.3	49.5	55
RIC-08	III	55	54.9	65.5	65.9	60
RIC-09	IV	60	54.7	62.2	62.9	65
RIC-10	III	55	64.4	48.4	64.5	60
RIC-11	III	55	47.7	56.5	57.0	60
RIC-12	III	55	42.9	62.3	62.3	60
RIC-13	III	55	38.8	48.4	48.9	60
RIC-14	III	55	29.0	58.9	58.9	60
RIC-15	III	55	29.6	70.3	70.3	60
RIC-16	II	50	19.6	59.9	59.9	55
RIC-17	II	50	36.5	61.6	61.6	55
RIC-18	II	50	38.7	57.0	57.1	55
RIC-19	IV	60	46.6	60.7	60.9	65
RIC-20	IV	60	47.6	51.9	53.3	65
RIC-21	III	55	46.3	52.7	53.6	60
RIC-22	II	50	41.1	57.7	57.8	55
RIC-23	II	50	42.2	46.0	47.5	55
RIC-24	II	50	39.5	65.5	65.5	55
RIC-25	II	50	44.9	63.0	63.1	55
RIC-26	III	55	50.9	53.3	55.3	60
RIC-27	II	50	44.5	46.1	48.4	55
RIC-28	II	50	55.7	43.0	55.9	55
RIC-29	II	50	58.2	44.0	58.4	55
RIC-30	II	50	41.4	47.3	48.3	55

6.2.6 Criterio differenziale

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

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

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

 <small>T E R N A G R O U P</small>	RAZIONALIZZAZIONE RETE 220 KV DELLA VAL FORMAZZA INTEGRAZIONE ALLO SIA <i>Approfondimenti sulla valutazione dell'impatto acustico dalle attività di cantiere ((risposta ai punti B3; B5; I.2; I.3))</i>	
Codifica Elaborato Terna: RGAR10019BSA3723	Rev. 00	Codifica Elaborato Proger: Rev. 00

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

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

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

Fermo restando quanto sopra esposto, per la valutazione del criterio differenziale si deve tener conto che la misura dovrebbe essere effettuata all'interno dell'ambiente abitativo, e quindi i livelli di rumore previsti in facciata dal modello, devono essere decrementati di circa 2-3 dBA.

Come evidenziato sopra, il Criterio Differenziale non si applica per livelli di Rumore Ambientale diurni inferiori a 50 dBA e per livelli di Rumore Ambientale notturni inferiori a 40 dBA.

Di seguito si riportano le tabelle relative alla valutazione del criterio differenziale delle due fasi di cantiere considerando le mitigazioni proposte:

Tabella 6-1 - Valutazione del criterio differenziale - Fase Dismissione con Mitigazioni

ID	Livello di residuo misurato Leq dBA	Livello di Immissione calcolato Leq dBA	Differenza dBA	Limite dBA
RIC-01	52.8	54.1	1.3	5
RIC-02	50.2	68.9	18.7	5
RIC-03	36.7	49.2	12.5	5
RIC-04	58.9	59.4	0.5	5
RIC-05	55.2	58.4	3.2	5
RIC-06	64.1	66.8	2.7	5
RIC-07	48.3	69.9	21.6	5
RIC-08	65.5	65.9	0.4	5
RIC-09	62.2	70.2	8.0	5
RIC-10	48.4	57.6	9.2	5
RIC-11	56.5	62.8	6.3	5
RIC-12	62.3	64.3	2.0	5
RIC-13	48.4	56.5	8.1	5
RIC-14	58.9	61.8	2.9	5
RIC-15	70.3	71.8	1.5	5
RIC-16	59.9	62.2	2.3	5
RIC-17	61.6	66.7	5.1	5
RIC-18	57.0	60.3	3.3	5
RIC-19	60.7	64.8	4.1	5
RIC-20	51.9	69.8	17.9	5
RIC-21	52.7	65.5	12.8	5
RIC-22	57.7	72.7	15.0	5
RIC-23	46.0	60.8	14.8	5
RIC-24	65.5	67.1	1.6	5
RIC-25	63.0	66.4	3.4	5
RIC-26	53.3	64.0	10.7	5

ID	Livello di residuo misurato Leq dBA	Livello di Immissione calcolato Leq dBA	Differenza dBA	Limite dBA
RIC-27	46.1	63.4	17.3	5
RIC-28	43.0	60.1	17.1	5
RIC-29	44.0	63.8	19.8	5
RIC-30	47.3	61.2	13.9	5

Tabella 6-2 - Valutazione del criterio differenziale - Fase Realizzazione con Mitigazioni

ID	Livello di residuo misurato Leq dBA	Livello di Immissione calcolato Leq dBA	Differenza dBA	Limite dBA
RIC-01	52.8	54.1	0.8	5
RIC-02	50.2	68.9	1.8	5
RIC-03	36.7	49.2	18.6	5
RIC-04	58.9	59.4	0.5	5
RIC-05	55.2	58.4	0.9	5
RIC-06	64.1	66.8	0.0	5
RIC-07	48.3	69.9	1.2	5
RIC-08	65.5	65.9	0.4	5
RIC-09	62.2	70.2	0.7	5
RIC-10	48.4	57.6	16.1	5
RIC-11	56.5	62.8	0.5	5
RIC-12	62.3	64.3	0.0	5
RIC-13	48.4	56.5	0.5	5
RIC-14	58.9	61.8	0.0	5
RIC-15	70.3	71.8	0.0	5
RIC-16	59.9	62.2	0.0	5
RIC-17	61.6	66.7	0.0	5
RIC-18	57.0	60.3	0.1	5
RIC-19	60.7	64.8	0.2	5
RIC-20	51.9	69.8	1.4	5
RIC-21	52.7	65.5	0.9	5
RIC-22	57.7	72.7	0.1	5
RIC-23	46.0	60.8	1.5	5
RIC-24	65.5	67.1	0.0	5
RIC-25	63.0	66.4	0.1	5
RIC-26	53.3	64.0	2.0	5
RIC-27	46.1	63.4	2.3	5
RIC-28	43.0	60.1	12.9	5
RIC-29	44.0	63.8	14.4	5
RIC-30	47.3	61.2	1.0	5

 <small>T E R N A G R O U P</small>	RAZIONALIZZAZIONE RETE 220 KV DELLA VAL FORMAZZA INTEGRAZIONE ALLO SIA <i>Approfondimenti sulla valutazione dell'impatto acustico dalle attività di cantiere ((risposta ai punti B3; B5; I.2; I.3))</i>	
Codifica Elaborato Terna: RGAR10019BSA3723	Rev. 00	Codifica Elaborato Proger: Rev. 00

7. CONCLUSIONI

Dai risultati delle misurazioni e dalla modellazione acustica emerge chiaramente la distribuzione dei livelli sonori nell'area di interesse. Nella fase precedente alle operazioni, il contesto acustico dell'area studiata è influenzato dalle infrastrutture già presenti sul territorio.

L'analisi comparativa dei valori di cantiere presso i ricettori presi in considerazione ha rivelato alcune criticità, attribuibili principalmente alla stretta vicinanza tra il tracciato dell'elettrodotto e le strutture edilizie. Poiché le attività di cantiere sono di natura temporanea e coinvolgeranno i ricettori solo per un periodo limitato, sarà necessario procedere con una richiesta di deroga presso i comuni coinvolti.

Va sottolineato che l'analisi condotta si è concentrata su 30 ricettori, esaminando situazioni che possono essere replicabili ed estendibili anche a ricettori non inclusi direttamente nella valutazione dettagliata. Tra le possibili azioni mitigative, si può considerare l'installazione di barriere mobili, come dettagliato nel paragrafo 6.3.3.

È importante evidenziare che, data la natura dinamica e stocastica delle sorgenti di cantiere, sono state adottate diverse ipotesi precauzionali che tendono a sovrastimare l'impatto effettivo, soprattutto considerando la concentrazione ed operosità simultanea di diversi macchinari in prossimità del ricettore per l'intera giornata lavorativa.

Pertanto, è ragionevole supporre che i livelli di emissione effettivi siano inferiori alle simulazioni, le quali rappresentano scenari considerati come i peggiori.

Si riportano in Appendice:

- Appendice A - Normativa di riferimento
- Appendice B - Le misure fonometriche
- Appendice 01 – Misure fonometriche
- Appendice 02 – Contenuti tecnici
- Appendice 03 – Certificati di taratura degli strumenti
- Appendice 04 – Certificato di iscrizione ENTECA del tecnico incaricato

In allegato alla presente analisi si riportano inoltre le seguenti cartografie:

- Allegato 01 - Mappe del rumore emesso - Fase Dismissione
- Allegato 02 - Mappe del rumore emesso - Fase Dismissione con mitigazioni
- Allegato 03 - Mappe del rumore emesso - Fase Realizzazione
- Allegato 04 - Mappe del rumore emesso - Fase Realizzazione con mitigazioni

 <small>T E R N A G R O U P</small>	RAZIONALIZZAZIONE RETE 220 KV DELLA VAL FORMAZZA INTEGRAZIONE ALLO SIA <i>Approfondimenti sulla valutazione dell'impatto acustico dalle attività di cantiere ((risposta ai punti B3; B5; I.2; I.3))</i>	
Codifica Elaborato Terna: RGAR10019BSA3723	Rev. 00	Codifica Elaborato Proger: Rev. 00

APPENDICE A - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa sulle problematiche di inquinamento acustico è in rapida evoluzione e attualmente possiamo considerare queste le leggi di riferimento.

Legge quadro

- Legge quadro sull'inquinamento acustico n. 447 del 26/10/95

Limiti massimi di esposizione al rumore

- ✓ D.P.C.M. 1/3/91 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"

Valori limite delle sorgenti sonore

- D.P.C.M. 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"

Impianti a ciclo continuo

- D.P.C.M. 11/12/96 "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo continuo"

Luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo

- D.P.C.M. 18/9/97 "Determinazione dei requisiti delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante"
- D.P.C.M. 19/12/97 "Proroga dei termini per l'acquisizione delle apparecchiature di controllo e registrazione nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 18 settembre 1997"
- D.P.C.M. 16/4/99 n. 215 "Regolamento recante norme per la determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo e nei pubblici esercizi"

Rumore da traffico ferroviario

- a) D.P.C.M. 18/11/98 n. 459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n.447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario"

Rumore da traffico stradale


- D.P.R. 30/03/04 n.142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447"

Requisiti acustici passivi degli edifici

- D.P.C.M. 5/12/97 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"

Risanamento Acustico

- D.M. 29/11/2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore"



 <p>Terna Rete Italia T E R N A G R O U P</p>	<p>RAZIONALIZZAZIONE RETE 220 KV DELLA VAL FORMAZZA INTEGRAZIONE ALLO SIA <i>Approfondimenti sulla valutazione dell'impatto acustico dalle attività di cantiere ((risposta ai punti B3; B5; I.2; I.3))</i></p>	
<p>Codifica Elaborato Terna: RGAR10019BSA3723</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	<p>Codifica Elaborato Proger:</p> <p style="text-align: right;">Rev. 00</p>	

Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico

- D.M. 16/3/98 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico"

Altre norme

- Codice Civile (art. 844) sull'esercizio di attività rumorose eccedenti il limite della normale tollerabilità
- Codice Penale (art. 659) sul disturbo delle occupazioni e del riposo
- Testo unico delle leggi di pubblica sicurezza (R.D. 18.6.31 n. 773 - art. 66)
- Testo unico delle leggi sanitarie (R.D. 27.7.34 - art. 216)
- Sent. 517 della Corte Costituzionale del dicembre 1991 sulla competenza delle Regioni in materia di "zonizzazione acustica del territorio"
- Sent. n.151/86, 153/86, 210/87 della Corte Costituzionale sulla salvaguardia dell'ambiente

	RAZIONALIZZAZIONE RETE 220 KV DELLA VAL FORMAZZA INTEGRAZIONE ALLO SIA <i>Approfondimenti sulla valutazione dell'impatto acustico dalle attività di cantiere ((risposta ai punti B3; B5; I.2; I.3))</i>	
Codifica Elaborato Terna: RGAR10019BSA3723	Rev. 00	Codifica Elaborato Proger: Rev. 00

APPENDICE B - LE MISURE FONOMETRICHE

Le catene fonometriche

Per effettuare i rilievi fonometrici è stato utilizzato uno strumento prodotto dalla Svantek modello Svan 948, strumento in classe 1 secondo le specifiche della EN60651/94 e EN60804/94 richiesti nel D.M. 16/3/98, Il calibratore usato è in classe 1 secondo la CEI 29-4 (IEC942/98).



L'analizzatore in frequenza 01dB Duo

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

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

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

Strumento	Modello	Costruttore	Matricola	Data Certificato	N. Certificato	Laboratorio
Analizzatore	SVAN 948	SVANTEK	8871	2023-01-03	50208-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				2023-01-03	50209-A	LAT-068
Calibratore	4231	Brüel & Kjær	2518174	2023-08-31	51419-A	LAT-068

Estremi dei certificati di taratura delle catene fonometriche

Calibrazioni

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

Catena di misura	Calibrazione iniziale	Calibrazione finale	Differenza	Limite
SVAN 948 Duo (matr. 8871)	94.0 dB	94.0 dB	+/-0.0 dB	+/-0.5 dB

Differenza tra le calibrazioni iniziali e finali

APPENDICE 1

	<i>Customer/Committente</i> <p style="text-align: center;">Terna Rete Italia</p>	
	<i>General Project/Progetto Generale</i> <p style="text-align: center;">Monitoraggio acustico</p>	
<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)
<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco		<i>Sheet/Pagina:</i> 1

Monitoraggio acustico

Val Formazza (VB)



	<i>Customer/Committente</i> Terna Rete Italia		
	<i>General Project/Progetto Generale</i> Monitoraggio acustico		
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco		<i>Sheet/Pagina:</i> 2

MIS-01

Valori acustici principali

Leq(A): 52.8

Lmin(A): 36.0 dBA *Lmax(A):* 71.9 dBA

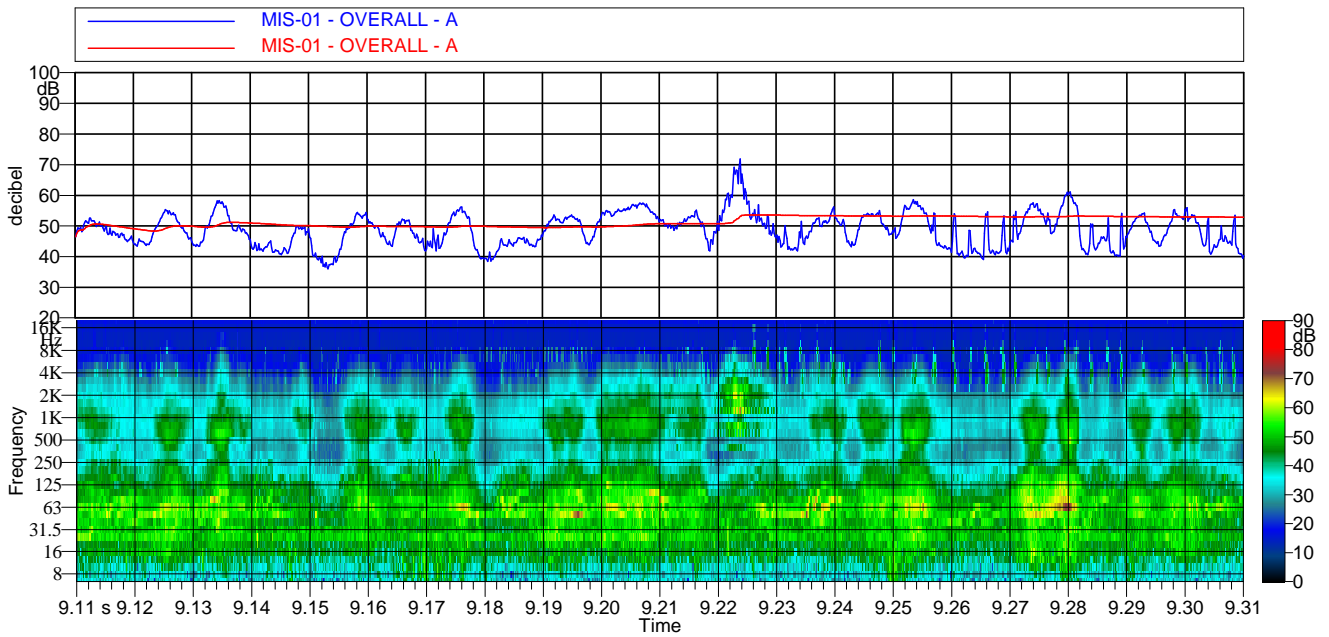
L01: 61.1 dBA *L10:* 55.4 dBA

L50: 49.0 dBA *L66:* 45.9 dBA

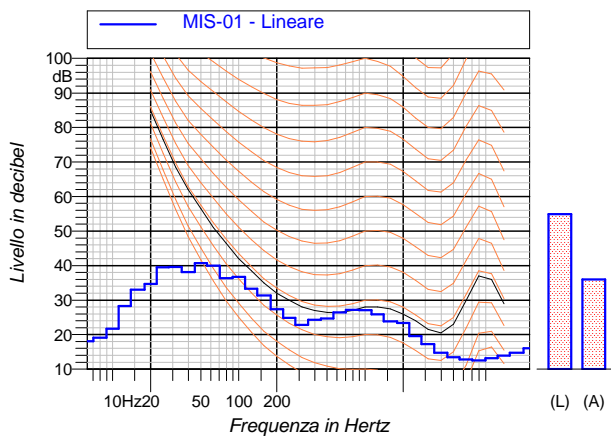
L90: 41.8 dBA *L95:* 40.6 dBA



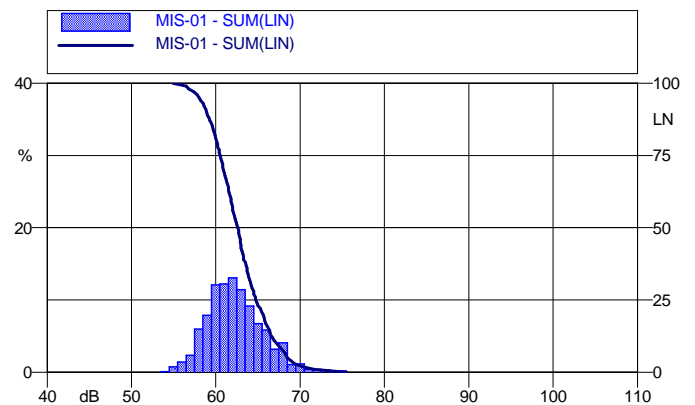
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> Terna Rete Italia		
	<i>General Project/Progetto Generale</i> Monitoraggio acustico		
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco		<i>Sheet/Pagina:</i> 3

MIS-02

Valori acustici principali

Leq(A): 50.2

Lmin(A): 34.4 dBA *Lmax(A):* 66.0 dBA

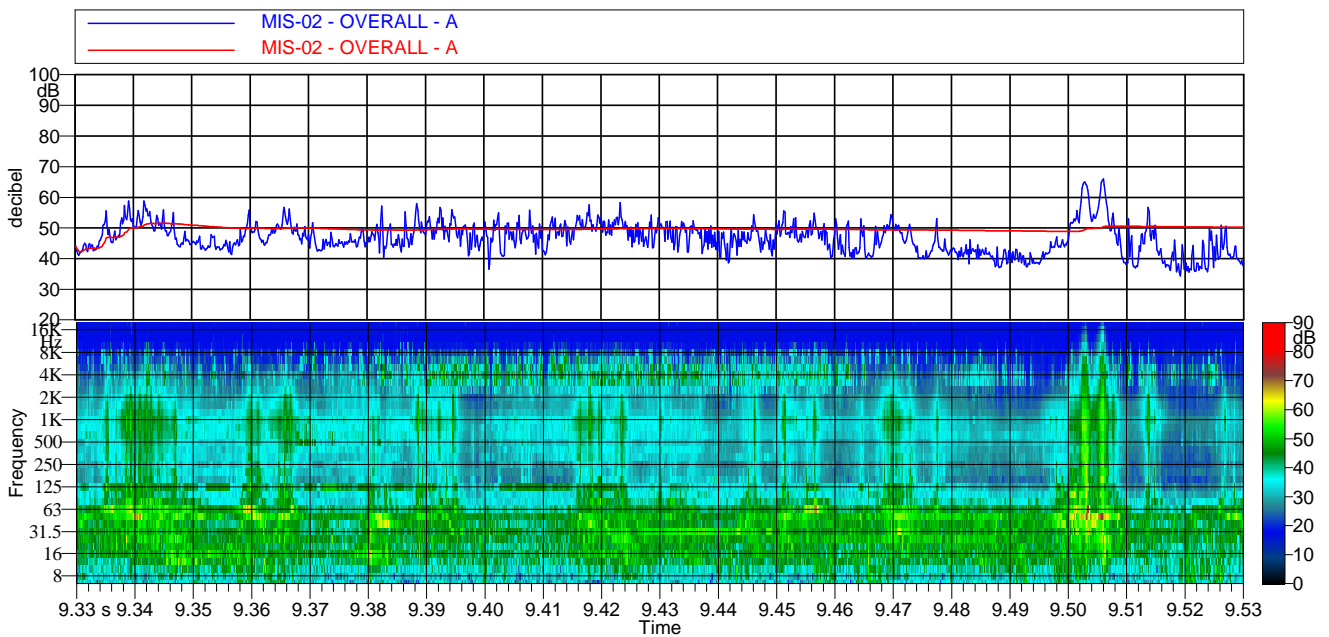
L01: 60.8 dBA *L10:* 52.6 dBA

L50: 46.4 dBA *L66:* 44.4 dBA

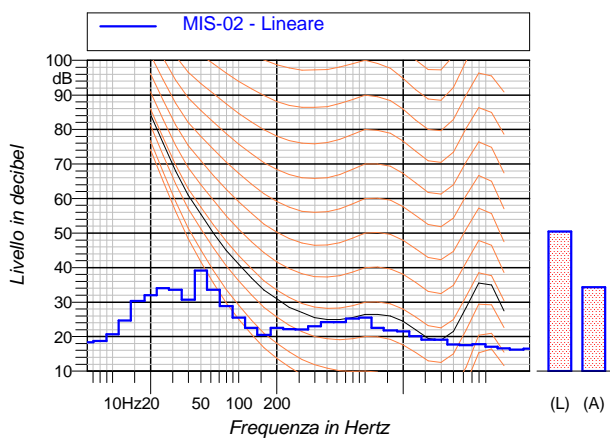
L90: 40.4 dBA *L95:* 38.5 dBA



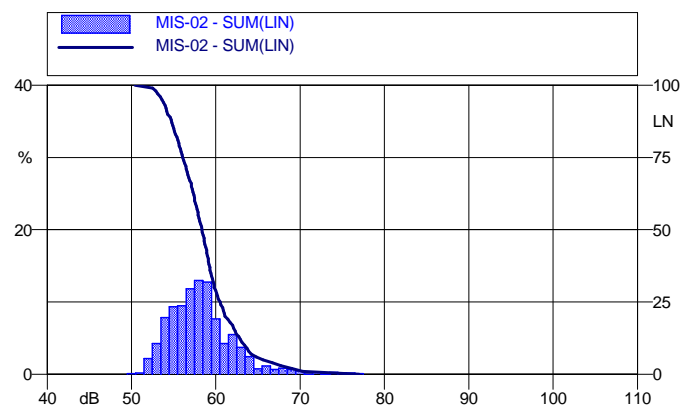
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> <p style="text-align: center;">Terna Rete Italia</p>			
	<i>General Project/Progetto Generale</i> <p style="text-align: center;">Monitoraggio acustico</p>			
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)	
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco			<i>Sheet/Pagina:</i> 4

MIS-03

Valori acustici principali

Leq(A): 36.7

Lmin(A): 27.5 dBA *Lmax(A):* 59.6 dBA

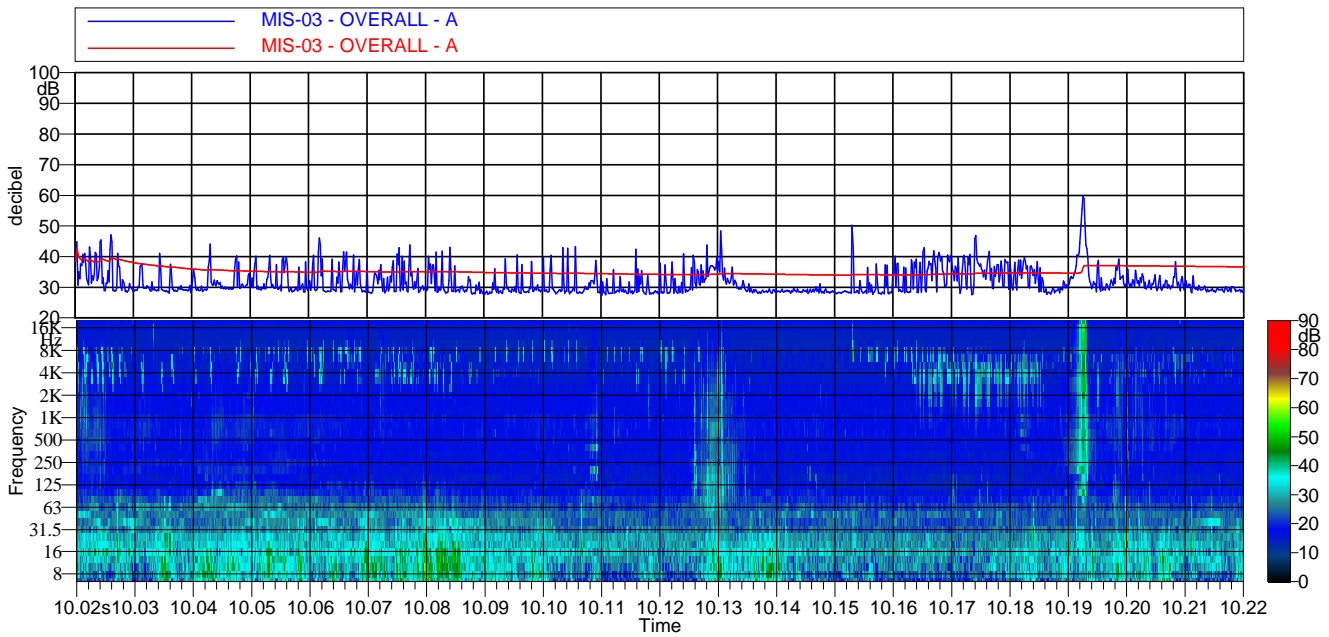
L01: 44.8 dBA *L10:* 38.2 dBA

L50: 29.7 dBA *L66:* 29.0 dBA

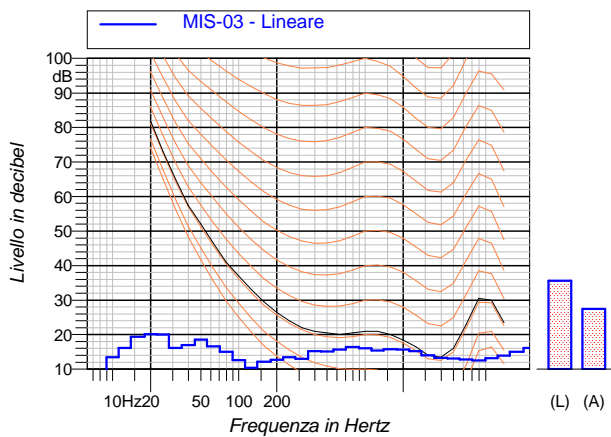
L90: 28.3 dBA *L95:* 28.1 dBA



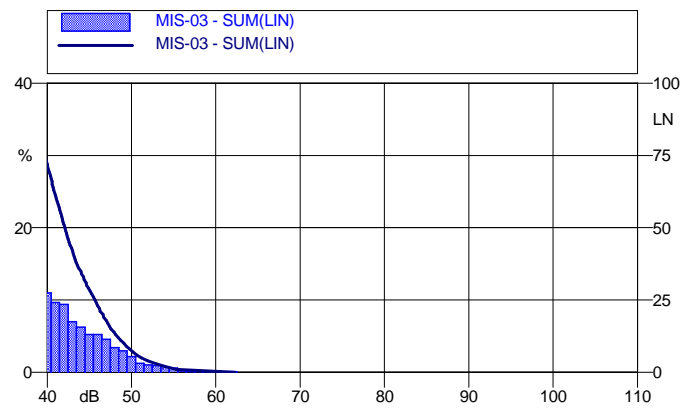
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> <p style="text-align: center;">Terna Rete Italia</p>			
	<i>General Project/Progetto Generale</i> <p style="text-align: center;">Monitoraggio acustico</p>			
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)	
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco			<i>Sheet/Pagina:</i> 5

MIS-04

Valori acustici principali

Leq(A): 58.9

Lmin(A): 45.1 dBA *Lmax(A):* 81.5 dBA

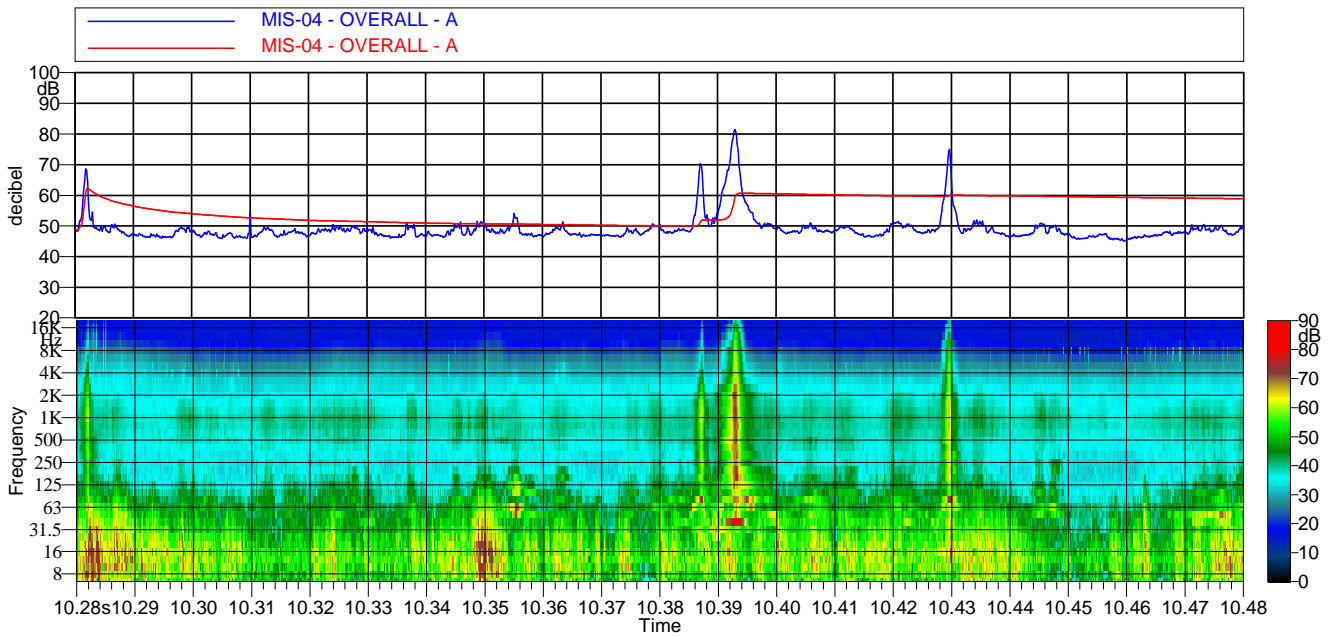
L01: 70.2 dBA *L10:* 50.8 dBA

L50: 48.0 dBA *L66:* 47.3 dBA

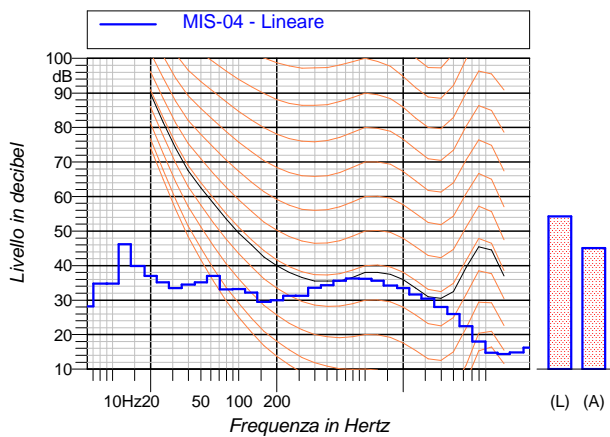
L90: 46.5 dBA *L95:* 46.2 dBA



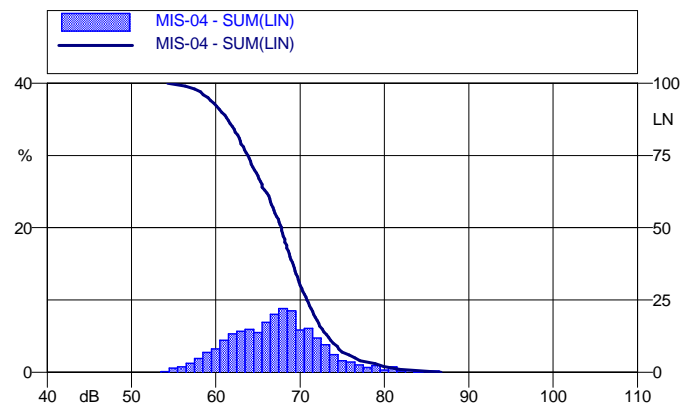
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulativa e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> Terna Rete Italia		
	<i>General Project/Progetto Generale</i> Monitoraggio acustico		
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco		<i>Sheet/Pagina:</i> 6

MIS-05

Valori acustici principali

Leq(A): 55.2

Lmin(A): 40.0 dBA *Lmax(A):* 72.8 dBA

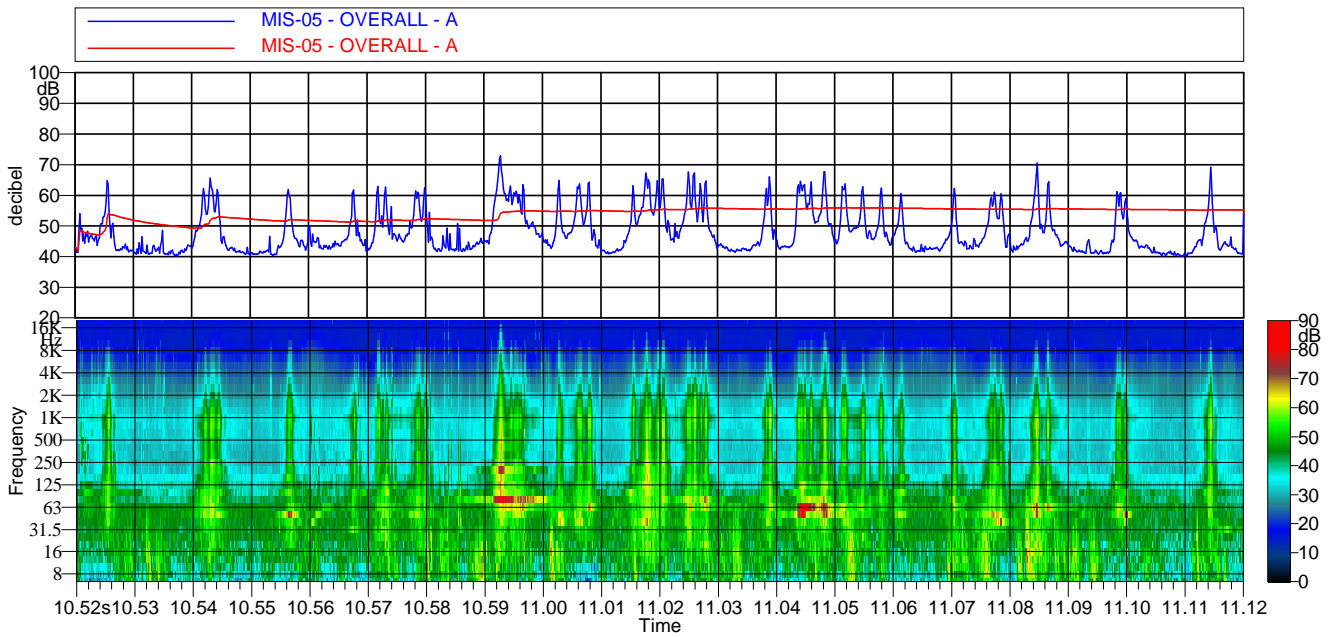
L01: 66.4 dBA *L10:* 59.6 dBA

L50: 45.3 dBA *L66:* 43.4 dBA

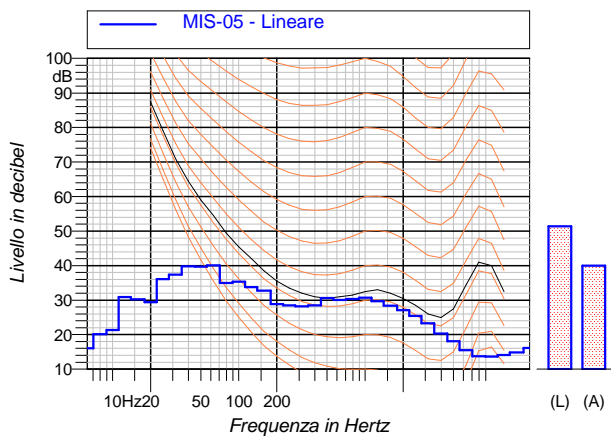
L90: 41.4 dBA *L95:* 41.0 dBA



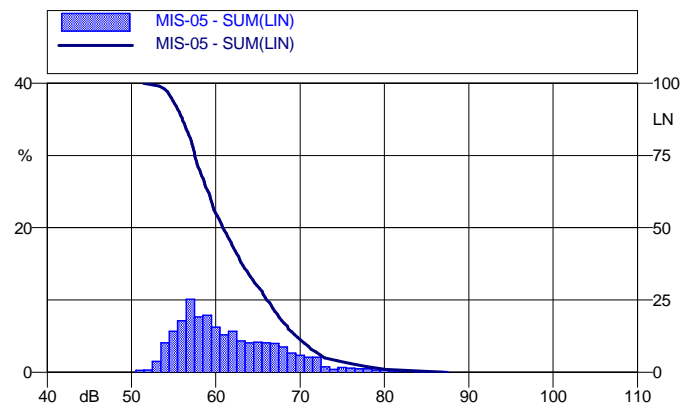
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulativa e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> Terna Rete Italia		 TERNA GROUP	
	<i>General Project/Progetto Generale</i> Monitoraggio acustico			
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)	
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco			<i>Sheet/Pagina:</i> 7

MIS-06

Valori acustici principali

Leq(A): 64.1

Lmin(A): 42.8 dBA *Lmax(A):* 86.0 dBA

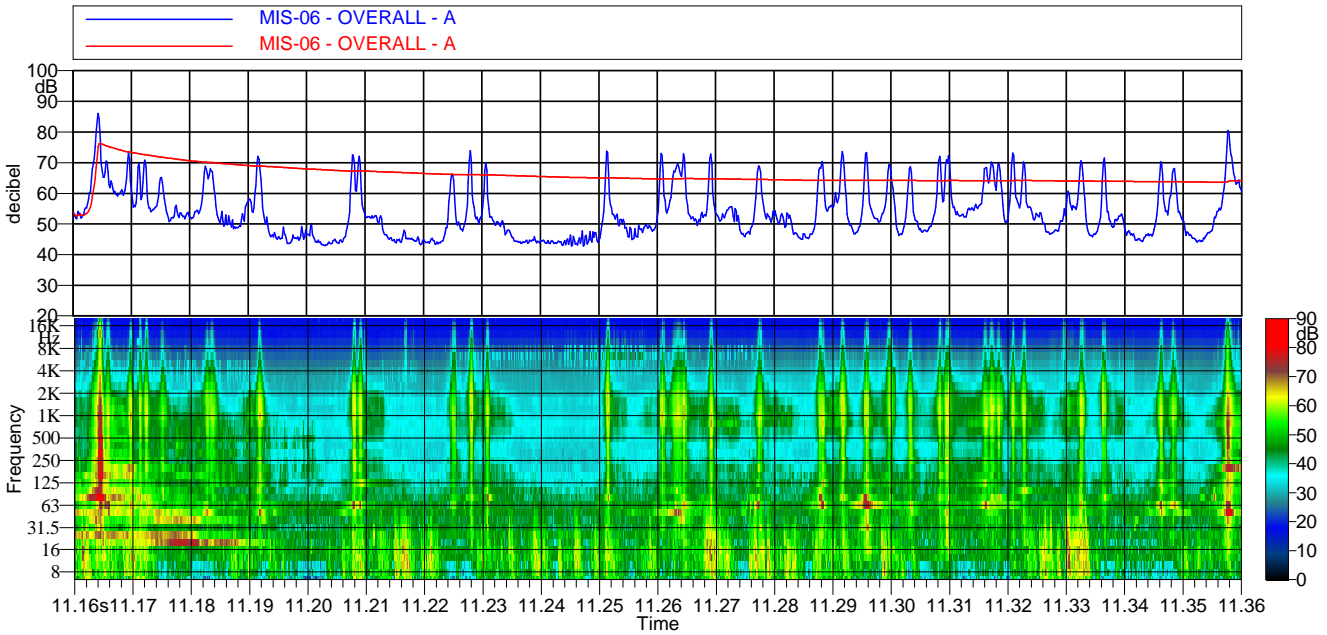
L01: 73.6 dBA *L10:* 67.1 dBA

L50: 52.0 dBA *L66:* 48.6 dBA

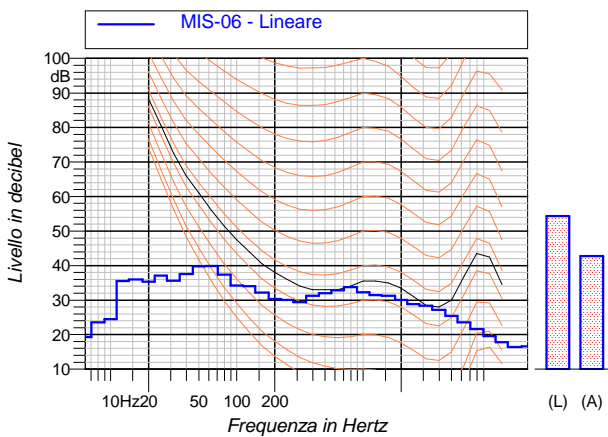
L90: 44.5 dBA *L95:* 44.0 dBA



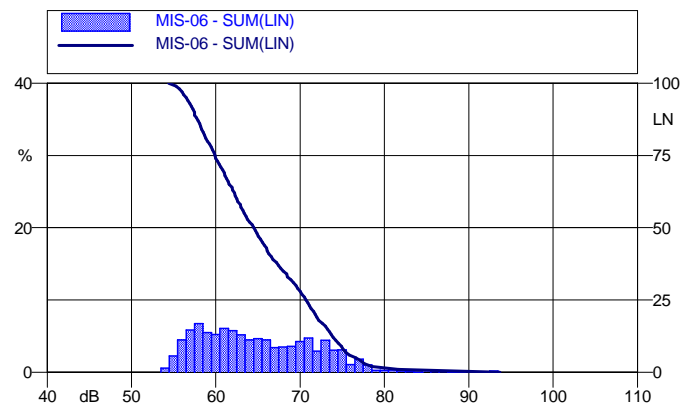
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> <p style="text-align: center;">Terna Rete Italia</p>		
	<i>General Project/Progetto Generale</i> <p style="text-align: center;">Monitoraggio acustico</p>		
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco		<i>Sheet/Pagina:</i> 8

MIS-07

Valori acustici principali

Leq(A): 48.3

Lmin(A): 37.3 dBA *Lmax(A):* 65.1 dBA

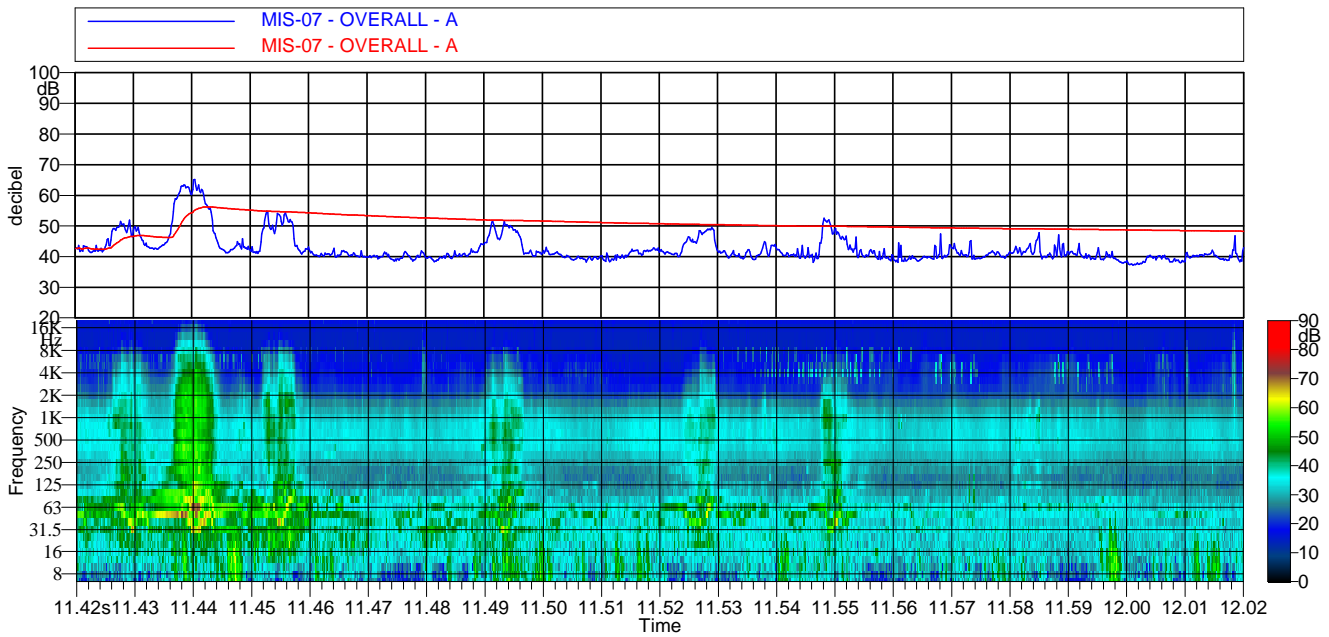
L01: 62.4 dBA *L10:* 48.8 dBA

L50: 41.0 dBA *L66:* 40.3 dBA

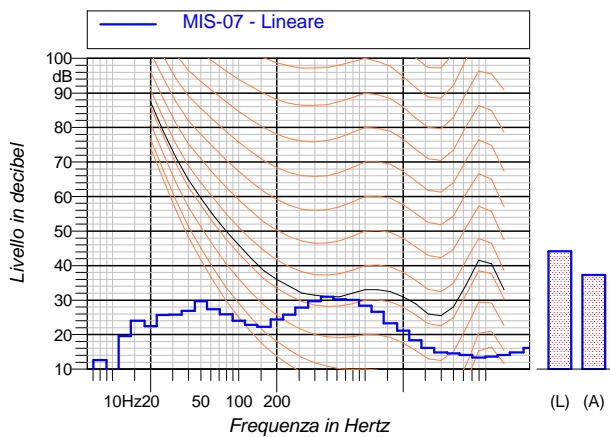
L90: 39.1 dBA *L95:* 38.7 dBA



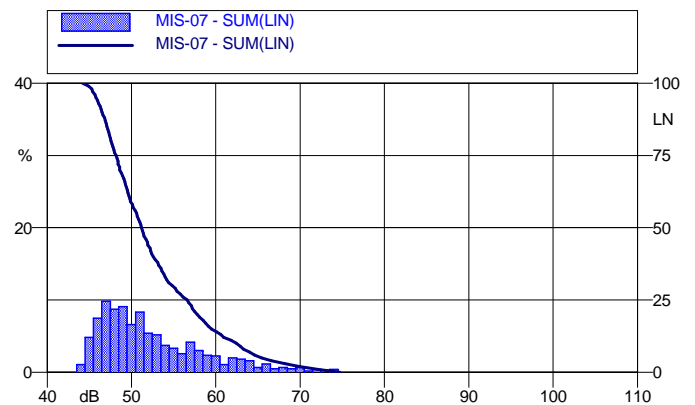
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> <p style="text-align: center;">Terna Rete Italia</p>			
	<i>General Project/Progetto Generale</i> <p style="text-align: center;">Monitoraggio acustico</p>			
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)	
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco			<i>Sheet/Pagina:</i> 9

MIS-08

Valori acustici principali

Leq(A): 65.5

Lmin(A): 38.0 dBA *Lmax(A):* 84.6 dBA

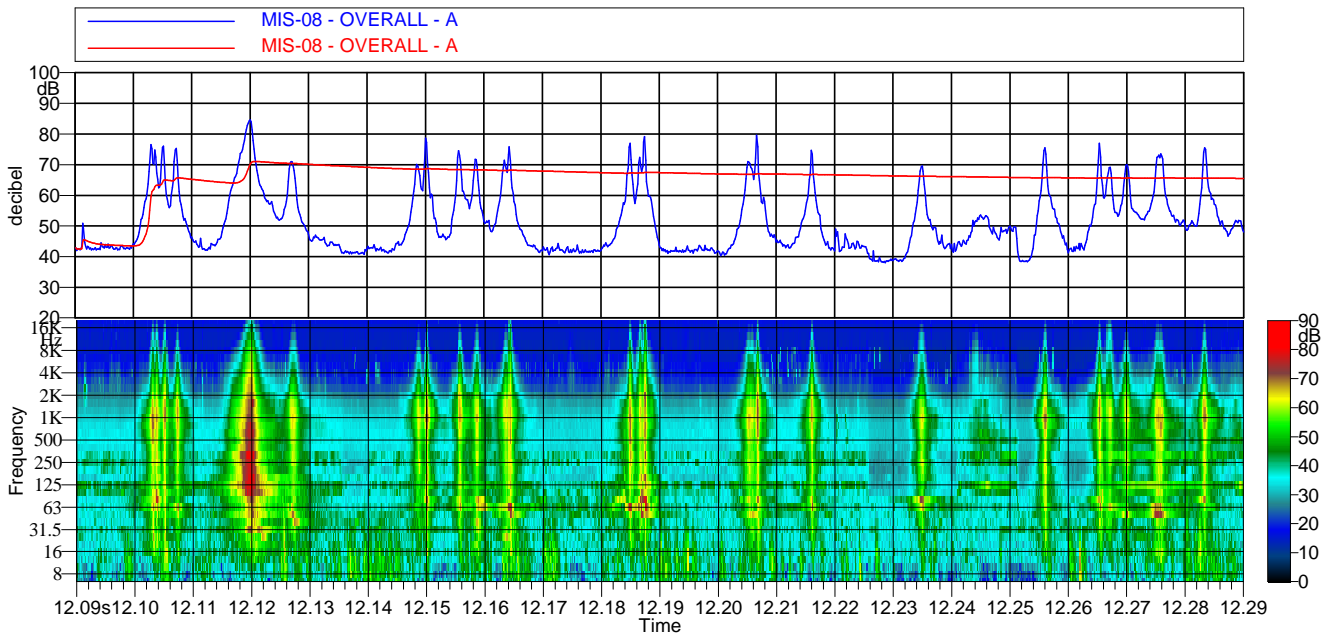
L01: 77.8 dBA *L10:* 67.6 dBA

L50: 47.8 dBA *L66:* 43.8 dBA

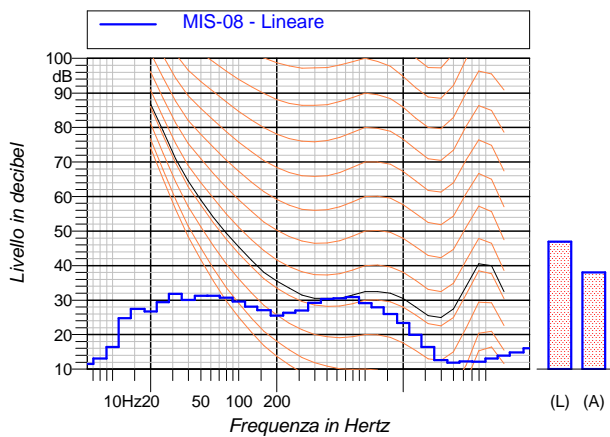
L90: 41.6 dBA *L95:* 41.0 dBA



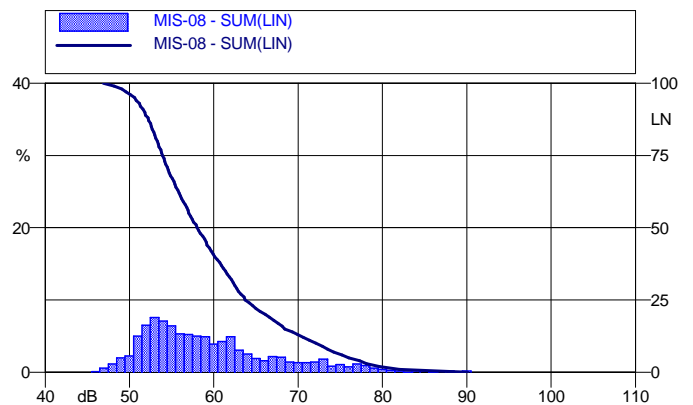
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> Terna Rete Italia		 TERNA GROUP	
	<i>General Project/Progetto Generale</i> Monitoraggio acustico			
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)	
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco			<i>Sheet/Pagina:</i> 10

MIS-09

Valori acustici principali

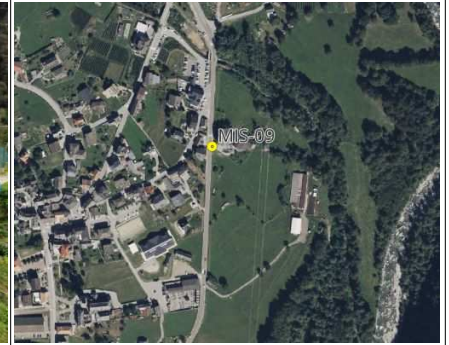
Leq(A): 62.2

Lmin(A): 42.8 dBA *Lmax(A):* 78.9 dBA

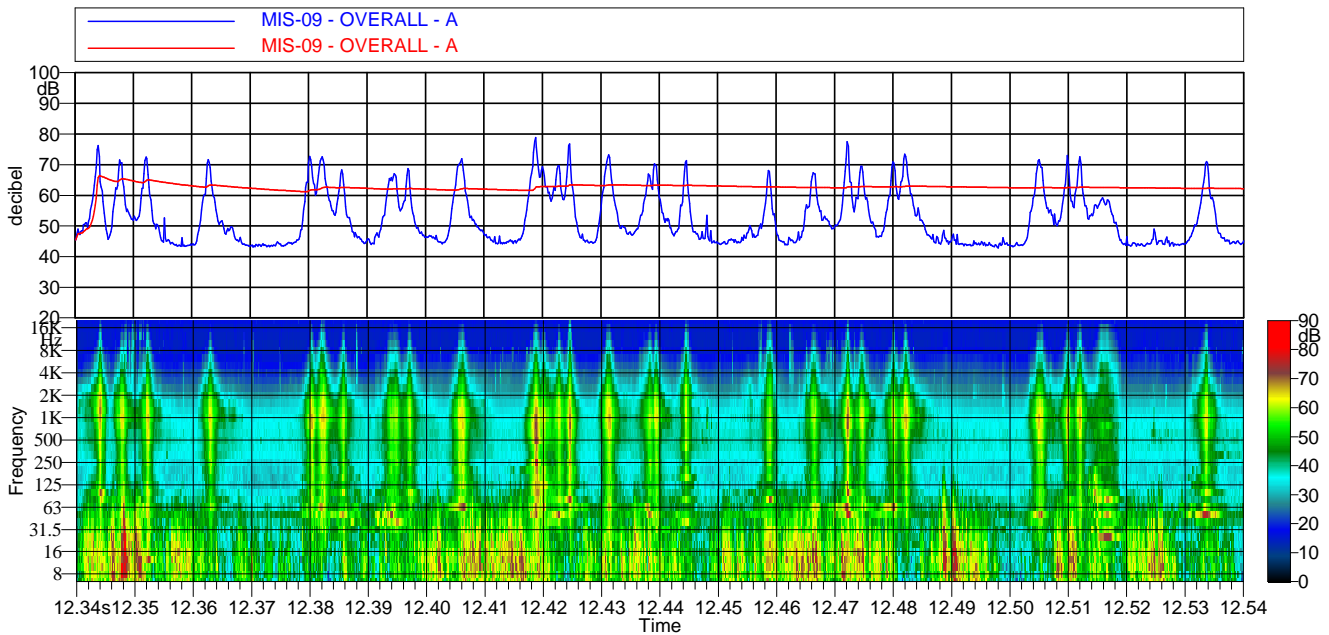
L01: 72.9 dBA *L10:* 66.3 dBA

L50: 49.2 dBA *L66:* 46.0 dBA

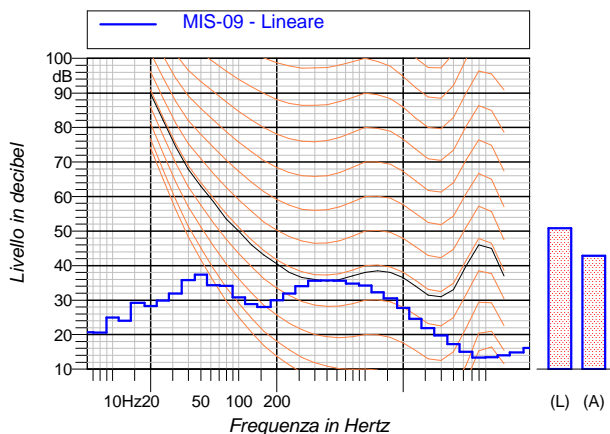
L90: 44.0 dBA *L95:* 43.6 dBA



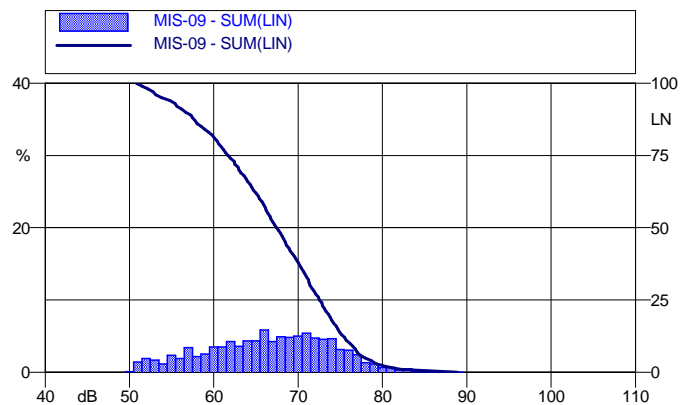
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulativa e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> Terna Rete Italia		
	<i>General Project/Progetto Generale</i> Monitoraggio acustico		
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco		<i>Sheet/Pagina:</i> 11

MIS-10

Valori acustici principali

Leq(A): 48.4

Lmin(A): 43.0 dBA *Lmax(A):* 70.3 dBA

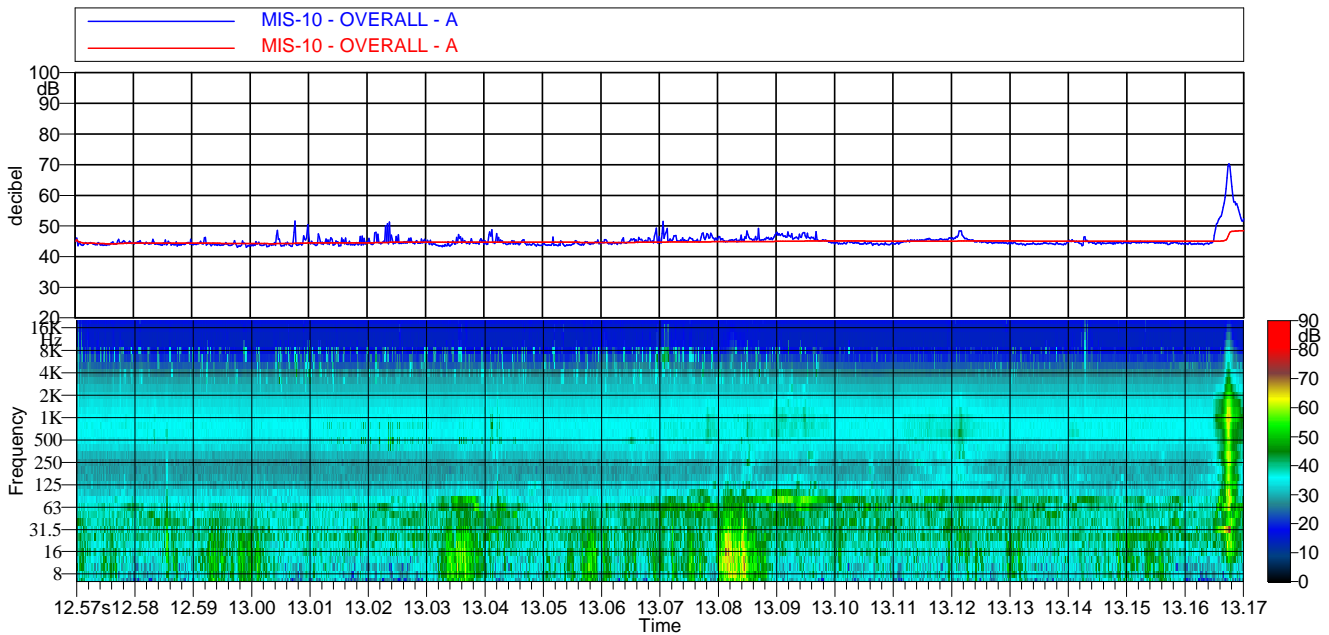
L01: 57.3 dBA *L10:* 46.3 dBA

L50: 44.5 dBA *L66:* 44.3 dBA

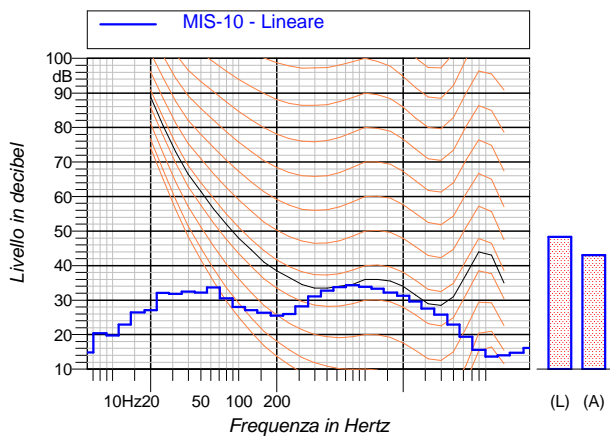
L90: 43.8 dBA *L95:* 43.7 dBA



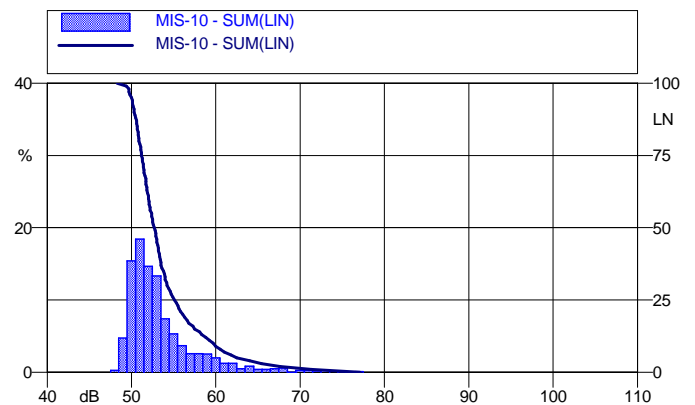
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> Terna Rete Italia		
	<i>General Project/Progetto Generale</i> Monitoraggio acustico		
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco		<i>Sheet/Pagina:</i> 12

MIS-11

Valori acustici principali

Leq(A): 56.5

Lmin(A): 44.4 dBA *Lmax(A):* 77.9 dBA

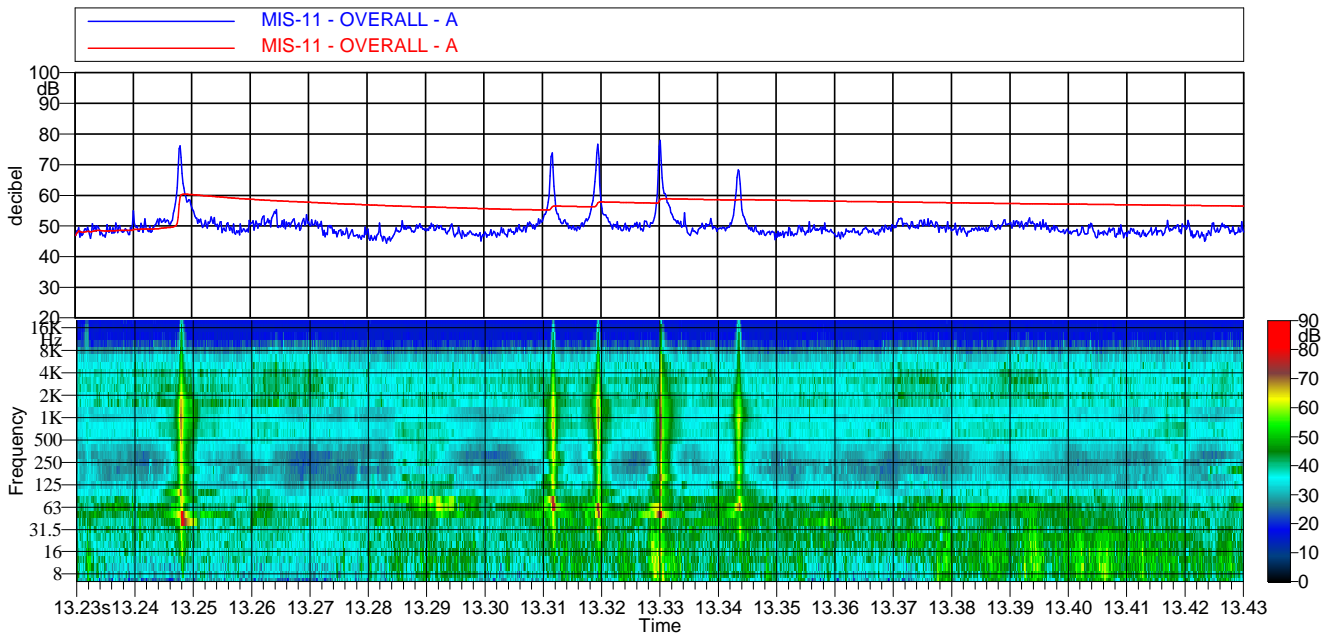
L01: 68.7 dBA *L10:* 52.3 dBA

L50: 49.1 dBA *L66:* 48.4 dBA

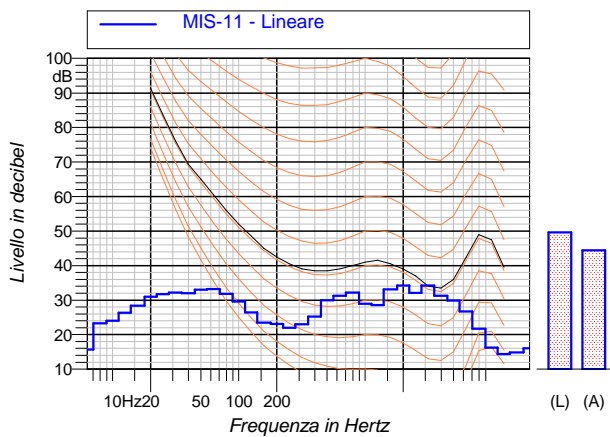
L90: 47.1 dBA *L95:* 46.7 dBA



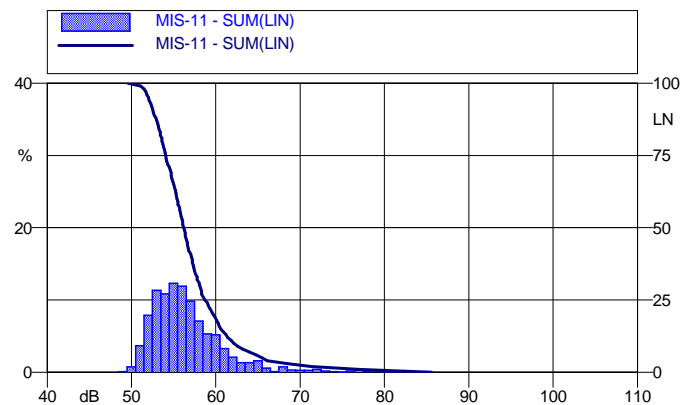
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> Terna Rete Italia		
	<i>General Project/Progetto Generale</i> Monitoraggio acustico		
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco		<i>Sheet/Pagina:</i> 13

MIS-12

Valori acustici principali

$Leq(A)$: 62.3

$L_{min}(A)$: 41.8 dBA $L_{max}(A)$: 84.9 dBA

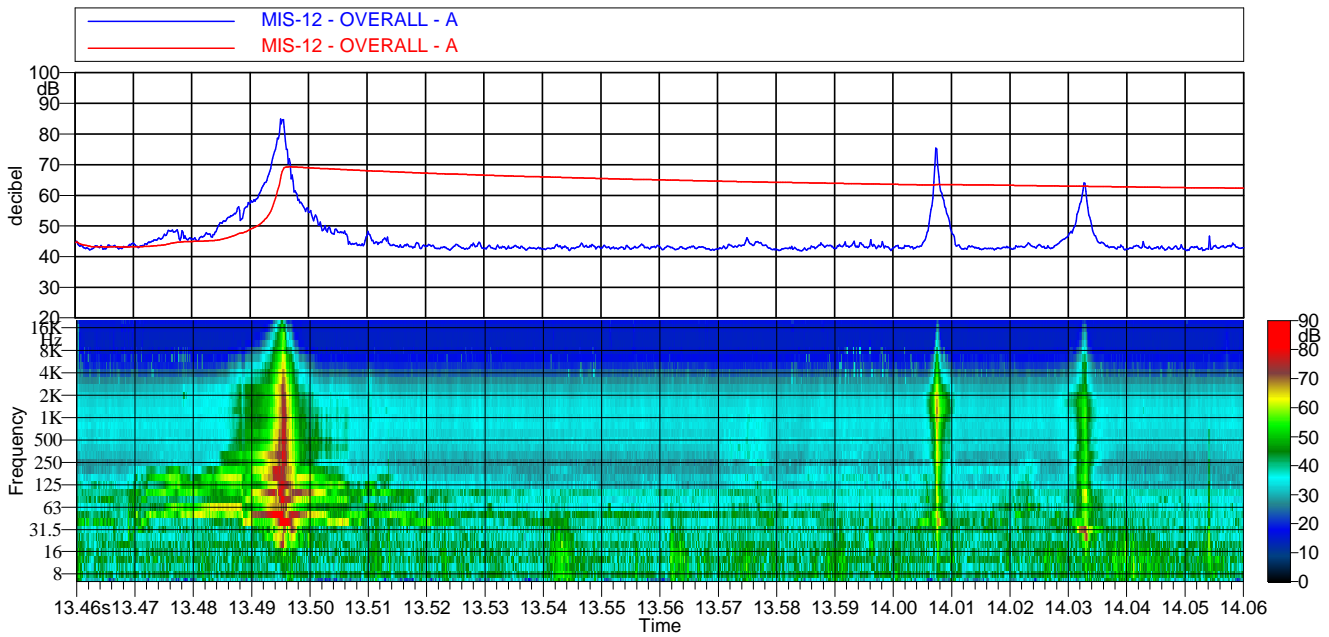
L_{01} : 75.0 dBA L_{10} : 52.6 dBA

L_{50} : 43.3 dBA L_{66} : 43.0 dBA

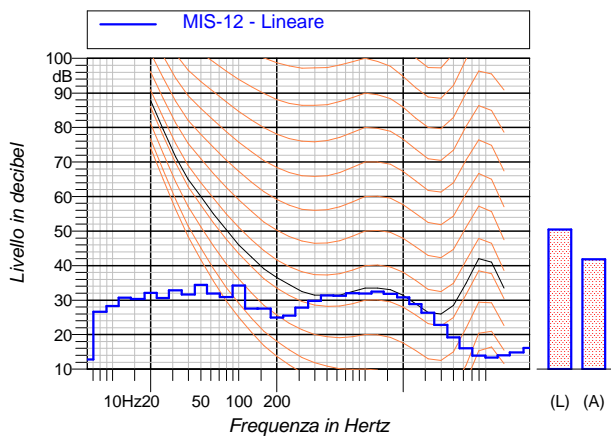
L_{90} : 42.5 dBA L_{95} : 42.4 dBA



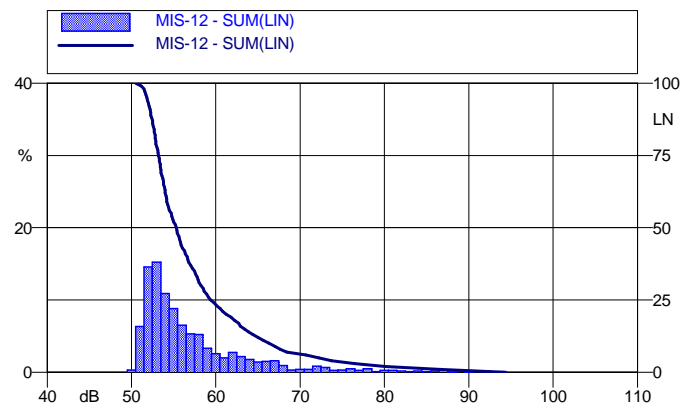
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> <p style="text-align: center;">Terna Rete Italia</p>			
	<i>General Project/Progetto Generale</i> <p style="text-align: center;">Monitoraggio acustico</p>			
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)	
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco			<i>Sheet/Pagina:</i> 14

MIS-13

Valori acustici principali

Leq(A): 48.4

Lmin(A): 40.7 dBA *Lmax(A):* 57.0 dBA

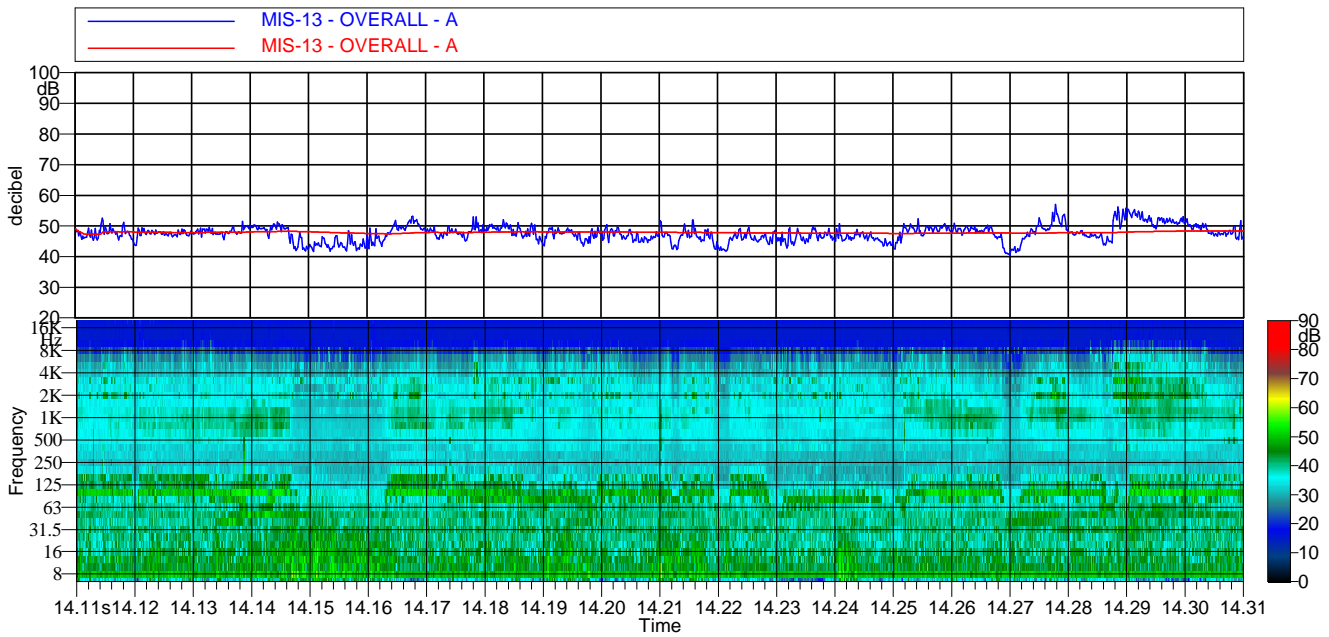
L01: 54.4 dBA *L10:* 50.7 dBA

L50: 47.7 dBA *L66:* 46.7 dBA

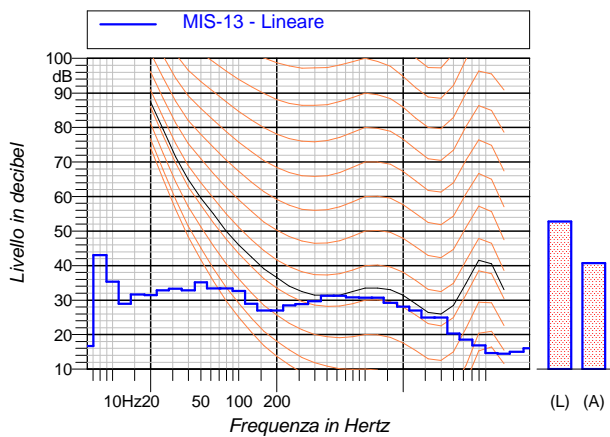
L90: 44.2 dBA *L95:* 43.0 dBA



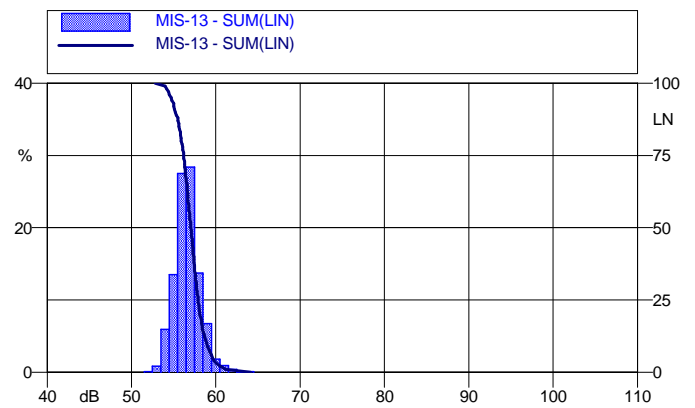
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> <p style="text-align: center;">Terna Rete Italia</p>			
	<i>General Project/Progetto Generale</i> <p style="text-align: center;">Monitoraggio acustico</p>			
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)	
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco			<i>Sheet/Pagina:</i> 15

MIS-14

Valori acustici principali

Leq(A): 58.9

Lmin(A): 40.9 dBA *Lmax(A):* 77.4 dBA

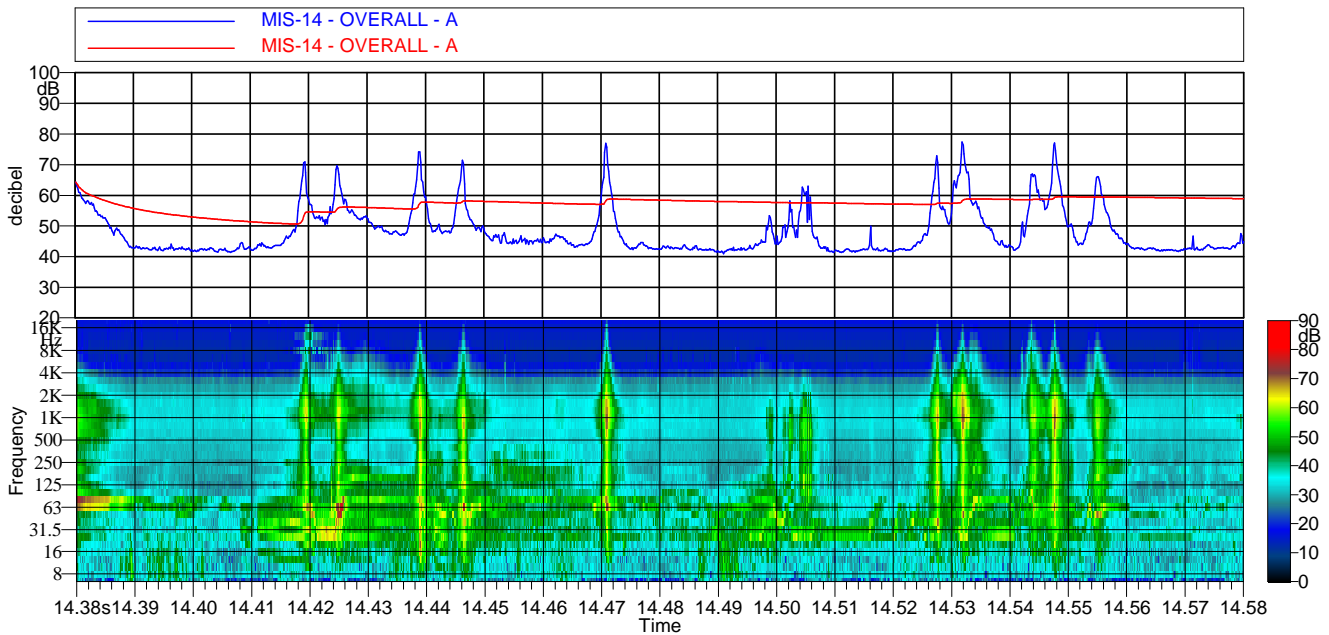
L01: 72.8 dBA *L10:* 59.0 dBA

L50: 44.8 dBA *L66:* 43.0 dBA

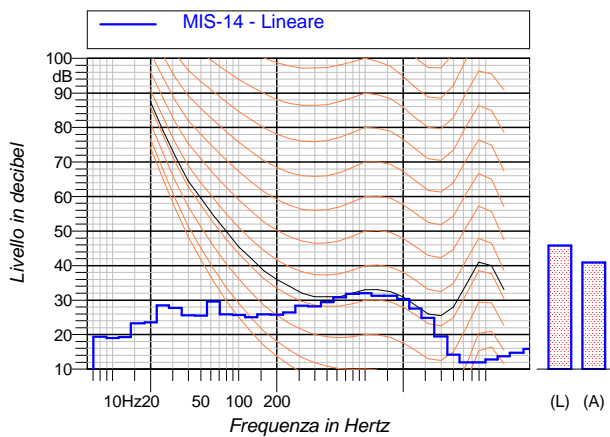
L90: 42.2 dBA *L95:* 41.9 dBA



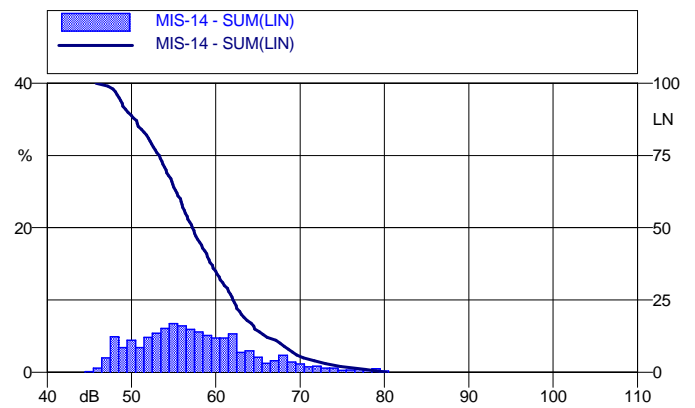
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulativa e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> Terna Rete Italia		
	<i>General Project/Progetto Generale</i> Monitoraggio acustico		
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco		<i>Sheet/Pagina:</i> 16

MIS-15

Valori acustici principali

$L_{eq}(A)$: 70.3

$L_{min}(A)$: 42.8 dBA $L_{max}(A)$: 98.2 dBA

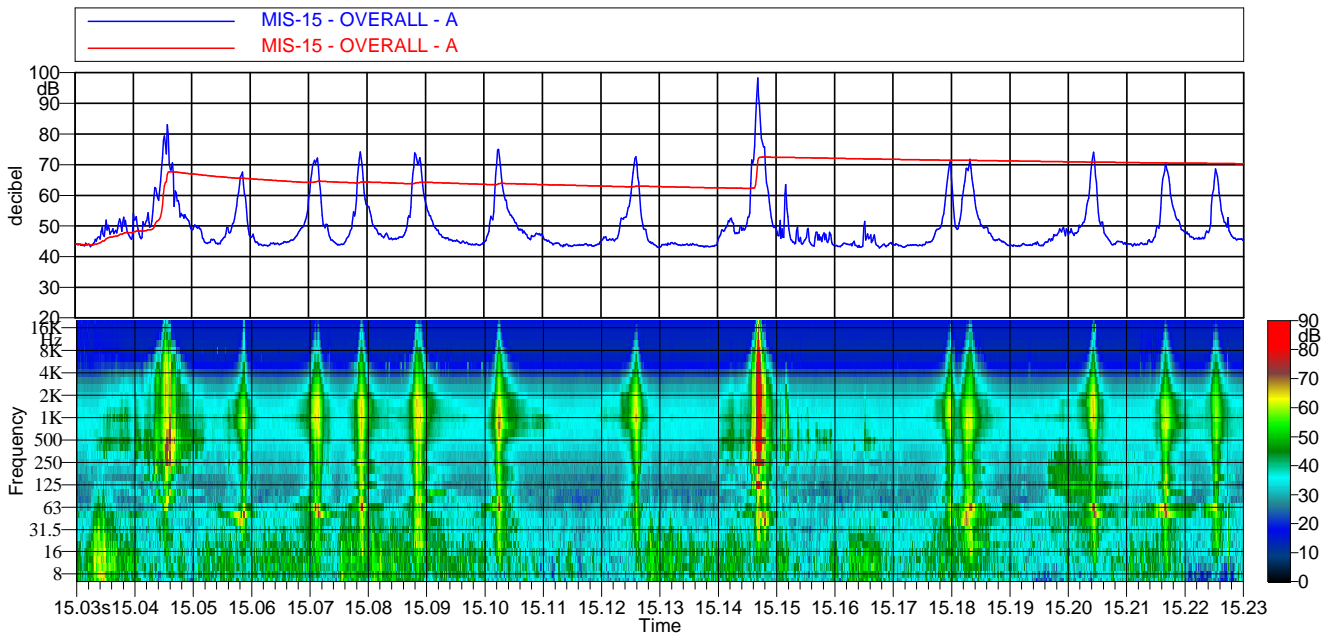
L_{01} : 76.8 dBA L_{10} : 62.5 dBA

L_{50} : 46.4 dBA L_{66} : 44.8 dBA

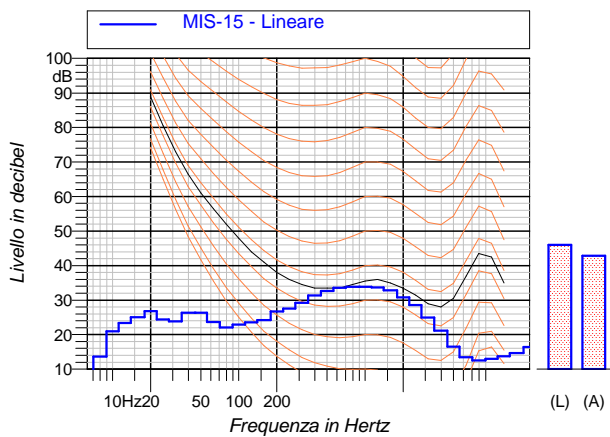
L_{90} : 43.7 dBA L_{95} : 43.5 dBA



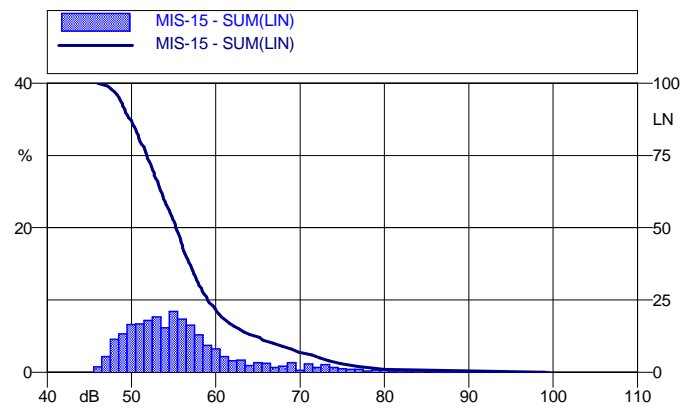
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> Terna Rete Italia		
	<i>General Project/Progetto Generale</i> Monitoraggio acustico		
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco		<i>Sheet/Pagina:</i> 17

MIS-16

Valori acustici principali

Leq(A): 59.9

Lmin(A): 41.1 dBA *Lmax(A):* 82.6 dBA

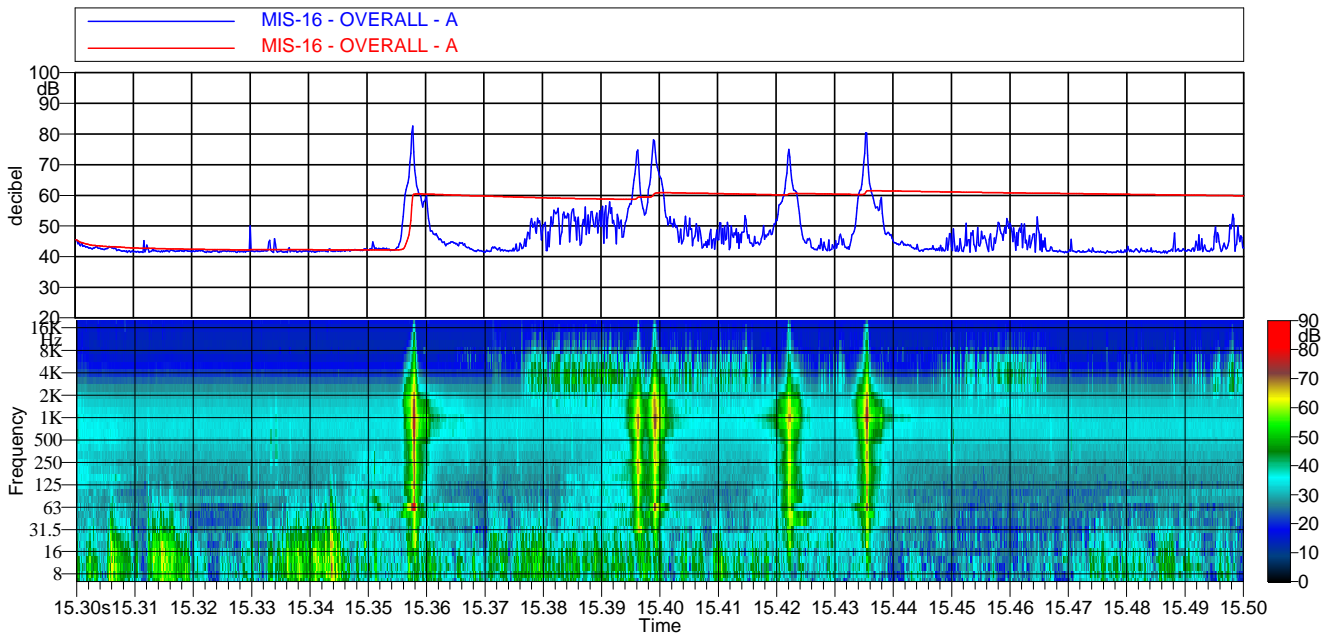
L01: 73.7 dBA *L10:* 54.7 dBA

L50: 42.9 dBA *L66:* 42.1 dBA

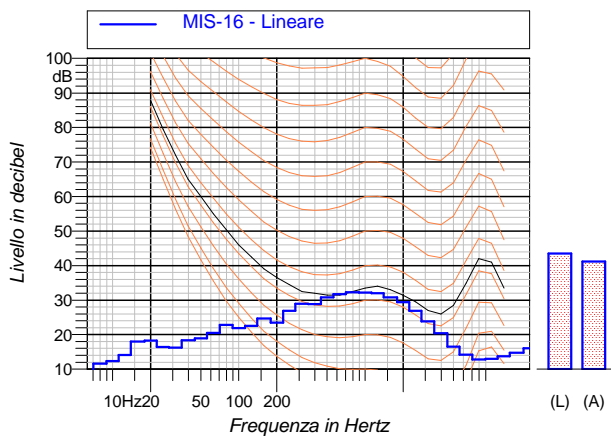
L90: 41.6 dBA *L95:* 41.5 dBA



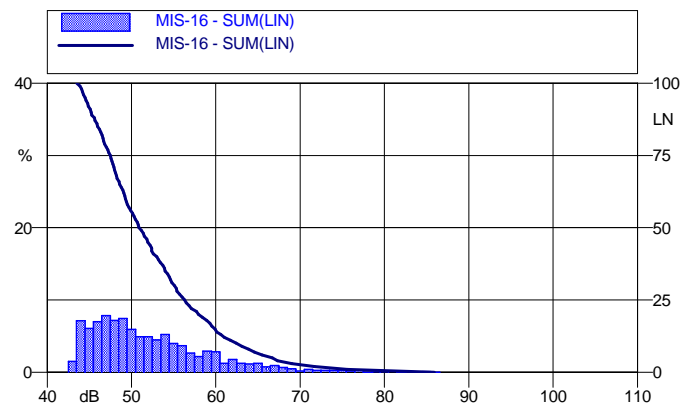
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> Terna Rete Italia		
	<i>General Project/Progetto Generale</i> Monitoraggio acustico		
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco		<i>Sheet/Pagina:</i> 18

MIS-17

Valori acustici principali

$Leq(A)$: 61.6

$Lmin(A)$: 46.2 dBA $Lmax(A)$: 84.3 dBA

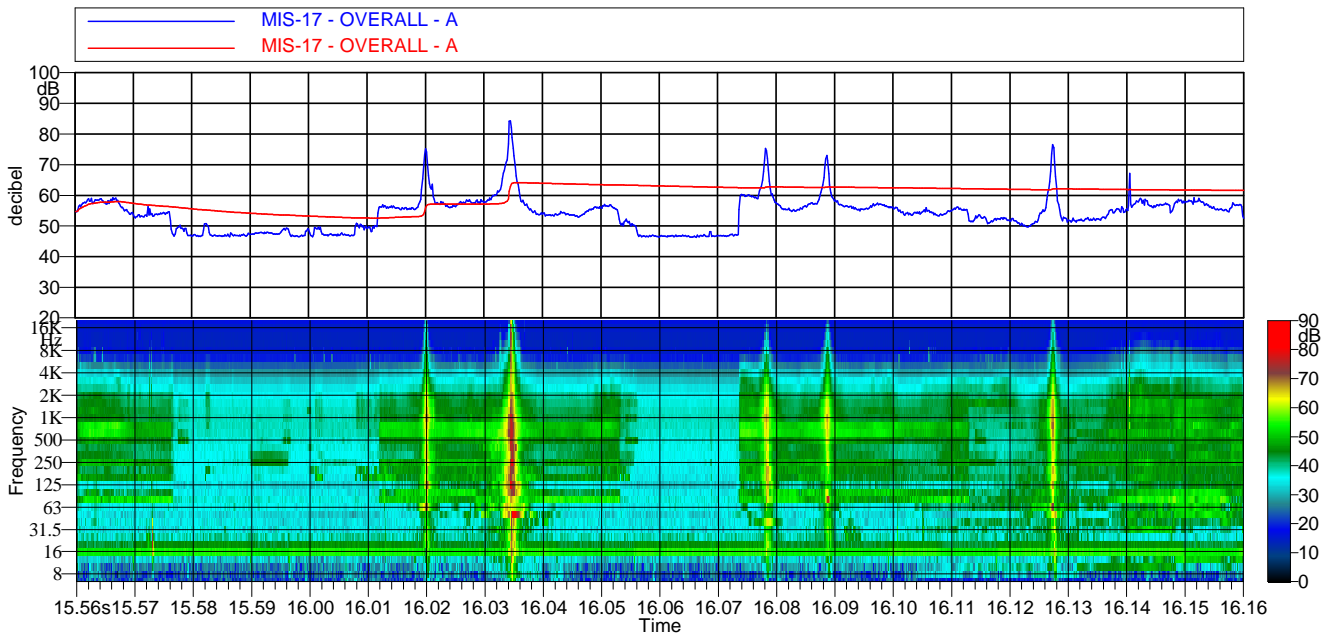
$L01$: 73.5 dBA $L10$: 58.6 dBA

$L50$: 54.6 dBA $L66$: 52.2 dBA

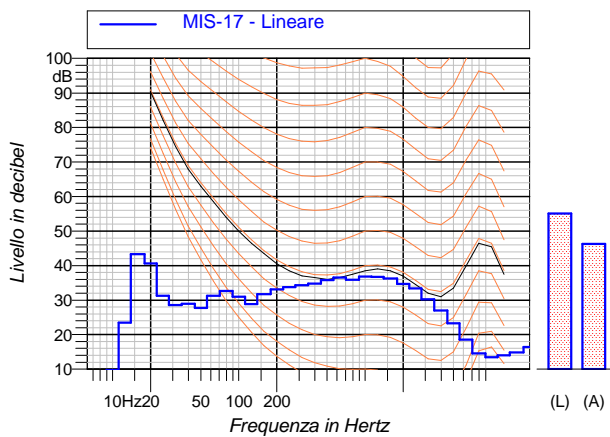
$L90$: 46.8 dBA $L95$: 46.7 dBA



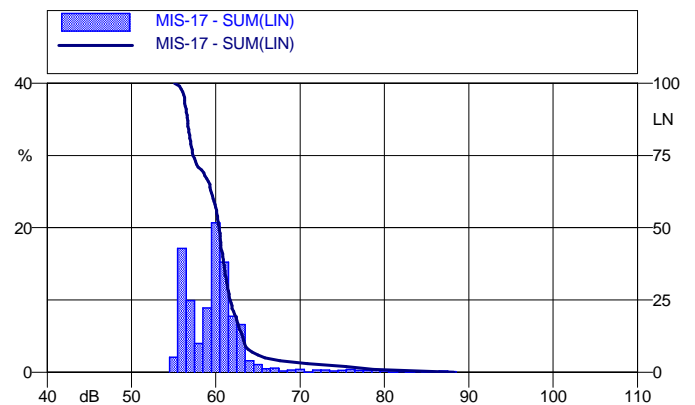
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> Terna Rete Italia		
	<i>General Project/Progetto Generale</i> Monitoraggio acustico		
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco		<i>Sheet/Pagina:</i> 19

MIS-18

Valori acustici principali

Leq(A): 57.0

Lmin(A): 49.6 dBA *Lmax(A):* 76.0 dBA

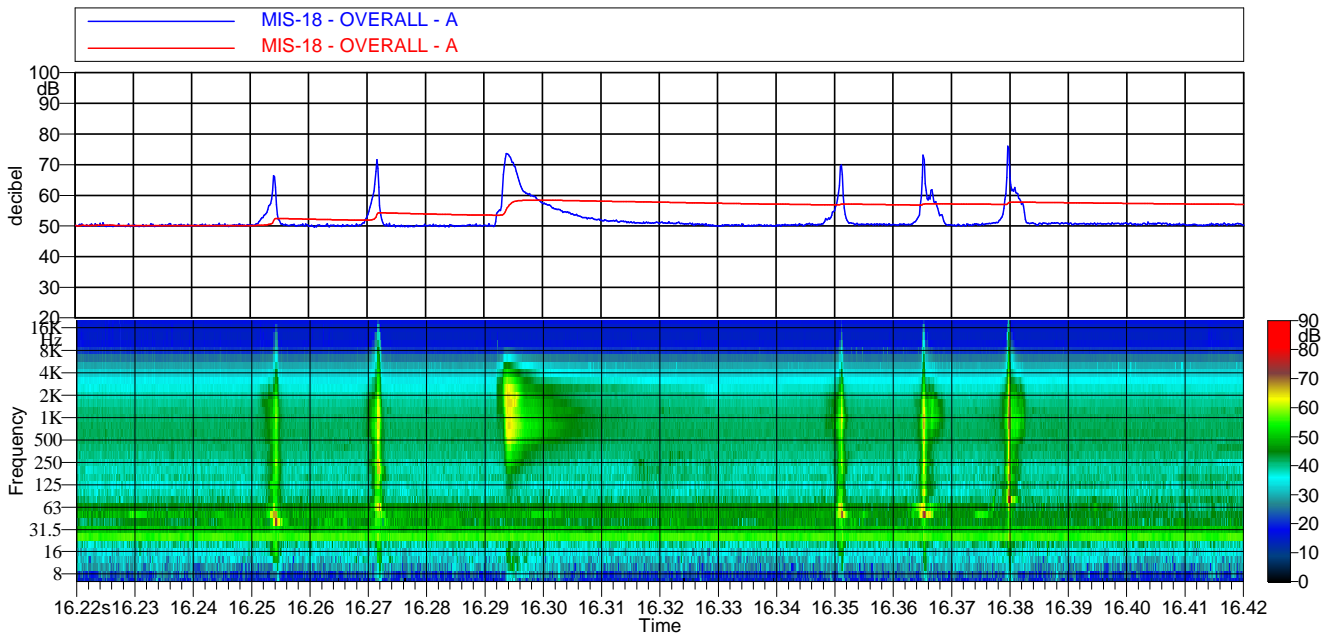
L01: 70.8 dBA *L10:* 55.9 dBA

L50: 50.5 dBA *L66:* 50.3 dBA

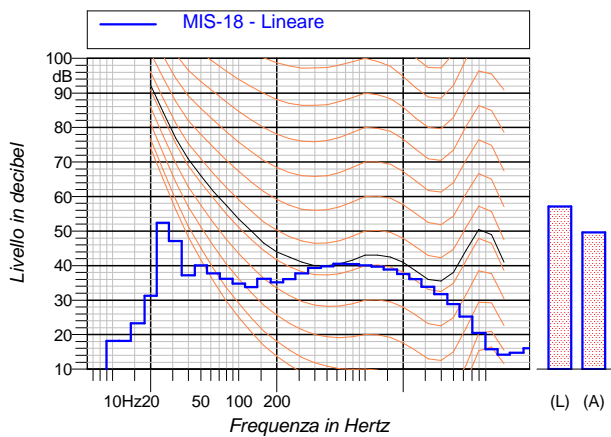
L90: 50.0 dBA *L95:* 49.9 dBA



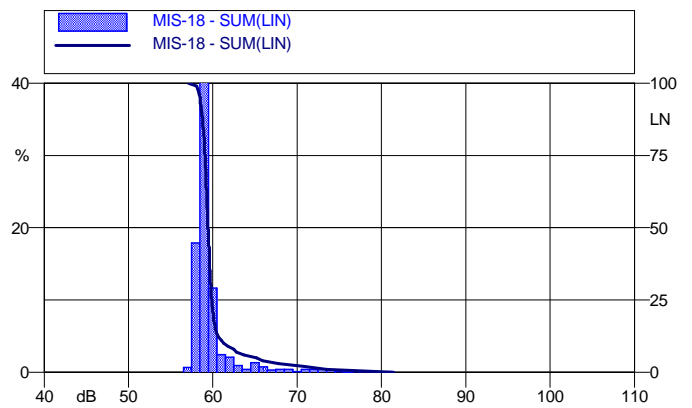
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> Terna Rete Italia		
	<i>General Project/Progetto Generale</i> Monitoraggio acustico		
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco		<i>Sheet/Pagina:</i> 20

MIS-19

Valori acustici principali

Leq(A): 60.7

Lmin(A): 46.6 dBA *Lmax(A):* 77.1 dBA

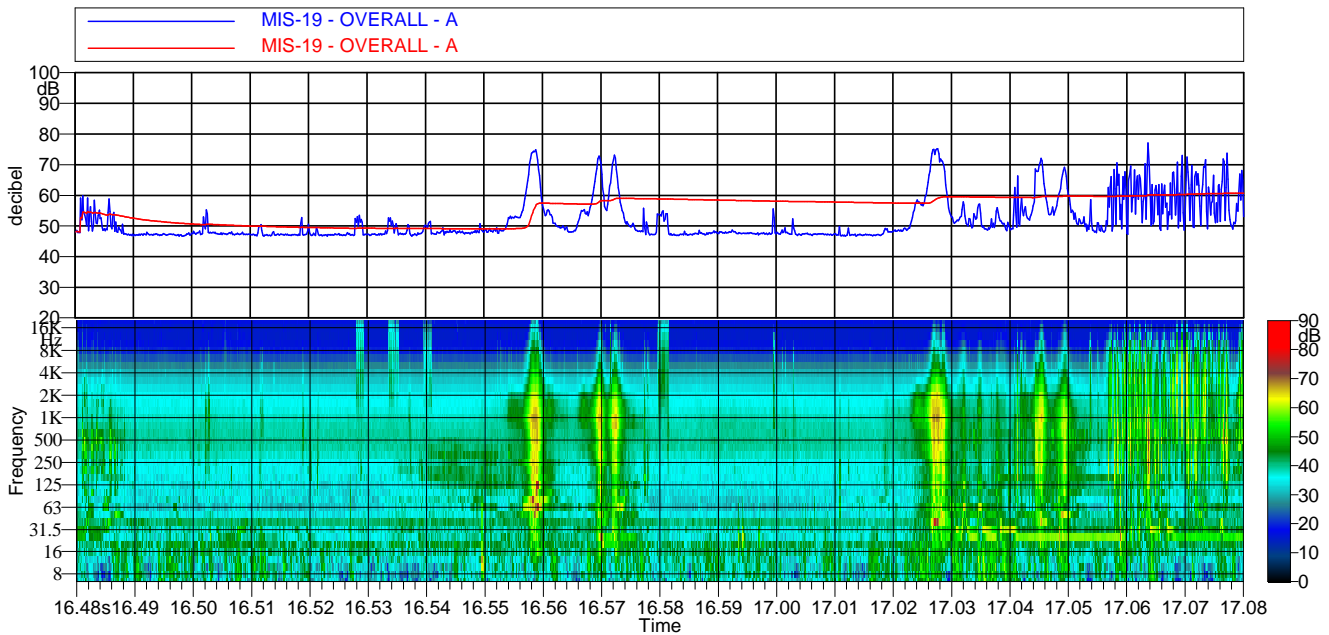
L01: 73.7 dBA *L10:* 63.1 dBA

L50: 48.5 dBA *L66:* 47.6 dBA

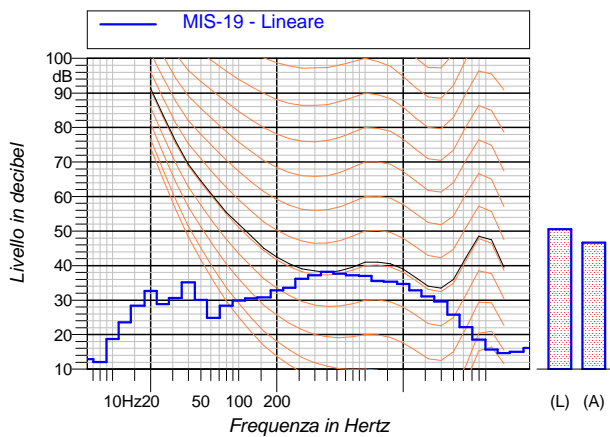
L90: 47.1 dBA *L95:* 47.0 dBA



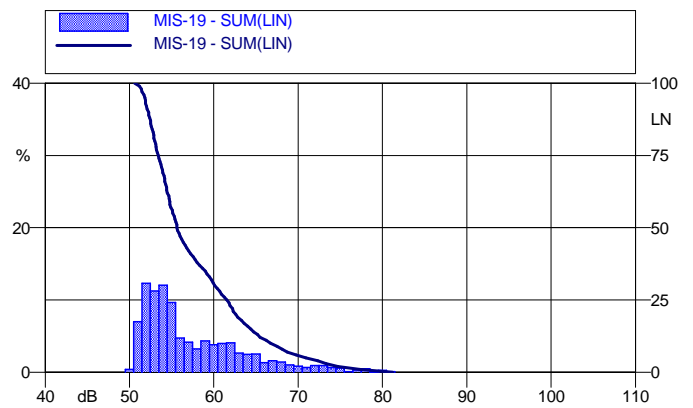
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> Terna Rete Italia		
	<i>General Project/Progetto Generale</i> Monitoraggio acustico		
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco		<i>Sheet/Pagina:</i> 21

MIS-20

Valori acustici principali

Leq(A): 51.9

Lmin(A): 36.7 dBA *Lmax(A):* 72.4 dBA

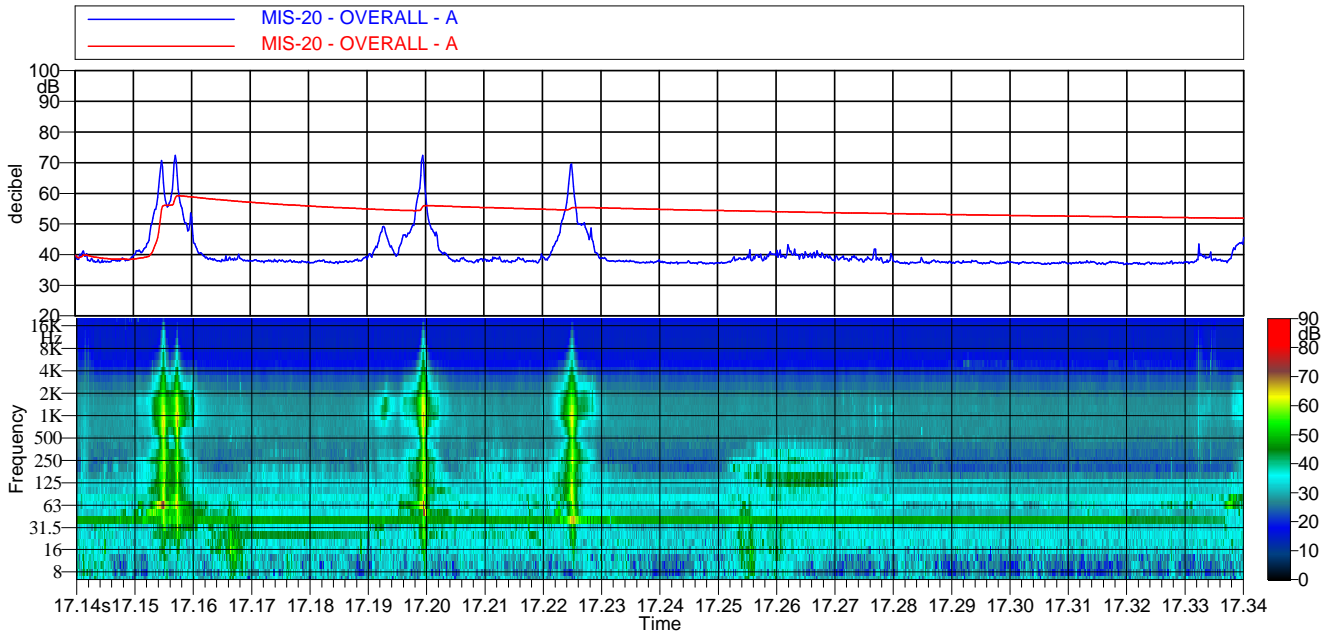
L01: 65.9 dBA *L10:* 45.9 dBA

L50: 38.0 dBA *L66:* 37.6 dBA

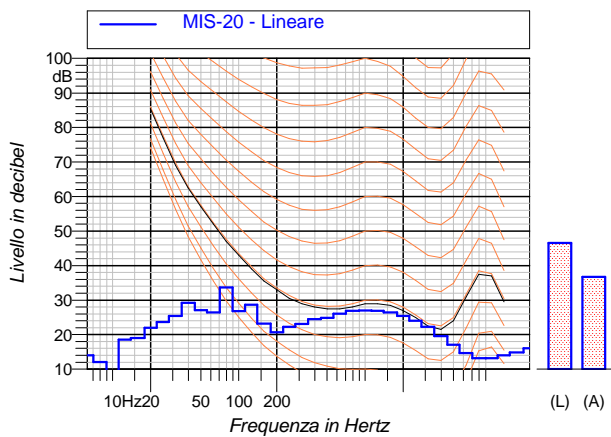
L90: 37.2 dBA *L95:* 37.1 dBA



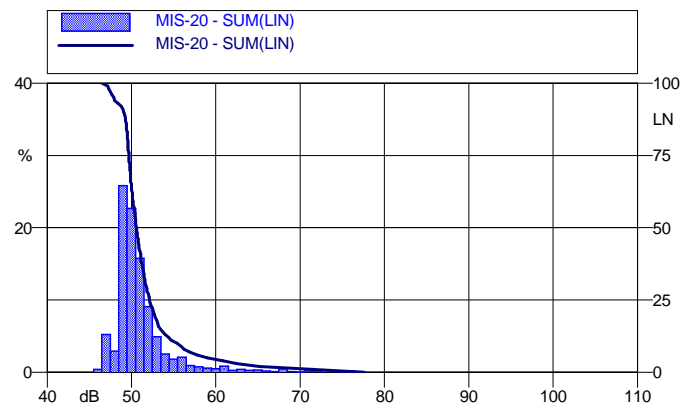
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> Terna Rete Italia		
	<i>General Project/Progetto Generale</i> Monitoraggio acustico		
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco		<i>Sheet/Pagina:</i> 22

MIS-21

Valori acustici principali

Leq(A): 52.7

Lmin(A): 50.1 dBA *Lmax(A):* 65.0 dBA

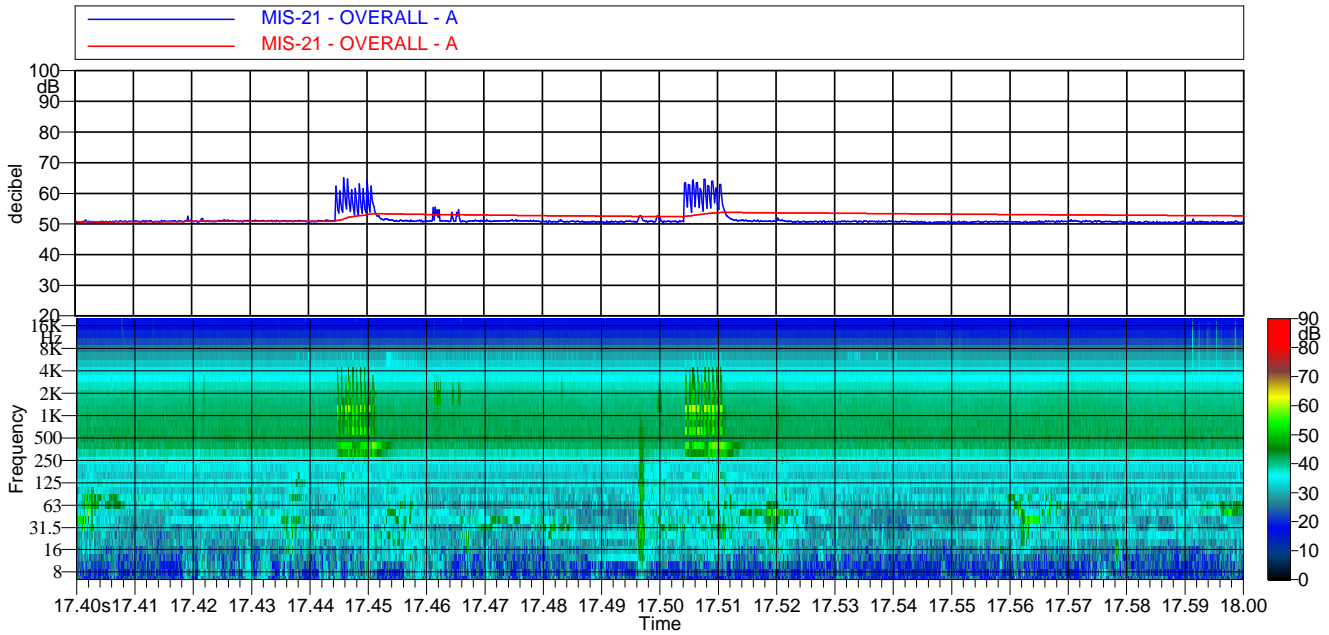
L01: 63.2 dBA *L10:* 51.6 dBA

L50: 50.8 dBA *L66:* 50.7 dBA

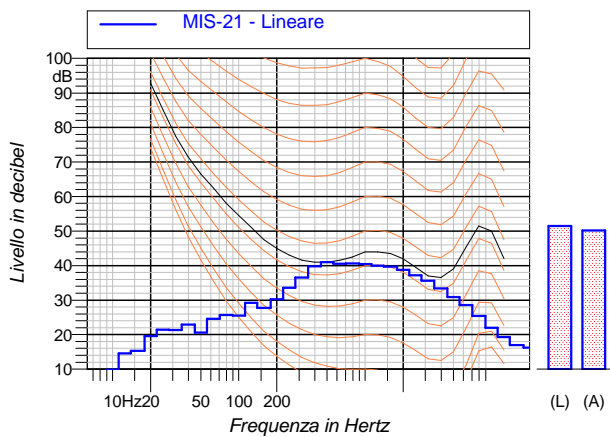
L90: 50.5 dBA *L95:* 50.4 dBA



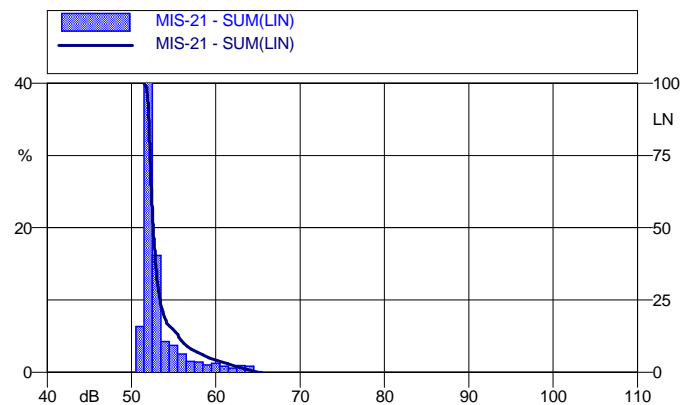
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> <p style="text-align: center;">Terna Rete Italia</p>			
	<i>General Project/Progetto Generale</i> <p style="text-align: center;">Monitoraggio acustico</p>			
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)	
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco			<i>Sheet/Pagina:</i> 23

MIS-22

Valori acustici principali

Leq(A): 57.7

Lmin(A): 45.5 dBA *Lmax(A):* 78.4 dBA

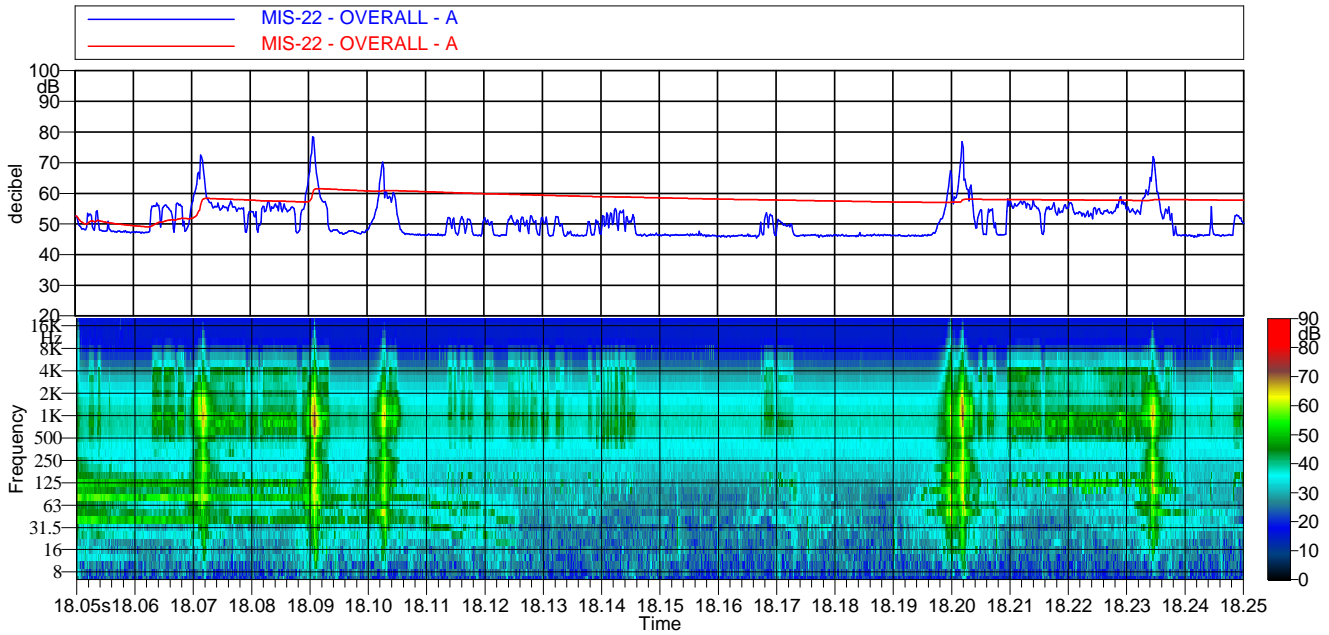
L01: 70.7 dBA *L10:* 56.9 dBA

L50: 48.5 dBA *L66:* 46.6 dBA

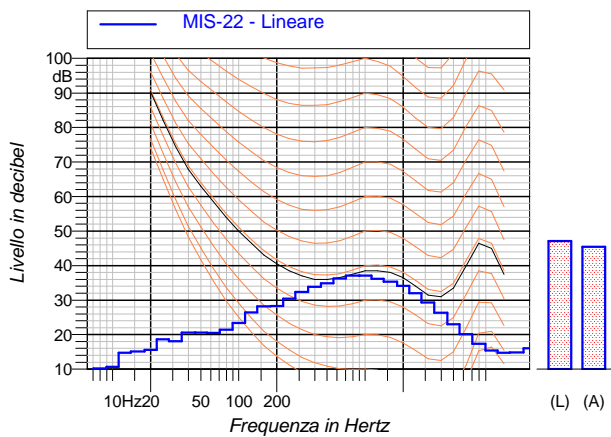
L90: 46.2 dBA *L95:* 46.1 dBA



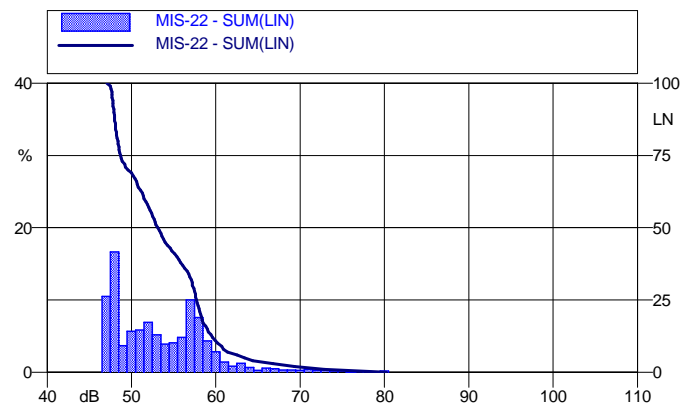
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulativa e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> Terna Rete Italia		
	<i>General Project/Progetto Generale</i> Monitoraggio acustico		
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco		<i>Sheet/Pagina:</i> 24

MIS-23

Valori acustici principali

Leq(A): 46.0

Lmin(A): 33.2 dBA *Lmax(A):* 68.0 dBA

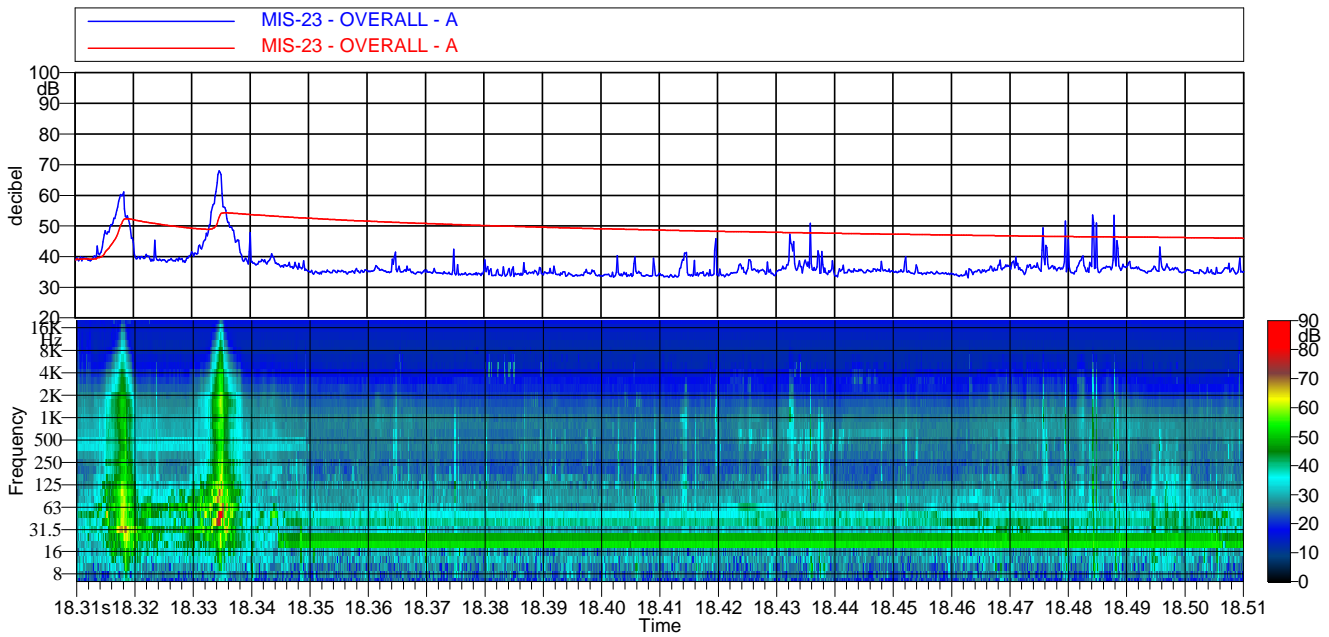
L01: 59.1 dBA *L10:* 40.7 dBA

L50: 35.4 dBA *L66:* 34.9 dBA

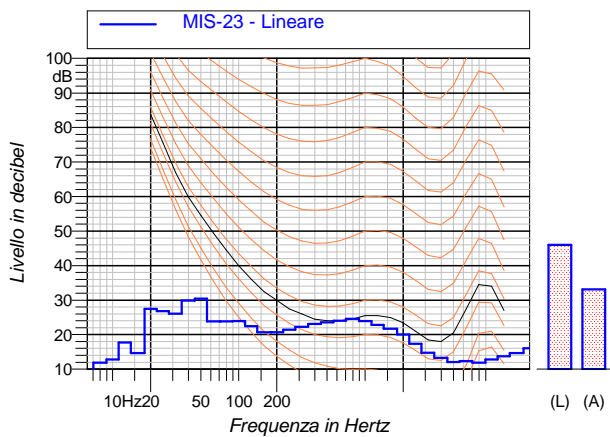
L90: 34.0 dBA *L95:* 33.8 dBA



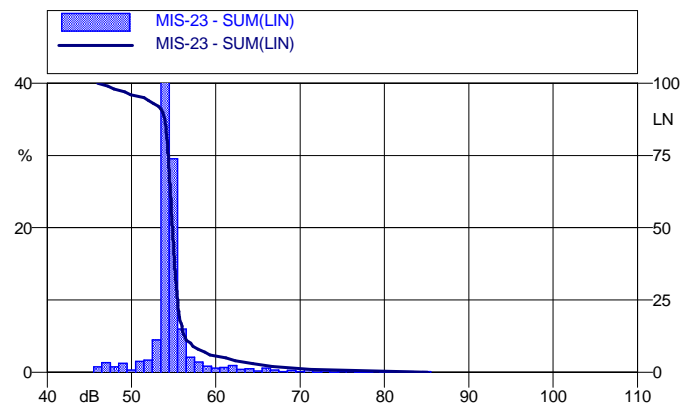
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> Terna Rete Italia		
	<i>General Project/Progetto Generale</i> Monitoraggio acustico		
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco		<i>Sheet/Pagina:</i> 25

MIS-24

Valori acustici principali

$L_{eq}(A)$: 65.5

$L_{min}(A)$: 44.2 dBA $L_{max}(A)$: 88.4 dBA

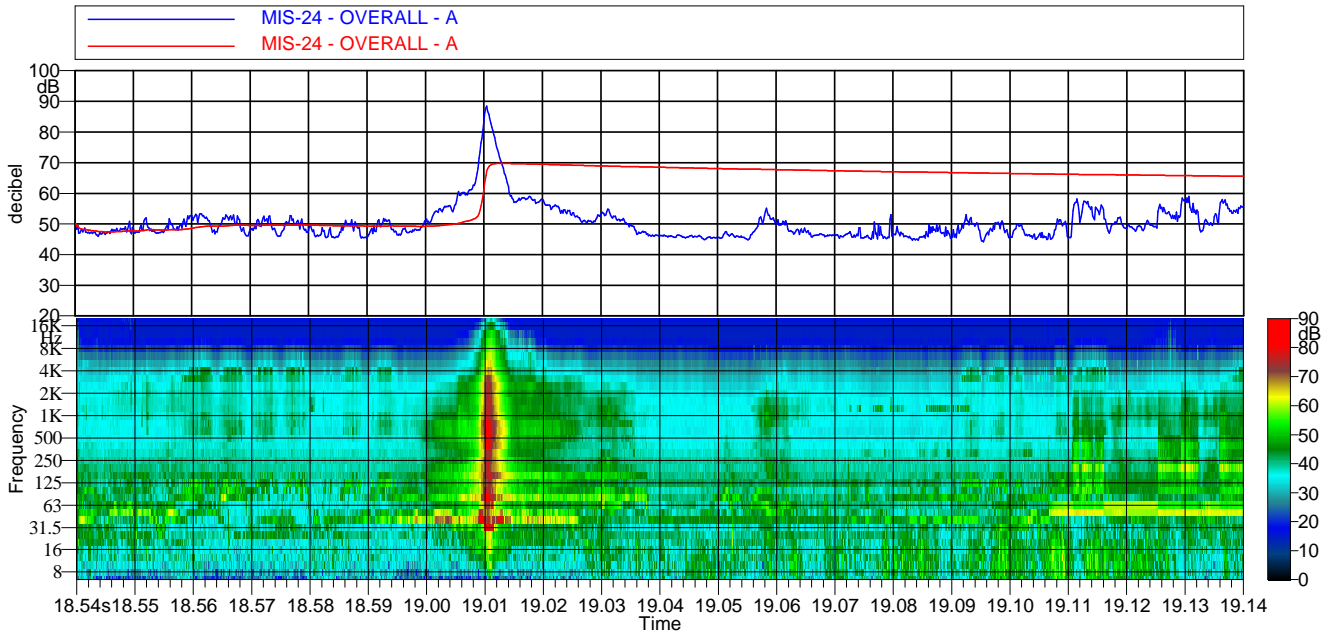
L_{01} : 78.2 dBA L_{10} : 56.3 dBA

L_{50} : 48.9 dBA L_{66} : 47.4 dBA

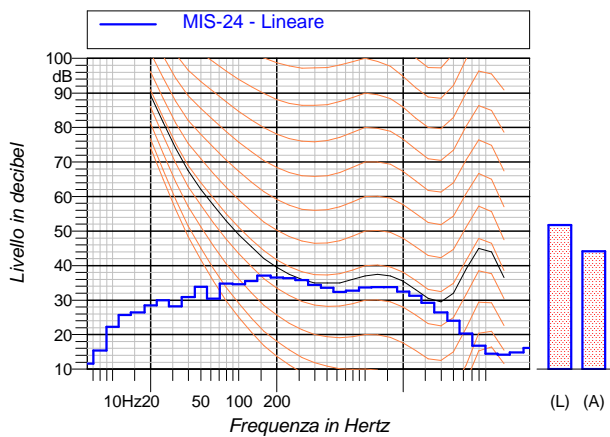
L_{90} : 45.8 dBA L_{95} : 45.5 dBA



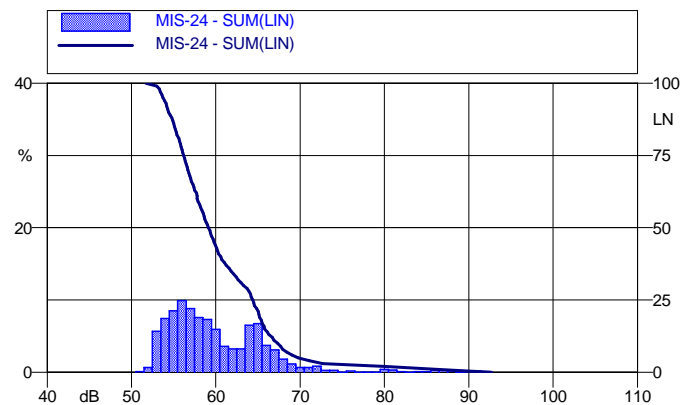
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> Terna Rete Italia		
	<i>General Project/Progetto Generale</i> Monitoraggio acustico		
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco		<i>Sheet/Pagina:</i> 26

MIS-25

Valori acustici principali

Leq(A): 63.0

Lmin(A): 60.1 dBA *Lmax(A):* 76.0 dBA

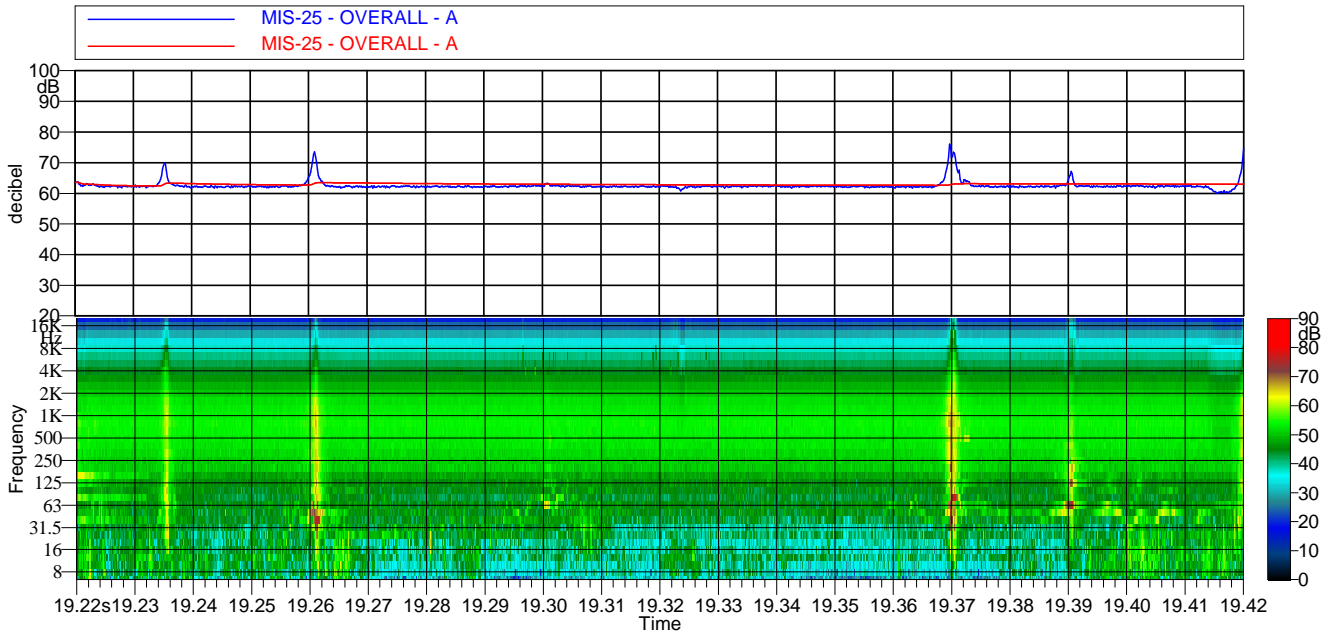
L01: 71.3 dBA *L10:* 62.7 dBA

L50: 62.2 dBA *L66:* 62.1 dBA

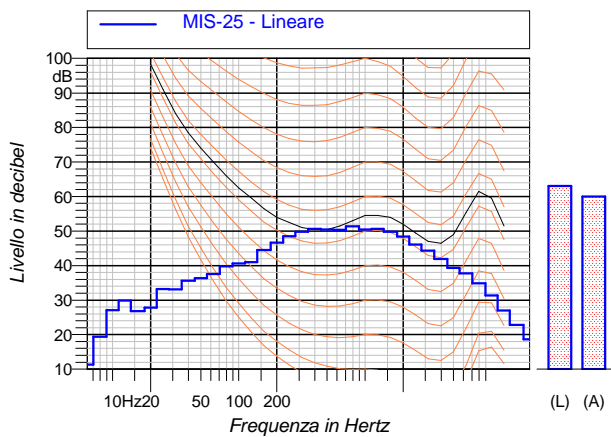
L90: 62.0 dBA *L95:* 61.9 dBA



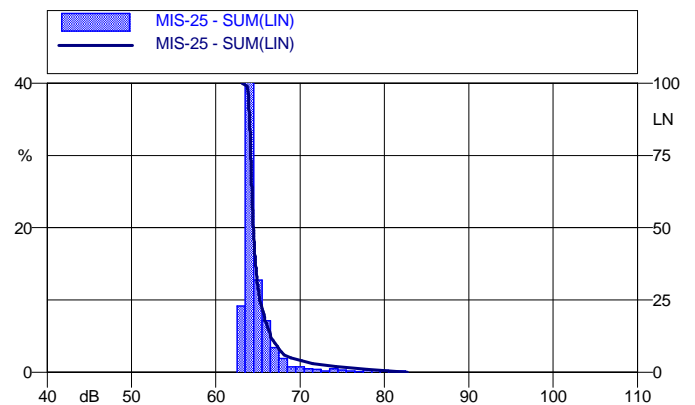
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulativa e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> Terna Rete Italia		 TERNA GROUP	
	<i>General Project/Progetto Generale</i> Monitoraggio acustico			
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)	
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco			<i>Sheet/Pagina:</i> 27

MIS-26

Valori acustici principali

Leq(A): 53.3

Lmin(A): 45.3 dBA *Lmax(A):* 69.5 dBA

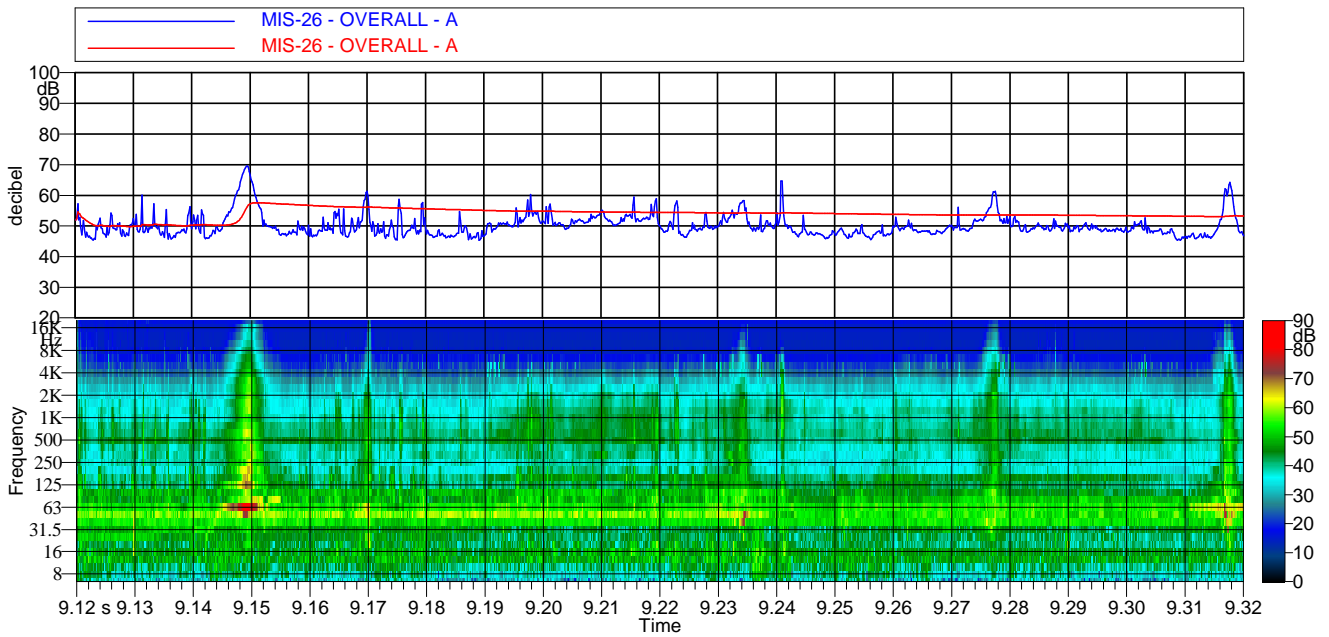
L01: 64.6 dBA *L10:* 54.3 dBA

L50: 49.2 dBA *L66:* 48.3 dBA

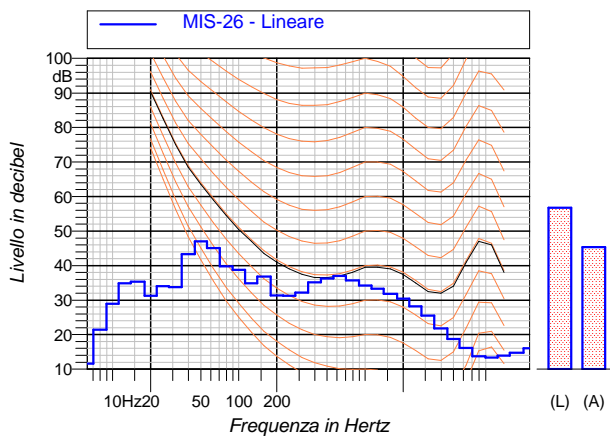
L90: 46.7 dBA *L95:* 46.3 dBA



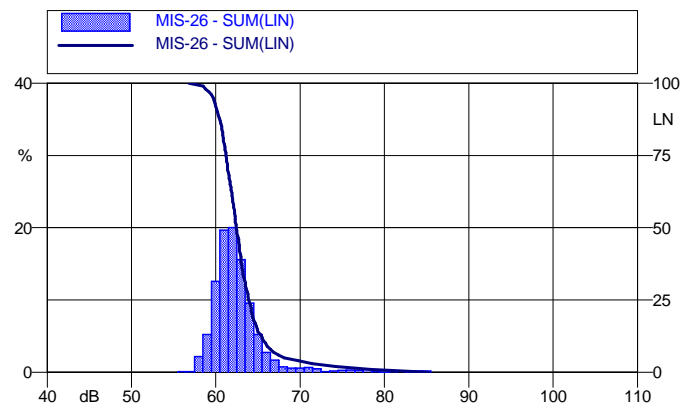
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> Terna Rete Italia		
	<i>General Project/Progetto Generale</i> Monitoraggio acustico		
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco		<i>Sheet/Pagina:</i> 28

MIS-27

Valori acustici principali

Leq(A): 46.1

Lmin(A): 44.2 dBA *Lmax(A):* 55.9 dBA

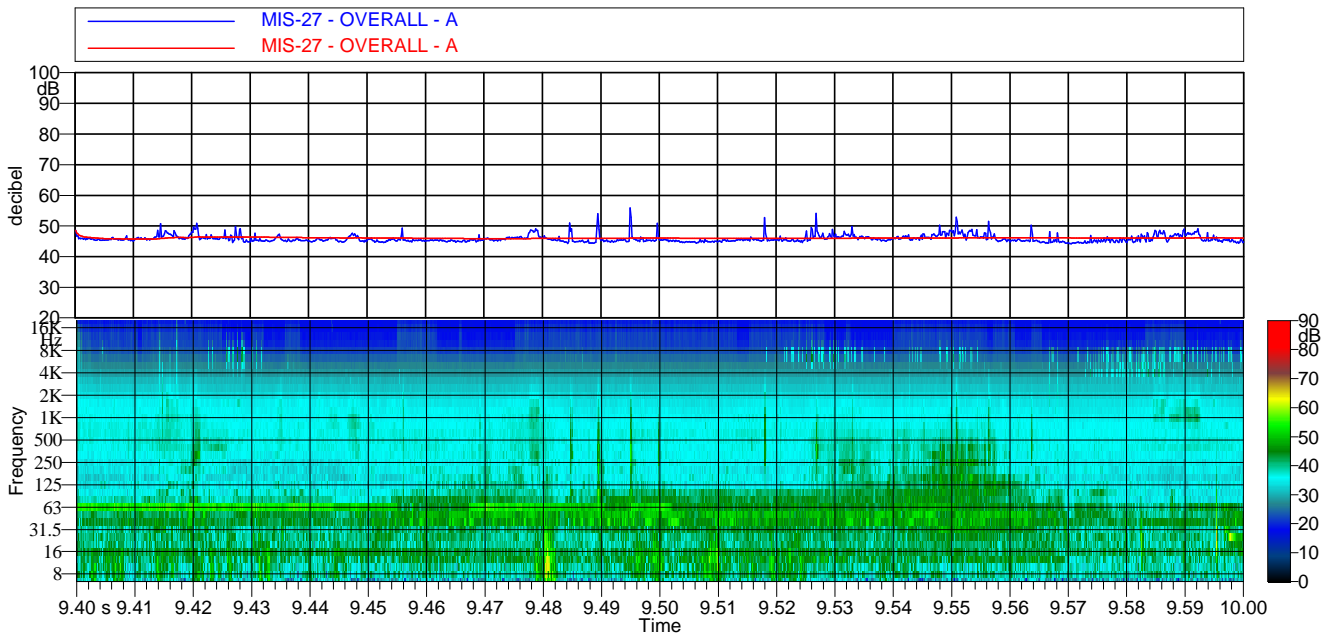
L01: 50.3 dBA *L10:* 47.4 dBA

L50: 45.5 dBA *L66:* 45.2 dBA

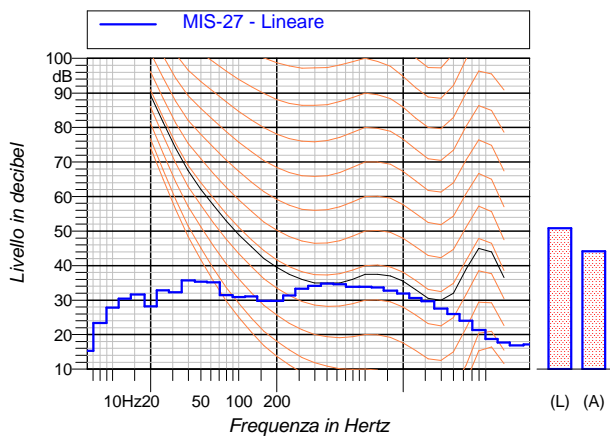
L90: 44.8 dBA *L95:* 44.7 dBA



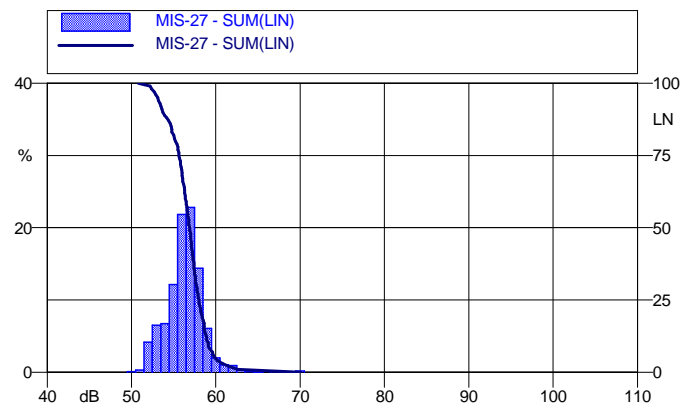
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulativa e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> <p style="text-align: center;">Terna Rete Italia</p>			
	<i>General Project/Progetto Generale</i> <p style="text-align: center;">Monitoraggio acustico</p>			
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)	
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco			<i>Sheet/Pagina:</i> 29

MIS-28

Valori acustici principali

Leq(A): 43.0

Lmin(A): 42.3 dBA *Lmax(A):* 48.9 dBA

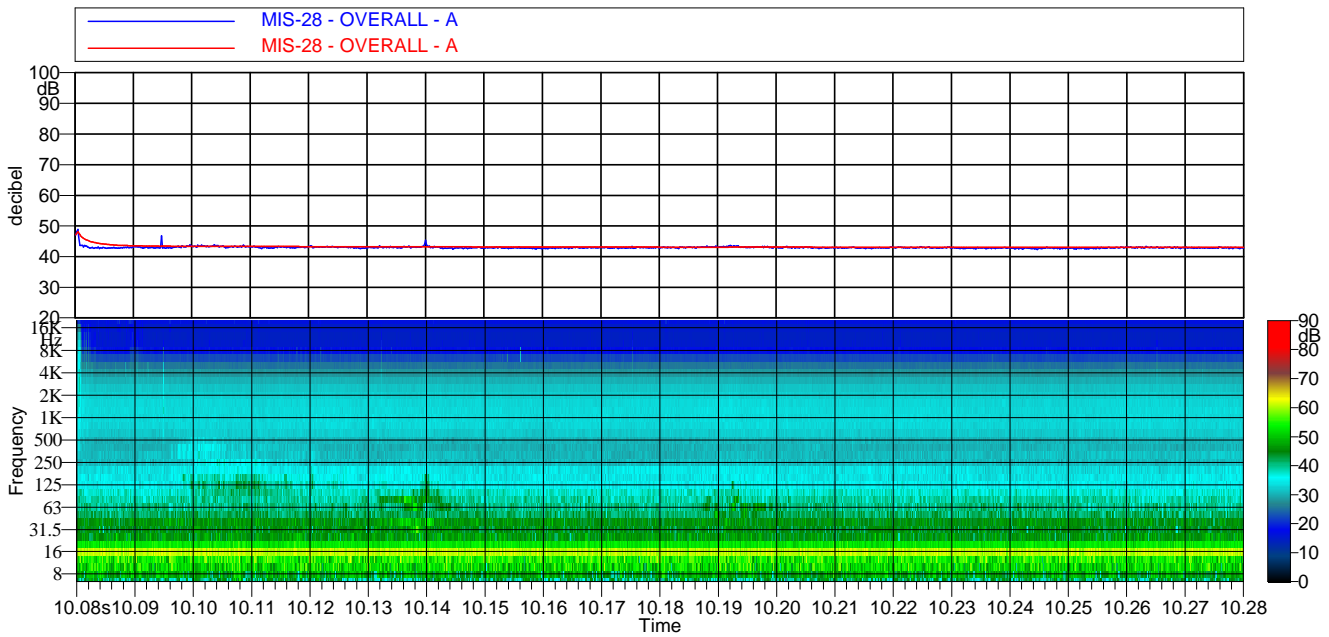
L01: 43.8 dBA *L10:* 43.2 dBA

L50: 42.9 dBA *L66:* 42.8 dBA

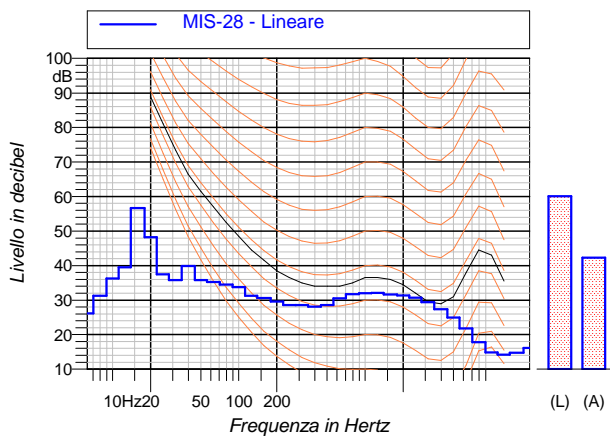
L90: 42.7 dBA *L95:* 42.6 dBA



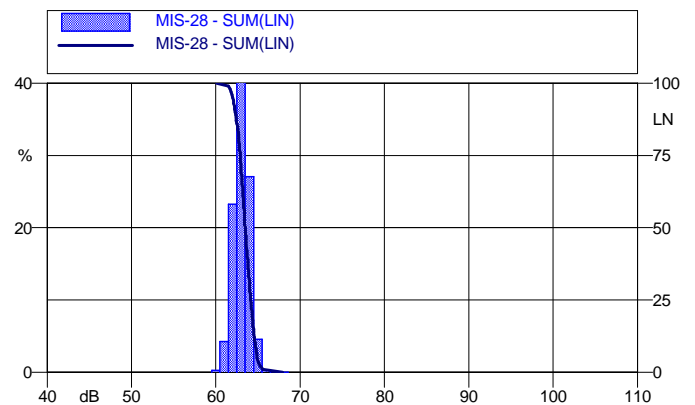
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> <p style="text-align: center;">Terna Rete Italia</p>			
	<i>General Project/Progetto Generale</i> <p style="text-align: center;">Monitoraggio acustico</p>			
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)	
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco			<i>Sheet/Pagina:</i> 30

MIS-29

Valori acustici principali

Leq(A): 44.0

Lmin(A): 42.8 dBA *Lmax(A):* 51.6 dBA

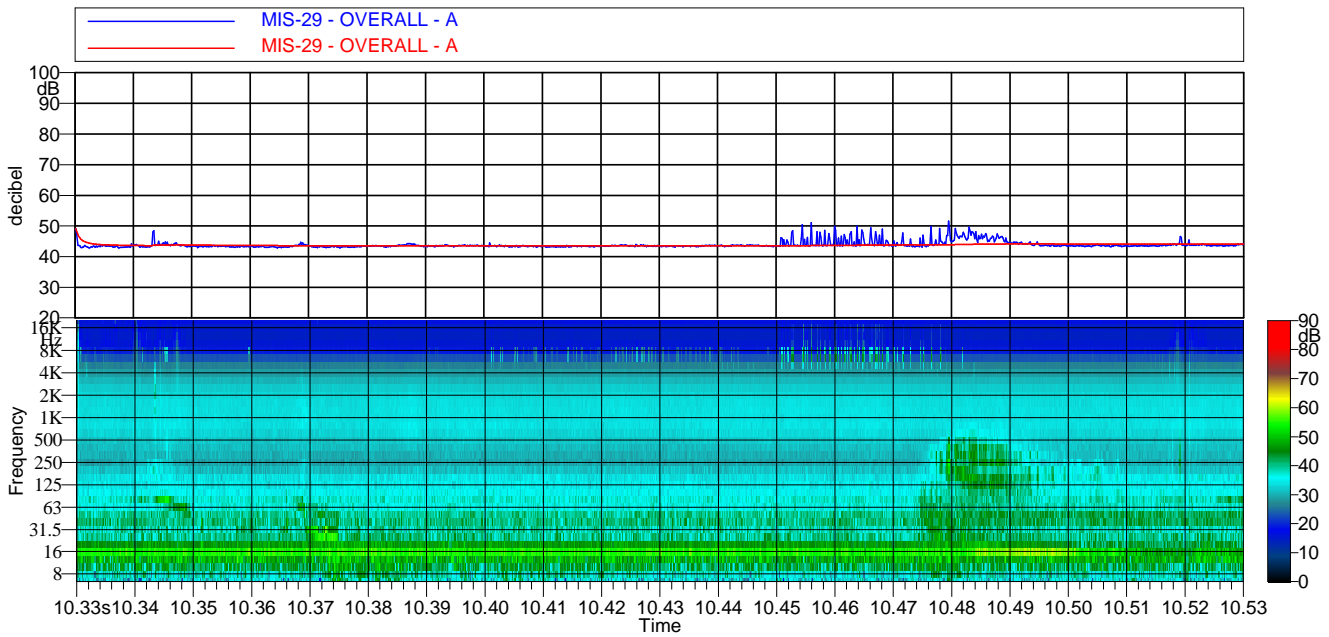
L01: 49.0 dBA *L10:* 44.8 dBA

L50: 43.5 dBA *L66:* 43.4 dBA

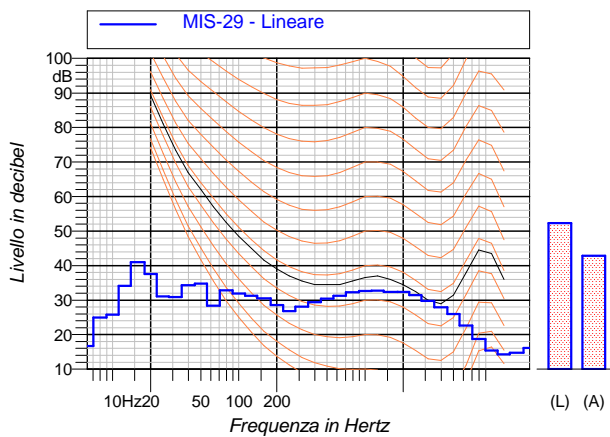
L90: 43.2 dBA *L95:* 43.1 dBA



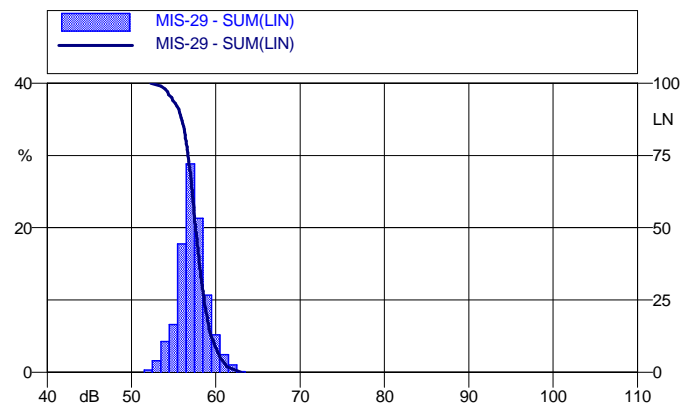
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulativa e distributiva dei livelli sonori



	<i>Customer/Committente</i> Terna Rete Italia		 TERNA GROUP	
	<i>General Project/Progetto Generale</i> Monitoraggio acustico			
	<i>Date/Data:</i> 17-18/10/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Val Formazza (VB)	
	<i>Measure Manager/Responsabile Misure:</i> Sergenti Marco			<i>Sheet/Pagina:</i> 31

MIS-30

Valori acustici principali

Leq(A): 47.3

Lmin(A): 45.3 dBA *Lmax(A):* 59.3 dBA

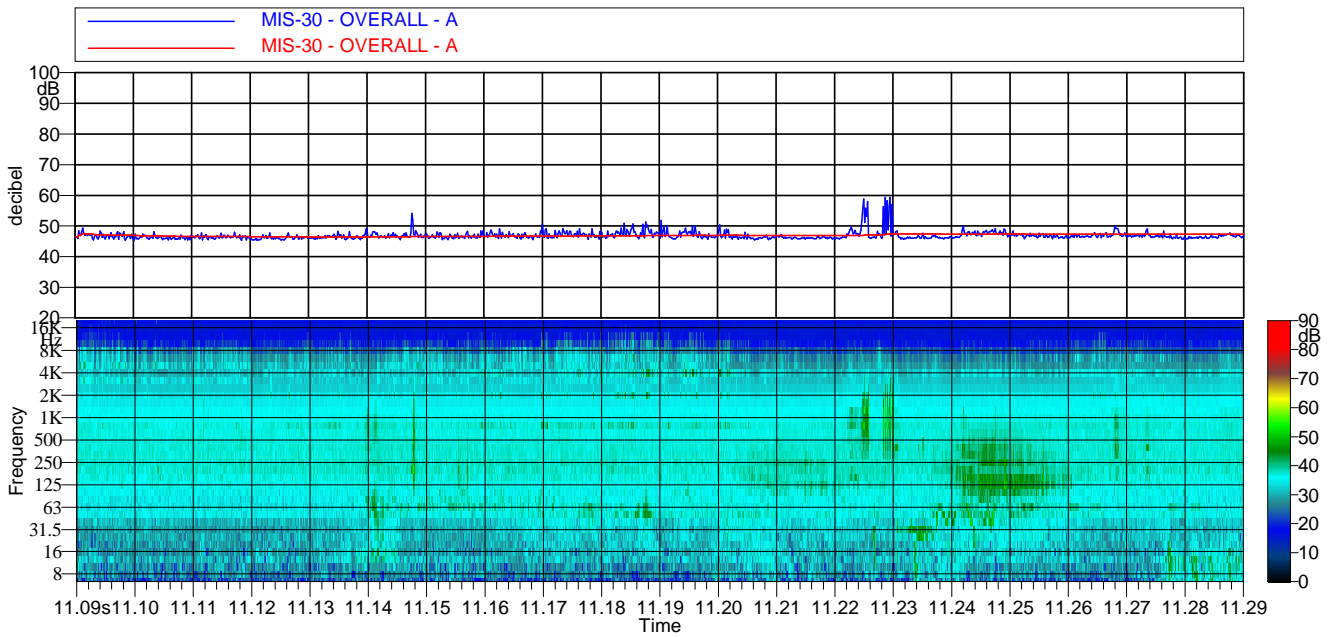
L01: 51.9 dBA *L10:* 48.0 dBA

L50: 46.5 dBA *L66:* 46.3 dBA

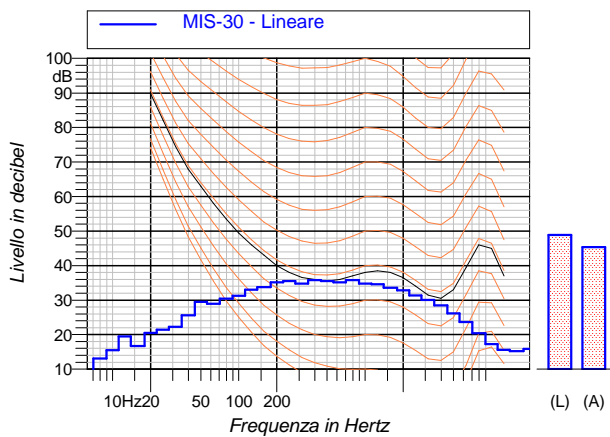
L90: 45.9 dBA *L95:* 45.7 dBA



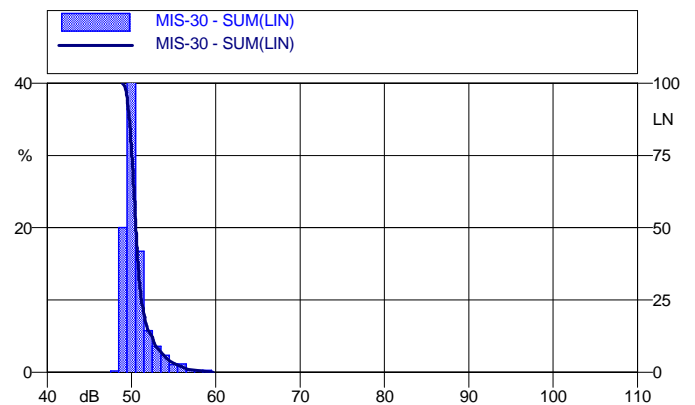
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



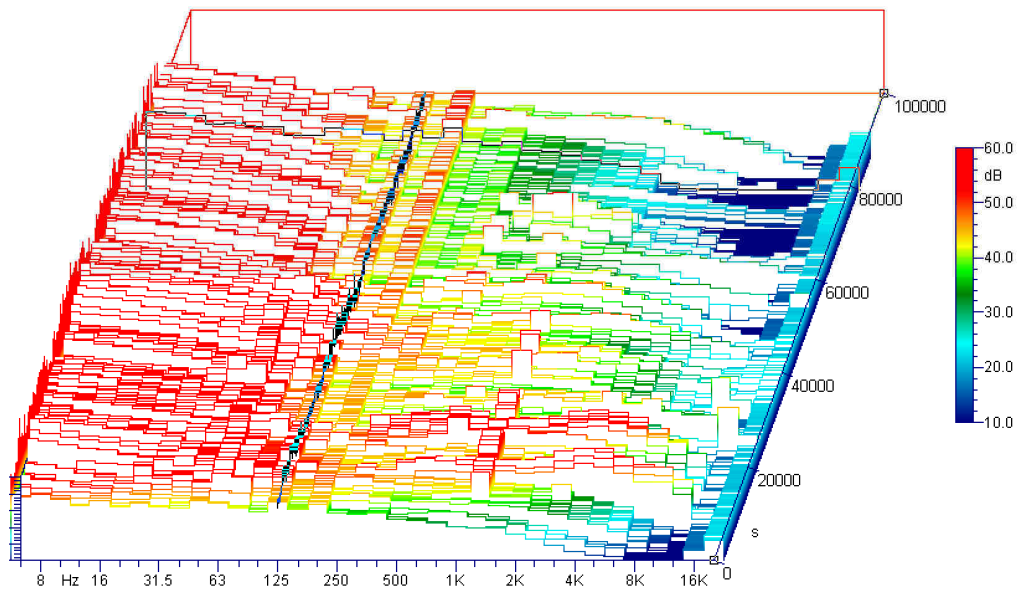
Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



APPENDICE 2



ALLEGATO TECNICO

SOMMARIO

1	DEFINIZIONI TECNICHE	3
2	CRITERI DI VALUTAZIONE	7
2.1	I LIMITI ASSOLUTI DI ZONA.....	7
2.2	IL CRITERIO DIFFERENZIALE.....	9
2.2.1	Generalità.....	9
	Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo.....	9
	Circolare 6 settembre 2004 del Ministero dell'Ambiente.....	10
3	TEORIA DELL'INTENSITÀ SONORA	11
3.1.1	Rilievo dell'intensità sonora.....	13
3.1.2	Limitazioni nel rilievo dell'intensità sonora.....	16
3.1.3	Applicazioni dell'intensità sonora.....	20
3.1.4	Le misure eseguite sulle sorgenti.....	23
4	MODELLISTICA MATEMATICA SUL RUMORE	25
	GRANDEZZE CONSIDERATE AI FINI DELL'ATTENUAZIONE ACUSTICA.....	25
4.1	SPECIFICHE DEL MODELLO MATEMATICO USATO.....	27
4.1.1	Tecnica di ritracciamento dei raggi (Raytracing).....	27
4.1.2	Le tipologie di sorgenti.....	28
4.1.3	La diffrazione degli ostacoli.....	29
4.1.4	L'assorbimento di elementi.....	30
4.1.5	Quote di calcolo delle mappe.....	30
4.2	RIFERIMENTI NORMATIVI DEL MODELLO UTILIZZATO.....	31
5	ACCURATEZZA DELLE MISURE E DELLE SIMULAZIONI	32
5.1	ACCURATEZZA DELLE MISURE ACUSTICHE.....	32
5.1.1	Incertezza dello strumento.....	32
5.1.2	Incertezza della parte microfonica.....	32
5.1.3	Variabilità delle condizioni emissive della sorgente.....	32
5.1.4	Variabilità delle condizioni atmosferiche.....	32
5.1.5	Direttività dell'onda acustica incidente.....	33
5.1.6	Campo sonoro nel punto di misura.....	33
5.1.7	Calcolo delle incertezze associate alle misure.....	33
5.2	ACCURATEZZA DELLE SIMULAZIONI ACUSTICHE.....	33
5.2.1	Tipo di modello e utilizzo dello stesso.....	34
5.2.2	Dati di potenza sonora delle sorgenti.....	34
5.2.3	Dati non considerati nei modelli.....	34
5.2.4	Inserimento dati morfologici.....	34
5.2.5	Riferimenti normativi del modello.....	35
5.2.6	Scelta dei parametri di calcolo.....	35
5.2.7	Calcolo delle incertezze associate alle simulazioni.....	36
5.3	MIGLIORAMENTO DELL'ACCURATEZZA.....	37
5.4	QUALI PARAMETRI MISURARE.....	38
5.5	LA DURATA DELLE MISURE.....	38
5.6	IL LIVELLO DI ACCURATEZZA.....	38

1 Definizioni tecniche

Inquinamento acustico

Introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle altre attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi.

Ambiente abitativo

Ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o comunità ed utilizzato per le diverse attività umane; vengono esclusi gli ambienti di lavoro salvo quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti esterne o interne non connesse con attività lavorativa propria.

Ambiente di lavoro

E' un ambiente confinato in cui operano uno o più lavoratori subordinati, alle dipendenze sotto l'altrui direzione, anche al solo scopo di apprendere un'arte, un mestiere od una professione.

Sono equiparati a lavoratori subordinati i soci di enti cooperativi, anche di fatto, e gli allievi di istituti di istruzione o laboratori-scuola.

Rumore

Qualunque emissione sonora che provochi sull'uomo effetti indesiderati, disturbanti o dannosi o che determini un qualsiasi deterioramento qualitativo dell'ambiente.

Sorgente sonora

Qualsiasi oggetto, dispositivo, macchina, impianto o essere vivente, atto a produrre emissioni sonore.

Sorgente specifica

Sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico.

Tempo a lungo termine (T_L)

Rappresenta un insieme sufficientemente ampio di T_R all'interno del quale si valutano i valori di attenzione. La durata di T_L è correlata alle variazioni dei fattori che influenzano la rumorosità a lungo periodo.

Tempo di riferimento (T_R)

Rappresenta il periodo della giornata all'interno del quale si eseguono le misure. La durata della giornata è articolata in due tempi di riferimento: quello diurno compreso tra le ore 6.00 e le ore 22.00 e quello notturno compreso tra le ore 22.00 e le ore 6.00.

Tempo di osservazione (T_o)

E' un periodo di tempo compreso in T_R nel quale si verificano le condizioni di rumorosità che si intendono valutare.

Tempo di misura (T_M)

All'interno di ciascun tempo di osservazione, si individuano uno o più tempi di misura (T_M) di durata pari o minore del tempo di osservazione, in funzione delle caratteristiche di variabilità del rumore ed in modo tale che la misura sia rappresentativa del fenomeno.

Livelli dei valori efficaci di pressione sonora ponderata "A" L_{AS}, L_{AF}, L_{AI}

Esprimono i valori efficaci in media logaritmica mobile della pressione sonora ponderata "A" L_{pA} secondo le costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".

Livelli dei valori massimi di pressione sonora L_{ASmax}, L_{AFmax}, L_{AImax}

Esprimono i valori massimi della pressione sonora ponderata in curva "A" e costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".

Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A"

Valore del livello di pressione sonora ponderata "A" di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato T, ha la medesima pressione quadratica media di un suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \quad dB(A)$$

dove L_{Aeq} è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" considerato in un intervallo di tempo che inizia all'istante t₁ e termina all'istante t₂; P_{A(t)} è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata "A" del segnale acustico in Pascal (Pa); p₀ 20 μPa è la pressione sonora di riferimento.

Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo al tempo a lungo termine TL (L_{A,qTL})

Il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo al tempo a lungo termine (L_{AeqTL}) può essere riferito:

- al valore medio su tutto il periodo, con riferimento al livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo a tutto il tempo TL, espresso dalla relazione

$$L_{Aeq,TL} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1(L_{Aeq,Tr})} \right] \quad dB(A)$$

essendo N i tempi di riferimento considerati.

- al singolo intervallo orario nei TR. In questo caso si individua un TM di 1 ora all'interno del TO nel quale si svolge il fenomeno in esame. (L_{Aeq,TL}) rappresenta il livello continuo equivalente di

pressione sonora ponderata "A" risultante dalla somma degli M tempi di misura TM, espresso dalla seguente relazione:

$$L_{Aeq,TL} = 10 \log \left[\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M 10^{0.1(L_{Aeq,TM})_i} \right] \quad dB(A)$$

dove i è il singolo intervallo di 1 ora nell' i-esimo TR.

E' il livello che si confronta con i limiti di attenzione.

Livello sonoro di un singolo evento LAE, (SEL)

E' dato dalla formula

$$SEL = L_{AE} = 10 \log \left[\frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] \quad dB(A)$$

dove:

$t_2 - t_1$ è un intervallo di tempo sufficientemente lungo da comprendere l'evento;

t_0 è la durata di riferimento (1 s)

Livello di rumore ambientale (LA)

E' il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. E' il livello che si confronta con i limiti massimi di esposizione:

- 1) nel caso dei limiti differenziali, è riferito a T_M
- 2) nel caso di limiti assoluti è riferito a T_R

Livello di rumore residuo (LR)

E' il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici.

Livello differenziale di rumore (LD)

$$L_D = (L_A - L_R) \quad dB(A)$$

Livello di emissione

E' il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", dovuto alla sorgente specifica. E' il livello che si confronta con i limiti di emissione.

Fattore correttivo (K_i)

E' la correzione in dB(A) introdotta per tenere conto della presenza di rumori con componenti impulsive, tonali o di bassa frequenza il cui valore è di seguito indicato:

- per la presenza di componenti impulsive $K_I = 3 \text{ dB}$
- per la presenza di componenti tonali $K_T = 3 \text{ dB}$
- per la presenza di componenti in bassa frequenza $K_B = 3 \text{ dB}$

I fattori di correzione non si applicano alle infrastrutture dei trasporti.

Presenza di rumore a tempo parziale

Esclusivamente durante il tempo di riferimento relativo al periodo diurno, si prende in considerazione la presenza di rumore a tempo parziale, nel caso di persistenza del rumore stesso per un tempo totale non superiore ad un'ora. Qualora il tempo parziale sia compreso in 1 ore il valore del rumore ambientale, misurato in $L_{eq}(A)$ deve essere diminuito di 3 dB(A); qualora sia inferiore a 15 minuti il $L_{eq}(A)$ deve essere diminuito di 5 dB(A).

Livello di rumore corretto (L_C)

E' definito dalla relazione

$$L_C = L_A + K_I + K_T + K_B \quad \text{dB(A)}$$

2 Criteri di valutazione

2.1 I limiti assoluti di zona

Il D.P.C.M. 1/3/91 e il successivo D.P.C.M. 14/11/97 prevedono la classificazione del territorio comunale in zone di sei classi:

Classe I - Aree particolarmente protette

Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.

Classe II - Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali.

Classe III - Aree di tipo misto

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.

Classe IV - Aree di intensa attività umana

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali; le aree con limitata presenza di piccole industrie.

Classe V - Aree prevalentemente industriali

Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali con scarsità di abitazioni.

Classe VI - Aree esclusivamente industriali

Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali prive di insediamenti abitativi.

Viene poi fissata una suddivisione dei livelli massimi in relazione al periodo di emissione del rumore, definito dal decreto come "Tempo di riferimento":

- *periodo diurno dalle ore 6.00 alle ore 22.00;*
- *periodo notturno dalle ore 22.00 alle ore 6.00.*

I limiti massimi di immissione prescritti nel D.P.C.M. 14/11/97, fissati per le varie aree, sono rappresentati nella tabella seguente

Classe di destinazione d'uso del territorio	Periodo diurno (6-22)	Periodo notturno (22-6)
<i>Classe I - Aree particolarmente protette</i>	50 dBA	40 dBA
<i>Classe II - Aree destinate ad uso residenziale</i>	55 dBA	45 dBA
<i>Classe III - Aree di tipo misto</i>	60 dBA	50 dBA
<i>Classe IV - Aree di intensa attività umana</i>	65 dBA	55 dBA
<i>Classe V - Aree prevalentemente industriali</i>	70 dBA	60 dBA
<i>Classe VI - Aree esclusivamente industriali</i>	70 dBA	70 dBA

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

Mentre, per quel che riguarda i limiti di emissione (misurati in prossimità della sorgente sonora) abbiamo i seguenti limiti.

Classe di destinazione d'uso del territorio	Periodo diurno (6-22)	Periodo notturno (22-6)
<i>Classe I - Aree particolarmente protette</i>	45 dBA	35 dBA
<i>Classe II - Aree destinate ad uso residenziale</i>	50 dBA	40 dBA
<i>Classe III - Aree di tipo misto</i>	55 dBA	45 dBA
<i>Classe IV - Aree di intensa attività umana</i>	60 dBA	50 dBA
<i>Classe V - Aree prevalentemente industriali</i>	65 dBA	55 dBA
<i>Classe VI - Aree esclusivamente industriali</i>	65 dBA	65 dBA

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

I livelli di pressione sonora, ponderati con la curva di pesatura A, devono essere mediati attraverso il Livello Equivalente (Leq).

In attesa della suddivisione del territorio comunale nelle zone di cui alla tabella precedente, si applicano per le sorgenti fisse i limiti di accettabilità (art. 6 D.P.C.M. 1/3/91) riportati nella tabella seguente.

Classe di destinazione d'uso del territorio	Periodo diurno (6-22)	Periodo notturno (22-6)
<i>Tutto il territorio nazionale</i>	70 dBA	60 dBA
<i>Zona A (art. 2 D.M. n. 1444/68)</i>	65 dBA	55 dBA
<i>Zona B (art. 2 D.M. n. 1444/68)</i>	60 dBA	50 dBA
<i>Aree esclusivamente industriali</i>	70 dBA	70 dBA

Limiti massimi per le diverse aree in attesa di zonizzazione (D.P.C.M. 1/3/91)

2.2 Il criterio differenziale

2.2.1 Generalità

Questo tipo di criterio è un ulteriore parametro di valutazione che si applica alle zone non esclusivamente industriali che si basa sulla differenza di livello tra il “rumore ambientale” e il “rumore residuo”.

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

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

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

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

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

La misura deve essere eseguita nel “tempo di osservazione” del fenomeno acustico.

Con il termine “tempo di osservazione” viene inteso il periodo, compreso entro uno dei tempi di riferimento (diurno, notturno), durante il quale l’operatore effettua il controllo e la verifica delle condizioni di rumorosità. Nella misura del “rumore ambientale” ci si dovrà basare su un tempo significativo ai fini della determinazione del livello equivalente e comunque la misura dovrà essere eseguita nel periodo di massimo disturbo.

Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo

Secondo l’articolo 2 del decreto 11.12.1996 “Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a

ciclo produttivo continuo”, si intende per impianto a ciclo produttivo continuo:

- quello di cui non è possibile interrompere l'attività senza provocare danni all'impianto stesso, pericolo di incidenti o alterazioni del prodotto o per necessità di continuità finalizzata a garantire l'erogazione di un servizio pubblico essenziale;
- quello il cui esercizio è regolato da contratti collettivi nazionali di lavoro o da norme di legge, sulle ventiquattro ore per cicli settimanali, fatte salve le esigenze di manutenzione.

Inoltre si intende per impianto a ciclo produttivo continuo esistente quello in esercizio o autorizzato all'esercizio o per il quale sia stata presentata domanda di autorizzazione all'esercizio precedente all'entrata in vigore del decreto (15 giorni dopo la pubblicazione del decreto nella Gazzetta Ufficiale, avvenuta il 4 marzo 1997).

Secondo l'articolo 3 dello stesso decreto, gli impianti a ciclo produttivo continuo esistenti hanno l'obbligo del rispetto del criterio differenziale solo quando non siano rispettati i valori limite assoluti di zona. Se i valori limite assoluti di zona sono rispettati, questi impianti non devono rispettare il criterio differenziale; se invece i valori limite assoluti non sono rispettati, dovranno realizzare di un piano di risanamento acustico finalizzato anche al rispetto dei valori limite differenziali.

Circolare 6 settembre 2004 del Ministero dell'Ambiente.

“Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali.”

Al punto 6 di tale Circolare viene specificato che:

“Si precisa infine che nel caso di impianto esistente oggetto di modifica (ampliamento, adeguamento ambientale, etc.), non espressamente contemplato dall'art. 3 del decreto ministeriale 11 dicembre 1996, l'interpretazione corrente della norma si traduce nell'applicabilità del criterio differenziale limitatamente ai nuovi impianti che costituiscono la modifica.”

3 Teoria dell'intensità sonora.

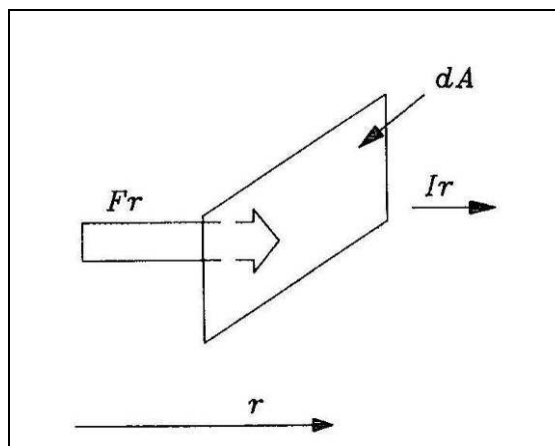
I primi studi sull'intensità sonora risalgono agli anni trenta (H.F.OLSON) ma è solo con l'avvento delle misure eseguite con tecniche di analisi in tempo reale che si sono potuti realizzare studi più approfonditi.

Il rilevamento di questa grandezza rende possibile la quantificazione dell'energia sonora emessa da una sorgente, e uno studio approfondito sulle caratteristiche di emissione della stessa.

L'intensità sonora (anche chiamata flusso di energia sonora), come abbiamo già visto precedentemente, è una grandezza vettoriale che descrive la quantità di flusso dell'energia sonora in una certa direzione.

Dal punto di vista fisico si differenzia notevolmente dalla pressione sonora (parametro a cui siamo certamente più abituati) perché quest'ultima è una grandezza scalare e non ci fornisce nessuna informazione di tipo direzionale.

Essendo un'energia che attraversa una superficie in un certo tempo, come nella seguente figura,



Forza che agisce su una superficie

dimensionalmente l'intensità sonora verrà misurata in W/m^2 .

Senza considerare una particolare direzione l'intensità sonora sarà data dalla relazione:

$$I = p \cdot u \quad [W/m^2]$$

dove:

p = valore di pressione sonora;

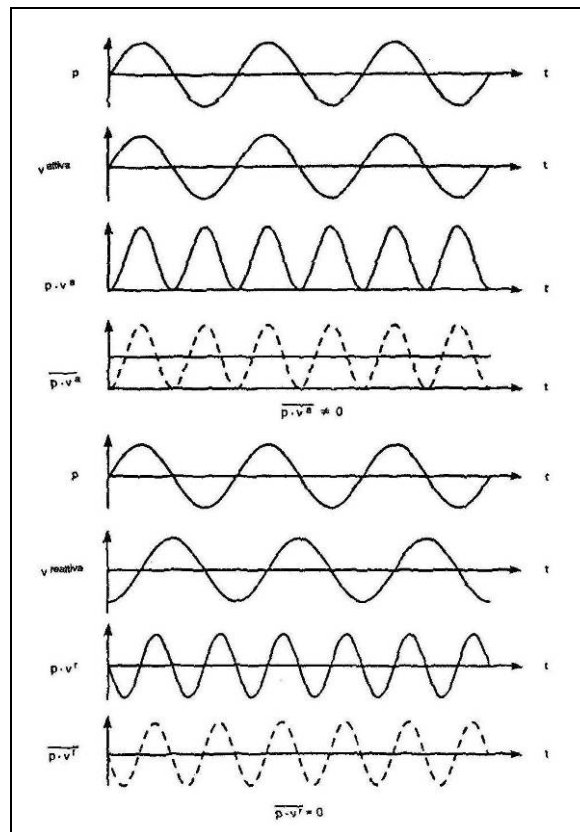
u = velocità delle particelle.

Attenzione però, questo è vero solo nel caso in cui la velocità delle particelle non abbia delle componenti di tipo continuo (che non esista flusso d'aria).

Queste componenti possono essere evitate, entro certi limiti, attraverso l'uso di appositi schermi controvento.

Una delle particolarità dell'intensità sonora è la possibilità di distinguere la parte attiva del campo sonoro da quella reattiva: per parte attiva, si intende il campo sonoro creato da un'onda in assenza di riflessioni (campo libero) e per parte reattiva il campo sonoro determinato dalle continue riflessioni dell'onda (campo riverberante).

Possiamo immaginare queste due componenti presenti nella velocità (u) delle particelle sfasate tra di loro di 90° ; come nella figura seguente.



Andamenti dell'intensità sonora in relazione alla reattività del campo acustico

Si può notare come la parte reattiva, in quanto risultato del prodotto tra pressione e velocità eseguito come nella relazione precedente, dia un risultato nullo.

La possibilità di rilevare queste due componenti era fino ad oggi impossibile da realizzare con i normali mezzi di misura in uso, in particolare con i fonometri, perché la pressione sonora misurata è il contributo dei due campi (attivo e reattivo) e modificando la direzione di rilevamento del microfono i dati non cambiano, proprio perché la sua risposta spaziale deve essere omnidirezionale.

3.1.1 Rilievo dell'intensità sonora.

La direzionalità dei rilievi di intensità sonora viene sfruttata completamente in due principali applicazioni:

- 1) misura della potenza sonora;
- 2) ricerca dei punti di emissione di una sorgente.

Prima di entrare nel merito di queste applicazioni chiariamo come sia possibile sfruttare la teoria per realizzare un sistema di rilievo dell'intensità sonora.

Tornando, brevemente, alla relazione espressa dalla formula si può notare come per ottenere il valore di intensità sonora bisogna conoscere sia la pressione sonora che la velocità delle particelle, però mentre è molto semplice ottenere i valori di pressione con i mezzi usuali cioè con sistemi microfonic a condensatore, più complesso diventa il rilievo della seconda grandezza.

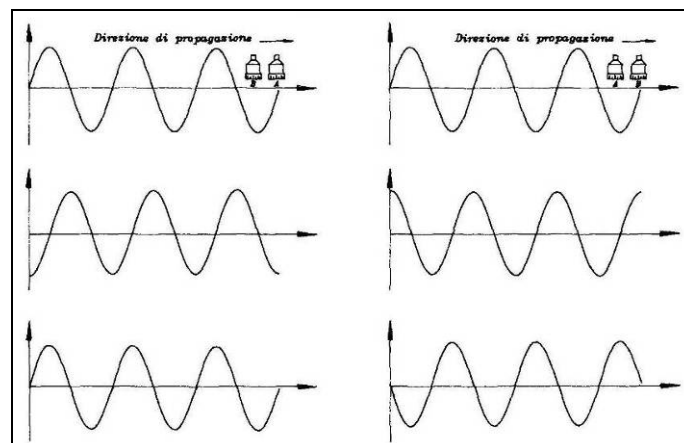
Uno dei metodi di indagine sulla velocità delle particelle è dato dall'uso di un anemometro a filo caldo con altissima sensibilità di risposta. Le difficoltà nell'applicare una simile metodica stanno nella limitata dinamica e soprattutto nella impossibilità di utilizzo per le normali misure ambientali, l'apparato è infatti sufficientemente delicato da limitarne l'uso quasi esclusivamente ad applicazioni di laboratorio.

Ricordando le considerazioni fatte dove si analizzavano i legami tra pressione sonora e velocità delle particelle potremo ricavare quest'ultima grandezza dalla prima attraverso un processo di integrazione dei valori di pressione presi in due punti abbastanza vicini.

Quanto è lecita un'approssimazione simile?

Sicuramente è valida se la separazione tra i due punti (Δr) è molto più piccola della lunghezza d'onda del suono analizzato.

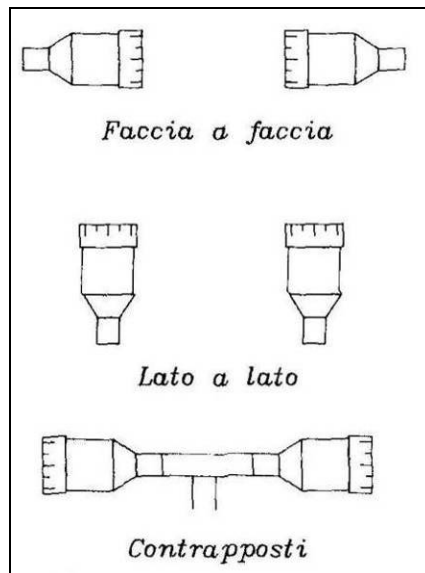
La misura della pressione nei due punti A e B viene svolta con due microfoni ravvicinati ed il segno (positivo o negativo) dell'intensità sonora viene determinato dalla reciproca posizione degli stessi, come riportato nella seguente figura.



Risposta dei microfoni accoppiati nel campo sonoro

Le indicazioni sul segno che otteniamo dal prodotto tra p e u dipenderanno anche dalla direzione dell'onda sonora, per cui nella direzione di provenienza noi otterremo sempre un massimo che sarà positivo se si prende come riferimento il microfono più vicino alla sorgente, mentre avremo un valore negativo se la sonda viene posizionata in senso contrario.

Le tecniche di posizionamento dei due microfoni sono di diverso tipo e fanno capo a diverse scuole; ognuno di essi posseggono vantaggi e svantaggi. Noi analizzeremo solo quella più diffusa e precisa che vede i due microfoni affacciati l'uno all'altro (face-to-face) come rappresentato nella figura sottostante.



Diversi tipi di posizionamento dei microfoni

La risposta direzionale della sonda così composta viene riportata nella seguente figura,

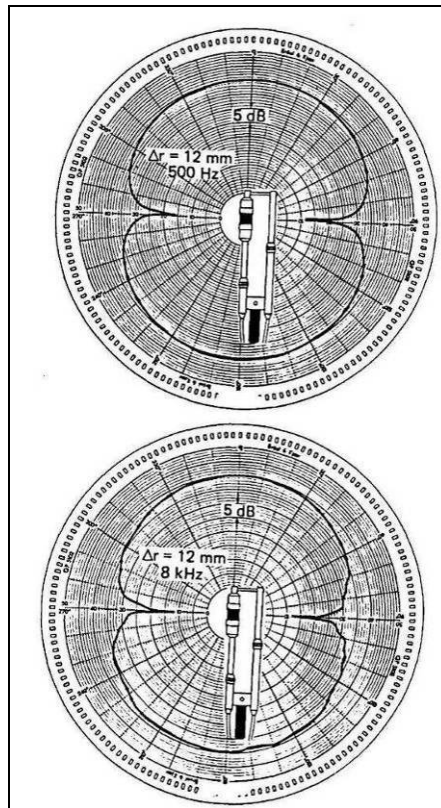
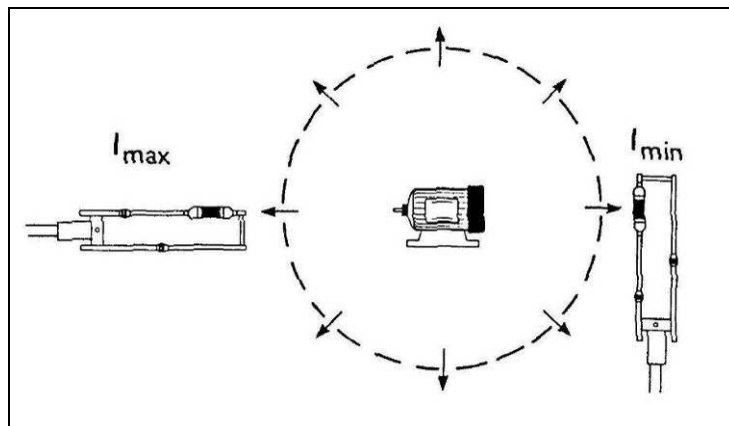


Diagramma polare della risposta della sonda intensimetrica

dove possiamo notare la principale caratteristica di omnidirezionalità. Nella direzione della freccia abbiamo un minimo di lettura per cui nel passaggio materiale della sonda sulla sorgente si avrà in successione una lettura del microfono A, il minimo di lettura, una lettura da parte del microfono B. Questo fa sì che, quando la direzione di provenienza dell'onda è quella indicata dalla freccia in figura, il livello letto, dalla sonda, tende a essere molto piccolo.

Spostando questa sonda rispetto ad una sorgente fissa otterremo in un certo istante un brusco cambiamento di lettura strumentale, segno che la pressione rilevata prima dal microfono A e successivamente dal microfono B ora viene letto prima dal microfono B e poi da A.

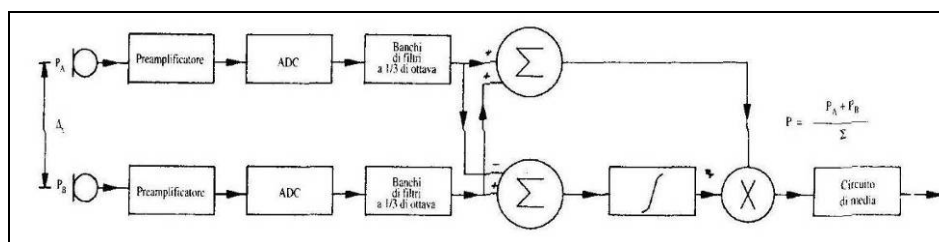
Il punto in cui avviene questo cambiamento di direzione ci indica una delle tre coordinate cartesiane spaziali necessarie per l'individuazione della sorgente come riportato nella seguente figura.



Direzionalità della sonda intensimetrica

Interpolando i dati così ottenuti si potranno costruire delle mappe di emissione sonora di cui più avanti vedremo alcuni esempi.

Il circuito elettronico che esegue questo calcolo è descritto nella figura seguente.



Schema a blocchi di un misuratore di intensità sonora

Si possono osservare i due distinti canali A e B che vengono da un lato sommati e dall'altro sottratti, infine dopo alcune operazioni i valori risultanti vengono moltiplicati ottenendo il valore dell'intensità sonora. Questo valore di intensità viene fornito filtrato in terzi di ottava o in ottave attraverso una serie di filtri digitali.

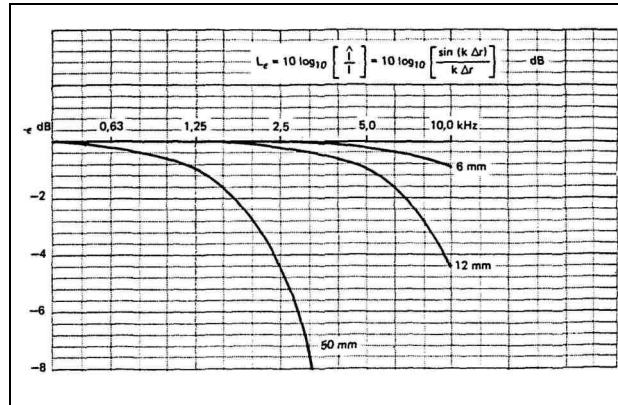
Questo è sicuramente un metodo molto diretto e non richiedendo molti passaggi, può essere considerato come un rilievo di intensità in tempo reale.

Esiste un altro metodo, per eseguire il rilievo dell'intensità sonora, che si basa sull'uso di un analizzatore in tempo reale a due canali con tecnica FFT (trasformata veloce di Fourier). In questo caso le frequenze vengono sintetizzate attraverso algoritmi matematici per cui viene rallentato notevolmente il calcolo dell'intensità sonora stessa.

3.1.2 Limitazioni nel rilievo dell'intensità sonora.

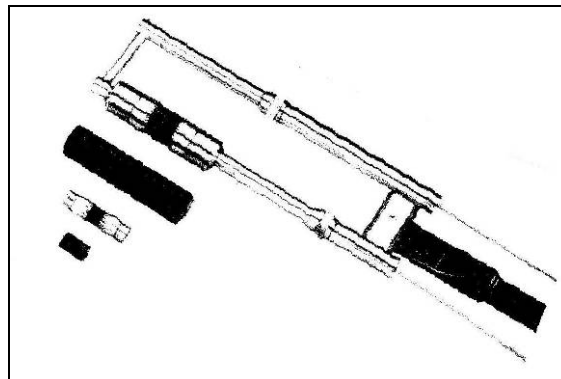
Si è già accennato alla prima grande limitazione della misura dell'intensità sonora: considerare un intervallo discreto Δr al posto di uno continuo. E' evidente infatti che le approssimazioni ottenute introducendo variazioni discrete al posto di una derivata continua nel calcolo della velocità particellare, sono valide solo se la lunghezza d'onda misurata è molto più grande del Δr che separa i microfoni.

I problemi iniziano quindi a sorgere per lunghezze d'onda piccole cioè in alta frequenza. Se possiamo esprimere l'errore di misura commesso in funzione delle frequenze per diverse distanze a cui vengono posti i microfoni otteniamo l'andamento descritto nel grafico seguente.

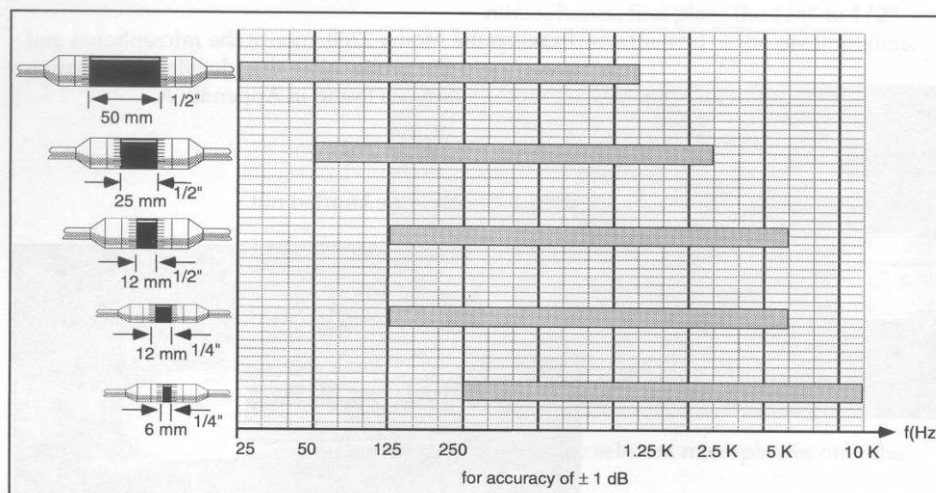


Limite alle alte frequenze in relazione allo spaziatore usato

Per poter misurare campi di frequenze diversi si possono quindi adottare diversi spaziatori e diversi tipi di microfoni come questi riportati nelle figure seguenti.



Sonda intensimetrica e spaziatori



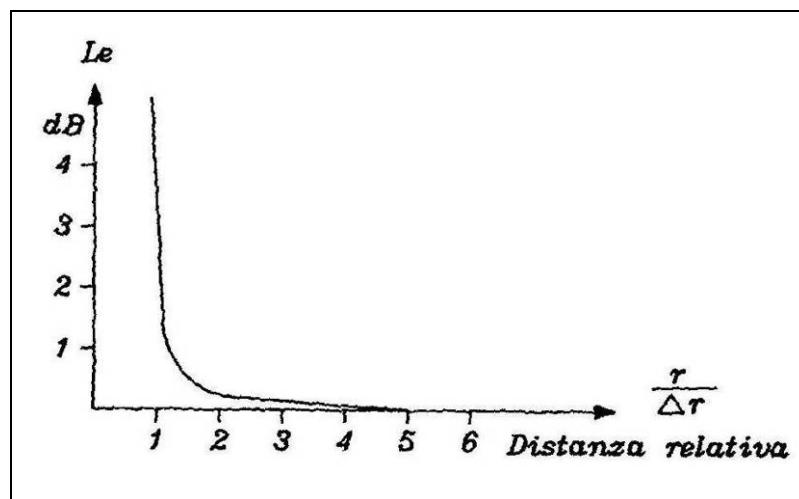
Campo di misura in frequenza in relazione alla diversa distanza tra i due microfoni

Come si può notare la possibilità di misurare frequenze alte viene notevolmente migliorata con l'adozione di microfoni da 1/4 di pollice e spaziatori molto piccoli.

Un secondo errore lo si può avere nella misura dell'intensità sonora in campo vicino.

In effetti, supponendo la sorgente puntiforme e con un tipo di irradiazione a monopolo, quando la misura viene eseguita a distanze paragonabili a quelle dello spaziatore tra i due microfoni si può incorrere in grossolani errori.

Rappresentando l'errore commesso in funzione del rapporto $r/\Delta r$ otteniamo il seguente grafico.



Errore dovuto alla distanza relativa

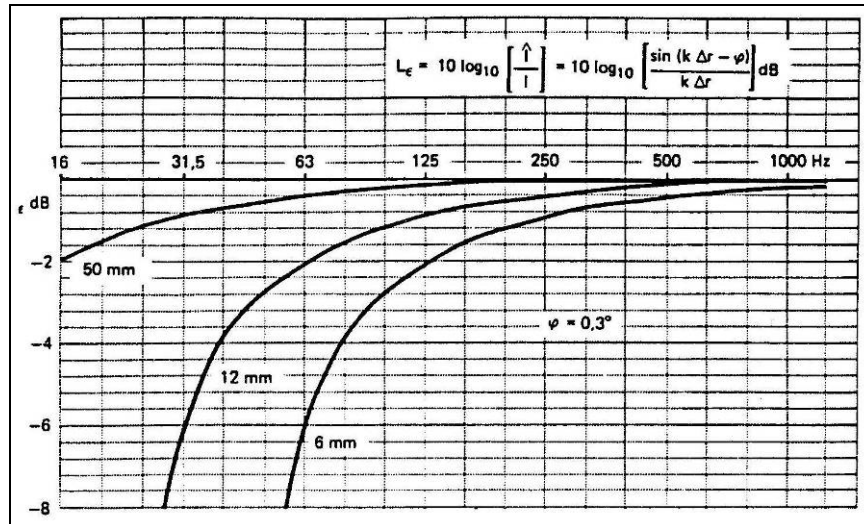
La distanza minima di misura, per non commettere errori, si differenzia a seconda del tipo di emissione sonora e aumenta con l'allontanarsi dalle condizioni di sorgente monopolo, come si può notare nella tabella seguente.

Tipo di sorgente	Errore di prossimità minore di 1 (dB)
Monopolo	> 1.1 r
Dipolo	> 1.6 r
Quadripolo	> 2.3 r

Errore in decibel legato al tipo di irradiazione della sorgente

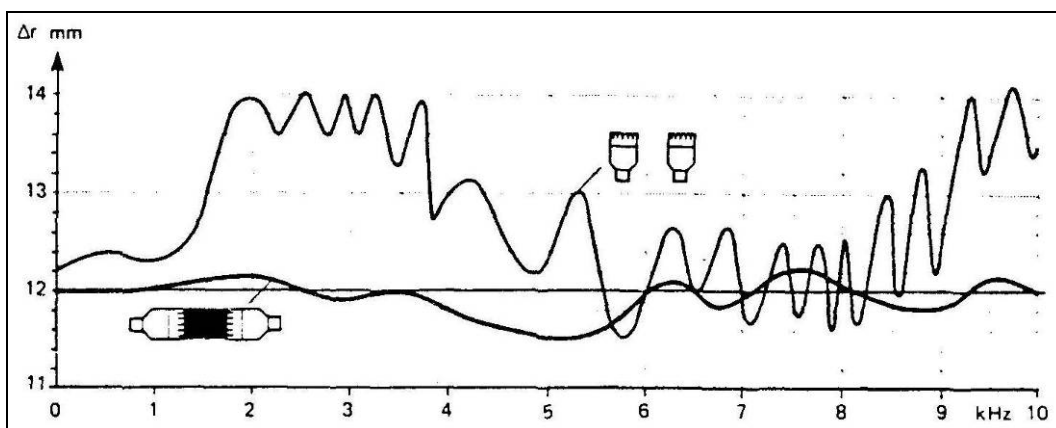
Uno dei problemi fondamentali nel rilievo dell'intensità sonora, rimane comunque la, sempre presente, differenza di fase tra i due canali alle diverse frequenze. Questa differenza si può avere sia sulla parte elettronica, che comunque è sempre più controllabile, sia sulle caratteristiche dei microfoni che possono solo essere selezionati ed accoppiati.

Il limite di misura in questo caso viene imposto sulle basse frequenze ed è più critico con microfoni ravvicinati piuttosto che nella configurazione faccia-a-faccia, come possiamo notare nel grafico seguente.



Limite alle basse frequenze in relazione allo spaziatore usato

Una differenza di fase dei due microfoni provoca inoltre uno spostamento del centro acustico degli stessi per cui la distanza Δr , sarà anch'essa funzione della frequenza. Come si può osservare nella seguente figura,

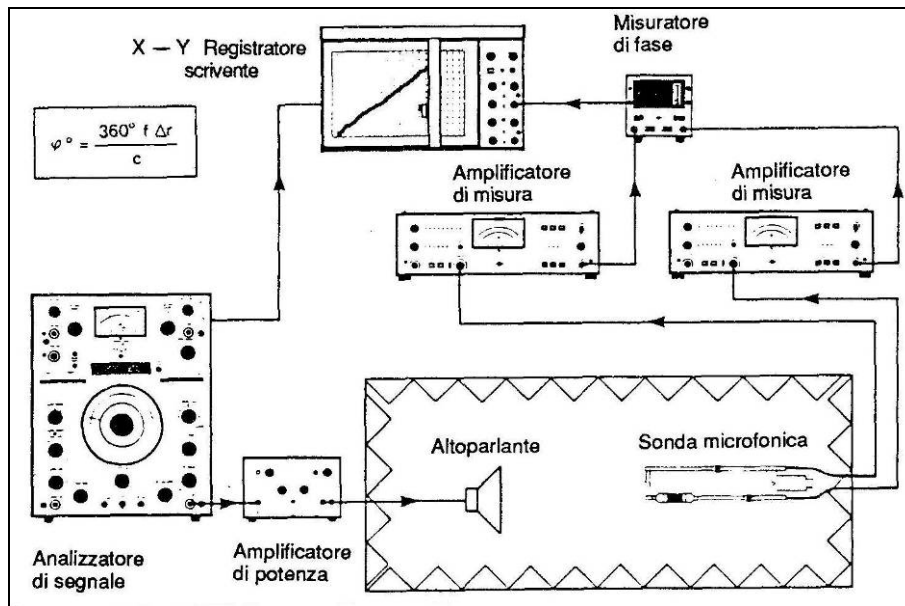


Errore di fase tra i due sistemi di posizionamento dei microfoni

vengono mostrate le risposte di due tipi di sistemi di sonda utilizzabili, cioè microfoni messi faccia a faccia e microfoni avvicinati di lato.

La scelta dei microfoni dovrà tener conto di tutti questi fattori, rendendo necessaria una accurata selezione ed una precisa taratura di tutta la catena.

Un sistema di calibrazione per rilevare la separazione del centro acustico dei microfoni è quello rappresentato nella seguente figura



Sistema di calibrazione della sonda intensimetrica

in cui si ha da un lato la parte di generazione (scansione sinusoidale di frequenza) e dall'altro la parte di analisi formata da due amplificatori di misura le cui uscite vengono ben analizzate da un misuratore di fase e successivamente il risultato viene riportato in forma grafica su un registratore X-Y.

3.1.3 Applicazioni dell'intensità sonora.

L'applicazione più importante è data sicuramente dalla possibilità di ricavare direttamente la potenza sonora emessa da una sorgente particolare.

La potenza sonora emessa da una sorgente ha un valore uguale all'integrale del prodotto scalare del vettore di intensità sonora per il vettore della superficie elementare associata, individuata su una qualunque superficie che circonda completamente la sorgente.

Ricordiamo la relazione esistente tra intensità sonora e potenza

$$W = \int_S I da = \int_S I_n da \quad [W]$$

dove:

I_n è il valore dell'intensità sonora nella direzione perpendicolare alla superficie di misura.

Eseguendo una media dei valori rilevati su questa superficie con tempi di integrazione sufficientemente lunghi, si potrà ricavare direttamente il valore della potenza sonora con il solo prodotto del valore di intensità mediata spazialmente per quello della superficie di involuppo.

Tutto questo senza ricorrere a misure in ambienti qualificati.

L'utilizzo dei valori di potenza rilevati con queste metodiche non è ancora previsto dalle vigenti raccomandazioni anche se la precisione diventa comparabile con i risultati ottenuti con i procedimenti di misura descritti nelle norme specifiche.

Le norme internazionali precedenti che descrivono i metodi per la determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore, principalmente la serie dalla ISO 3740 alla ISO 3747, indicano senza eccezione il livello di pressione sonora come la grandezza acustica primaria da misurare. La relazione tra il livello di intensità sonora e il livello di pressione sonora in qualunque punto dipende dalle caratteristiche della sorgente, dalle caratteristiche dell'ambiente di misurazione e dalla disposizione delle posizioni di misurazione rispetto alla sorgente. Perciò le norme dalla ISO 3740 alla ISO 3747 specificano necessariamente le caratteristiche della sorgente, le caratteristiche dell'ambiente di prova e le procedure di definizione, oltre ai metodi di misurazione che permettono di ridurre, entro limiti accettabili, l'incertezza della determinazione del livello di potenza sonora.

Le procedure specificate dalla ISO 3740 alla ISO 3747 non sono sempre applicabili, per le ragioni seguenti:

a) Se è richiesto un alto grado di precisione sono necessari costosi apparati di prova: sovente non è possibile installare e mettere in funzione apparecchiature di grandi dimensioni in tali installazioni.

b) Questi non possono essere utilizzati in presenza di livelli elevati di rumore residuo generato da sorgenti diverse da quelle allo studio.

Lo scopo della ISO 9614 è quello di specificare dei metodi grazie ai quali possano essere determinati i livelli di potenza sonora di sorgenti, entro limiti specifici di incertezza e in condizioni di prova che siano meno restrittive di quelle richieste dalla serie dalla ISO 3740 a ISO 3747. La potenza sonora è quella determinata in sito mediante il procedimento descritto nella prima parte della ISO 9614; è fisicamente una funzione dell'ambiente e, in alcuni casi, può essere differente dalla potenza sonora della stessa sorgente, determinata in altre condizioni.

La ISO 9614 completa la serie dalla ISO 3740 alla ISO 3747 che specificano diversi metodi per la determinazione dei livelli di potenza sonora di macchine ed apparecchiature. Si differenzia da queste norme internazionali soprattutto in tre aspetti:

- ✓ Vengono eseguite le misurazioni di intensità sonora e, contemporaneamente, di pressione sonora;
- ✓ L'incertezza del livello di potenza sonora determinato con il metodo specificato nella ISO 9614 è classificata in base ai risultati di prove ausiliarie specificate e di calcoli eseguiti congiuntamente alle misurazioni di prova;
- ✓ I limiti attuali della strumentazione per misure intensimetriche restringono le misurazioni alle bande di terzo di ottava comprese tra 50 Hz e 6,3 kHz. I valori ponderati A entro un numero limitato di bande sono determinati a partire dai valori componenti per bande di ottava e di terzo di ottava e non da misurazioni dirette ponderate A.

La ISO 9614 fornisce un metodo per la determinazione del livello di potenza sonora di una sorgente di rumore fissa a partire da misurazioni dell'intensità sonora su una superficie che circonda la sorgente. In teoria, l'integrale, su qualunque superficie che circonda completamente la sorgente, del prodotto scalare del vettore di Intensità sonora per il vettore della superficie elementare associata, fornisce la misura della potenza sonora emessa direttamente nell'aria da tutte le sorgenti comprese nella superficie circostante ed

esclude il suono emesso dalle sorgenti poste al di fuori di questa superficie. In presenza di sorgenti sonore che operano al di fuori della superficie di misurazione, qualunque sistema che si trovi compreso all'interno della superficie può assorbire una frazione dell'energia che riceve. La potenza sonora totale assorbita all'interno della superficie di misurazione appare come contributo negativo alla potenza della sorgente e può provocare un errore durante la determinazione della potenza sonora; per poter ridurre l'errore associato alla misurazione, è perciò necessario eliminare eventuali materiali fonoassorbenti che si trovino all'interno della superficie di misurazione e che non siano normalmente presenti durante il funzionamento della sorgente in prova.

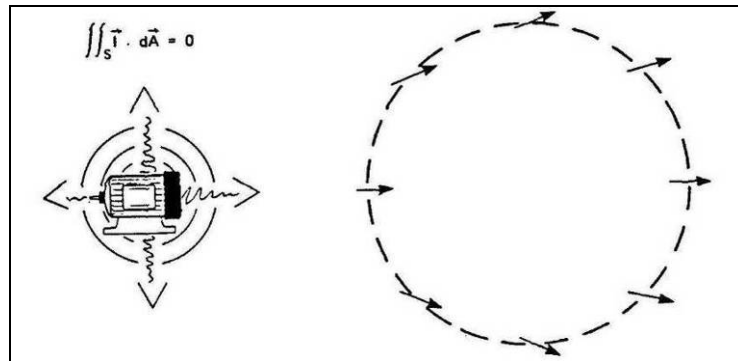
La prima parte della ISO 9614 si basa sul campionamento in punti discreti del campo di intensità sonora normale alla superficie di misurazione. L'errore di campionamento risultante è una funzione della variazione spaziale della componente di intensità normale sulla superficie di misurazione, che dipende dalla direttività della sorgente, dalla superficie di campionamento scelta, dalla distribuzione dei punti di campionamento e dalla vicinanza di sorgenti estranei al di fuori della superficie di misurazione.

La precisione di misurazione della componente normale dell'intensità sonora in un punto dipende dalla differenza tra il livello di pressione sonora locale e il livello di intensità sonora normale locale. Può verificarsi una grande differenza quando il vettore intensità nella posizione di misurazione forma un ampio angolo (prossimo a 90°) con la perpendicolare locale alla superficie di misurazione. In altri casi, il livello di pressione sonora locale può includere notevoli contributi provenienti da sorgenti situate all'esterno della superficie di misurazione, ma può essere associato ad un debole flusso netto di energia sonora, come nel caso di un campo riverberante in uno spazio chiuso; oppure il campo può essere notevolmente reattivo a causa della presenza di un campo vicino e/o in presenza di onde stazionarie.

Nel caso di misure di intensità sonora diretta i vantaggi sono molteplici, facciamo ora un breve riepilogo:

- a) Non esistono restrizioni sul tipo di campo sonoro che si utilizza per cui ci si può porre sia in campo vicino (con le raccomandazioni del caso) che in campo lontano facendo però variare il numero di punti di misura. Infatti per le misure in campo vicino l'elemento importante da prendere in considerazione è la direzionalità di emissione delle sorgenti; per avere un dato attendibile bisogna aumentare il numero dei punti di rilievo.
- b) Non viene richiesto nessun ambiente particolare per cui le misure di potenza possono essere eseguite in qualunque ambiente.
- c) La misura può anche essere eseguita in presenza di rumore esterno alla sorgente a patto che questo sia di carattere continuo.
- d) L'area su cui viene eseguita la media può avere qualunque forma. Questo diventa importante con sorgenti di grandi dimensioni e di forma strana.
- e) E' possibile analizzare sorgenti costituite da parti congiunte, sia come misura totale di emissione sia come misura parziale della singola struttura.

Se la sorgente è esterna alla superficie di misura, nel processo di integrazione il contributo di intensità da un lato della superficie sarà uguale e contrario a quello rilevato dal lato opposto per cui i due contributi si annullano e il risultato pertanto sarà pari a zero (questo se nella superficie di misura non esistono altre sorgenti, come nella seguente figura.



Applicazione del teorema di Gauss all'intensità sonora

Il dato di intensità sonora rilevata dall'integrazione sulla superficie sarà solo quello emesso internamente alla superficie stessa senza che questa sia influenzata da emissioni esterne.

Questo, diventa molto importante nella determinazione della potenza emessa da un singolo elemento di una struttura complessa dal punto di vista acustico.

3.1.4 Le misure eseguite sulle sorgenti

Nell'allegato specifico riportiamo tutti i dati relativi alla misura delle diverse sorgenti. Questi sono posti sotto forma di report, come mostrato nella figura sottostante. Sono state valutate anche le emissioni derivanti dalle barre che in presenza di umidità dell'aria generano rumore per il cosiddetto "effetto corona", anche se non è stato realizzare un vero e proprio report di misura.

Posizionamento: sorgente in normale funzionamento al centro della superficie di inviluppo
 Sorgente misurata: Frantumatore
 Superficie di inviluppo: 28 m²
 Incertezza associata (KWA): 1.4 dBA
 Indicatore di campo $L_{ij} > F_{ij}$ Si
 Indicatore di campo $F_{ij} \leq 3 \text{ dB}$ Si
 Strumentazione utilizzata: SINUS - Apollo 4 ch



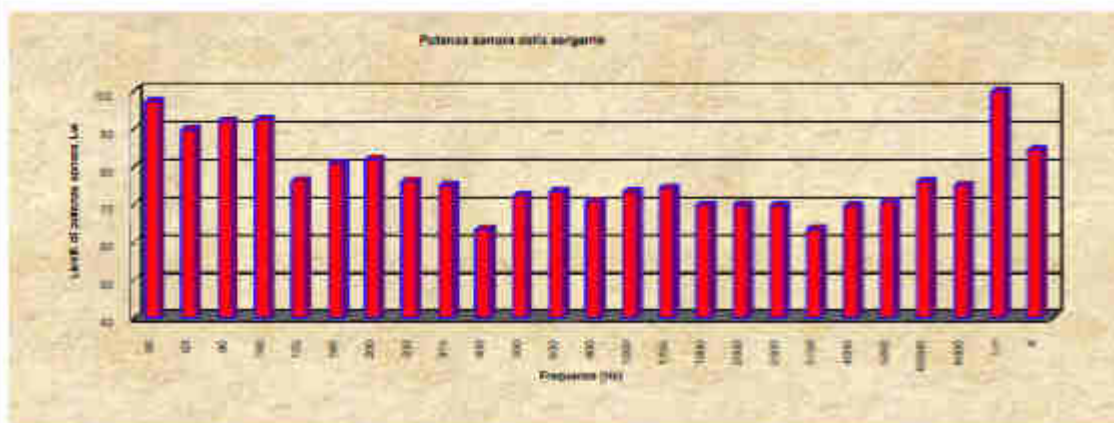
Freq (Hz)	L_{ij} (dB)	L_i (dB)	L_{re} (dB)
50	90.1	82.7	97.2
63	82.6	75.4	89.9
80	84.1	77.6	92.1
100	84.7	78.1	92.6
125	81.5	61.9	76.4
160	79.7	66.3	80.8
200	79.7	67.6	82.1
250	78.5	61.8	76.3
315	76.6	60.5	75.0
400	73.4	49.0	63.5
500	70.1	57.8	72.3
630	70.1	58.9	73.4
800	68.0	56.4	70.9
1000	67.8	58.8	73.3
1250	67.4	59.8	74.3
1600	65.7	55.2	69.7
2000	64.8	55.5	70.0
2500	65.0	55.2	69.7
3150	65.2	49.1	63.6
4000	65.4	55.1	69.6
5000	65.8	56.3	70.8
63000	66.3	61.6	78.1
8000	65.6	60.6	75.1
Lin	93.6		100.1
A	80.4		84.6

Tipologia superficie di inviluppo



Dimensioni superficie di inviluppo

Lunghezza (m) 2
 Larghezza (m) 2
 Altezza (m) 3
 Superficie di inviluppo (m²) 28



Esempio di report di una sorgente misurata

4 Modellistica matematica sul rumore

Diamo una breve descrizione del modello matematico utilizzato ai fini delle previsioni di impatto acustico in esame.

Grandezze considerate ai fini dell'attenuazione acustica

- Direttività della sorgente

Molto spesso nelle emissioni di rumore che avvengono a media ed alta frequenza osserviamo una certa direttività nell'emissione sonora della sorgente.

Dovremo quindi tenere conto di questa eventualità e considerare come livello di potenza sonora non tanto quello globale fornito ma un livello corretto che tenga conto di questa direttività

$$L_{wd} = L_w + D_c \quad [1]$$

dove:

L_{wd} è il livello di potenza sonora corretto (dB);

L_w è il livello di potenza sonora medio (dB);

D_c è la correzione da applicare al livello di potenza sonora (dB).

La condizione in cui il fattore correttivo $D_c=0$ dB indica che la sorgente è omnidirezionale o che comunque non possiede una spiccata direttività.

I termini che compongono D_c sono fondamentalmente due: l'indice di direttività (*directivity index* D_i) e l'indice di emissione sull'angolo solido (D_Ω).

$$D_c = D_i + D_\Omega \quad [2]$$

Il fattore di correzione D_Ω sarà:

$D_\Omega = 0$ dB emissione su 4π radianti (radiazione sferica sull'intero spazio);

$D_\Omega = 3$ dB emissione su 2π radianti (una superficie riflettente);

$D_\Omega = 6$ dB emissione su π radianti (due superfici riflettenti);

$D_\Omega = 9$ dB emissione su $\pi/2$ radianti (tre superfici riflettenti).

Questi fattori correttivi vanno bene seguendo il metodo di calcolo proposto in queste pagine, in quando l'influenza dell'assorbimento del terreno viene tenuta in conto nei prossimi paragrafi. Nel caso di metodi diversi in cui l'attenuazione del terreno non viene contemplata i valori saranno i seguenti:

- $D_{\Omega} = 0$ dB emissione su 4π radianti (radiazione sferica sull'intero spazio);
- $D_{\Omega} = 3$ dB emissione su 2π radianti (una superficie riflettente che non sia il terreno);
- $D_{\Omega} = 3$ dB emissione su π radianti (due superfici riflettenti di cui una il terreno);
- $D_{\Omega} = 6$ dB emissione su π radianti (due superfici riflettenti di cui nessuna sia il terreno);
- $D_{\Omega} = 6$ dB emissione su $\pi/2$ radianti (tre superfici riflettenti di cui una il terreno);
- $D_{\Omega} = 9$ dB emissione su $\pi/2$ radianti (tre superfici riflettenti).

Elementi di attenuazione sul percorso dell'onda acustica

Il livello di pressione sonora L_p presente nella posizione del ricevitore sarà fornita dal valore di partenza della potenza sonora a cui devono essere detratti i contributi di attenuazione.

$$L_p = L_{wd} - A \quad [3]$$

dove:

L_p è il livello di pressione sonora al ricevitore (dB);

L_{wd} è il livello di potenza sonora corretto (dB);

A è la correzione da applicare che tiene conto dei fattori di attenuazione (dB).

I fattori di assorbimento che concorrono nella formazione del nostro termine A possono essere riassunti nella seguente relazione:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{ter} + A_{rifl} + A_{dif} + A_{misc} \quad [4]$$

dove:

A_{div} è l'attenuazione per la divergenza geometrica (dB);

A_{atm} è l'attenuazione per le condizioni meteorologiche (dB);

A_{ter} è l'attenuazione del terreno (dB);

A_{rifl} è l'attenuazione per la riflessione su ostacoli (dB);

A_{dif} è l'attenuazione per effetti schermanti (dB);

A_{misc} è l'attenuazione per effetti diversi (dB).

Le condizioni del vento non entrano in questo contesto supponendole di entità non influente, per aree ad intensa presenza di vento si correggerà la direzionalità di emissione della sorgente.

4.1 Specifiche del modello matematico usato

Il modello matematico per acustica usato è Soundplan ver. 6.4 prodotto dalla Braunstein + Bernt GmbH.

È il modello acustico più diffuso e testato nel mondo e consente attraverso i suoi moduli di poter sopperire a tutte le problematiche di emissione delle diverse sorgenti presenti sul territorio.

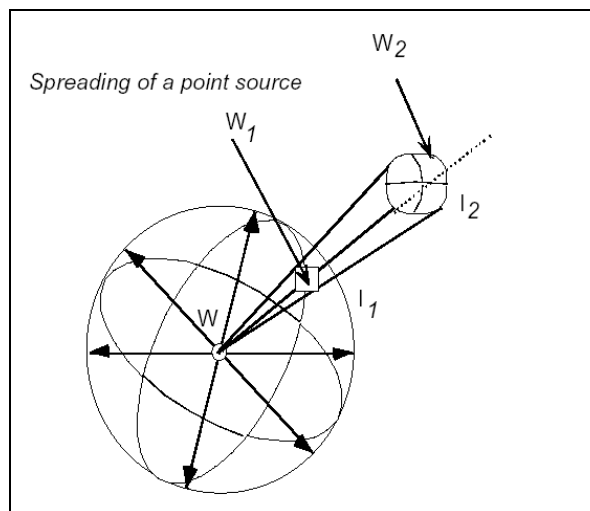
Il problema di un qualunque modello matematico è che questi sono nati per sparare fuori numeri e se non c'è un operatore in grado di capire se l'output sono cose sensate o meno il risultato può essere disastroso. Non a caso abbiamo sviluppato un capitolo dedicato alle incertezze associate alle valutazioni.

4.1.1 Tecnica di ritracciamento dei raggi (*Raytracing*)

Nel calcolo del livello presente nei diversi punti della rappresentazione spaziale della zona è stata utilizzata la tecnica di ritracciamento.

Vengono in sostanza sparati dei raggi che partono dalle diverse sorgenti e quando un raggio colpisce un ostacolo il punto di proiezione diventa esso stesso una sorgente di tipo puntiforme.

La situazione viene descritta nella figura seguente.



Emissione dei raggi di tracciamento

Viene infine calcolato il contributo dei diversi raggi che arrivano all'ascoltatore ipotetico come somma energetica dei livelli.

4.1.2 Le tipologie di sorgenti

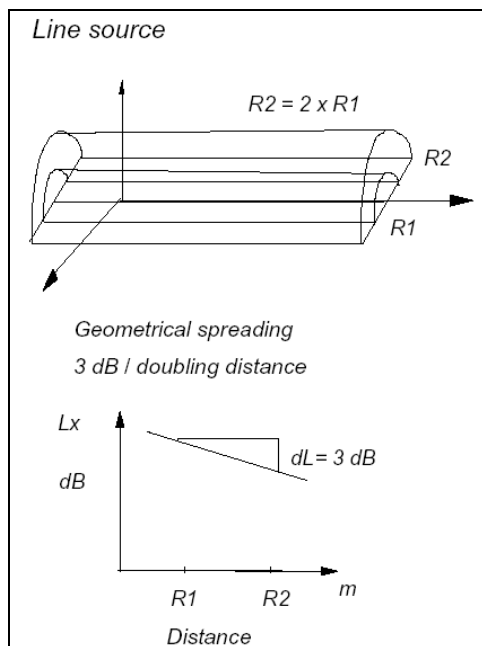
Come sappiamo le sorgenti possono essere considerate fondamentalmente di tre tipi:

- ✓ puntiformi
- ✓ lineiformi
- ✓ areali

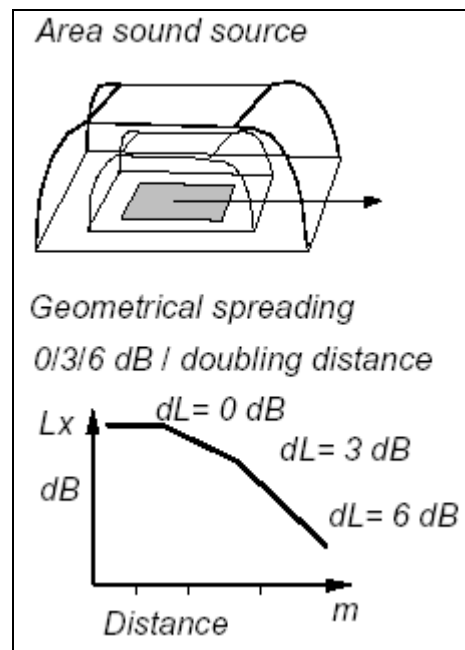
Per le sorgenti puntiformi vale la legge generale della divergenza geometrica per cui abbiamo che ad ogni raddoppio della distanza un'attenuazione di 6 dB del livello sonoro.

Nel caso di sorgente lineare, come in pratica sono rappresentate tutte le sorgenti varie abbiamo una situazione che viene descritta nella figura seguente.

Per le sorgenti areali la propagazione è una composizione delle diverse tipologie e diviene molto importante nella valutazione di impianti e strutture industriali.



Emissione di una sorgente lineiforme

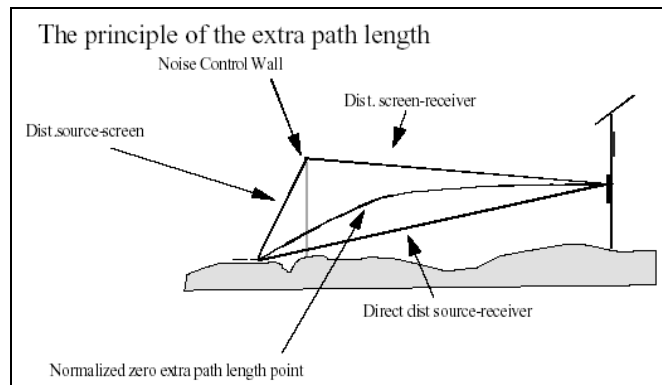


Emissione di una sorgente areale

4.1.3 La diffrazione degli ostacoli

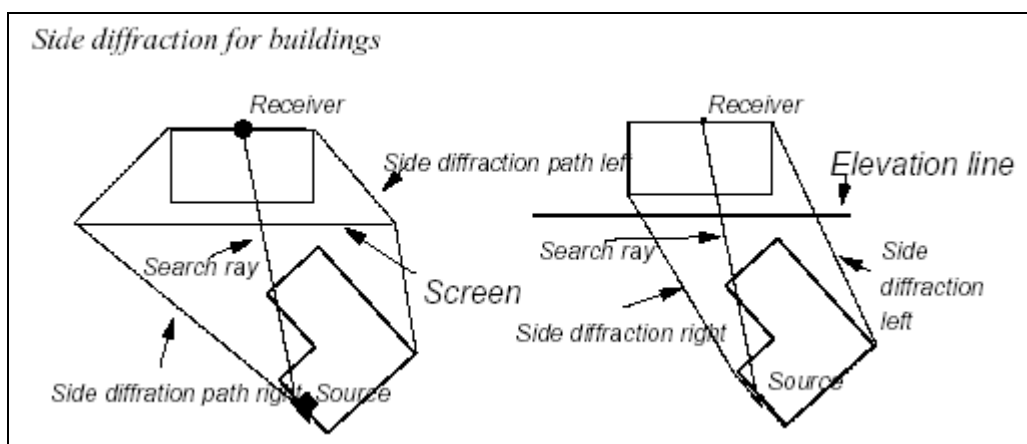
Elemento importante soprattutto per la caratterizzazione degli eventuali risanamenti sono le metodologie di calcolo per le barriere e gli eventuali ostacoli.

Nella figura sottostante si possono notare i diversi percorsi dell'onda acustica nel suo cammino quando incontra una barriera.



Diffrazioni verticali

All'interno del programma di calcolo vengono considerate non solo le diffrazioni dei bordi superiori di eventuali ostacoli (barriere, edifici, ecc.) ma anche le diffrazioni laterali, cosa molto importante nel caso di strutture industriali.

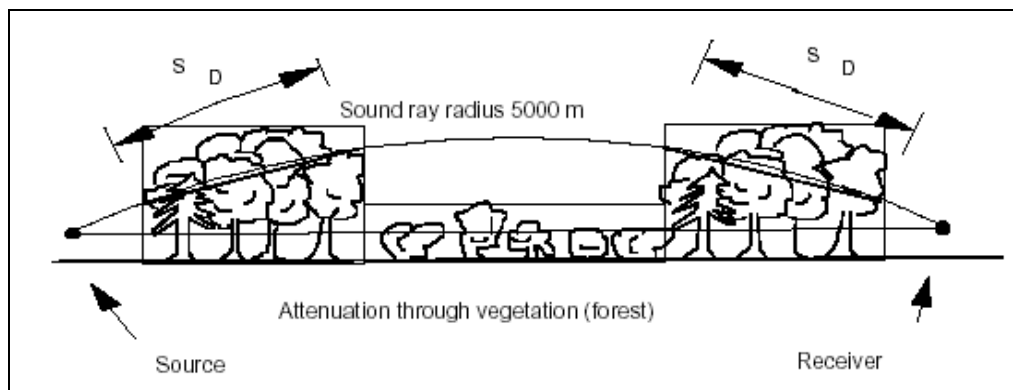


Diffrazioni laterali

4.1.4 L'assorbimento di elementi

Lungo il suo percorso l'onda sonora può incontrare elementi che assorbono parte dell'energia come può avvenire nel caso di boschi o di aree particolari con moltitudine di ostacoli.

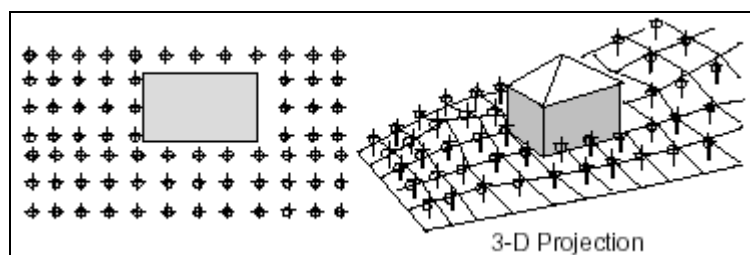
Nel programma è possibile considerare queste aree fornendo un valore di assorbimento per frequenza o semplicemente impostando la tipologia del fogliame.



Calcolo di una mappa ad una certa quota dal terreno

4.1.5 Quote di calcolo delle mappe

Le mappature sono ottenute ad una certa altezza relativa dal terreno in modo che anche in condizioni di morfologie particolari i livelli sono quelli che si misurerebbero andando su quel punto con un cavalletto di altezza pari alla quota scelta.



Calcolo di una mappa ad una certa quota dal terreno

4.2 Riferimenti normativi del modello utilizzato

Per quanto riguarda l'accuratezza del modello utilizzato va precisato che questo è stato verificato in molte condizioni reali anche nel nostro paese, e gli algoritmi di calcolo sono conformi alle seguenti linee guida e normative Europee:

- ISO 9613-1 "Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: Method of calculation of the attenuation of sound by atmospheric absorption"
- ISO 9613-2 "Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: A general method of calculation"
- VDI 2714 "Sound propagation outdoors"
- VDI 2720 "Noise control by screening"
- RLS90 "Guideline for noise protection along highways"
- SHALL 03 "Guideline for calculating sound immission of railroads"
- VDI 2751 "Sound radiation of industrial buildings"

5 Accuratezza delle misure e delle simulazioni

5.1 Accuratezza delle misure acustiche

I problemi relativi all'accuratezza della misura sono diversi ed in particolare dobbiamo tenere in considerazione:

- incertezza dello strumento;
- incertezza del sistema microfonico per esterni;
- variabilità dell'emissione della sorgente;
- condizioni atmosferiche;
- direttività dell'onda sonora incidente;
- campo sonoro nel punto di misura.

5.1.1 Incertezza dello strumento

Evitando di scavare troppo nelle problematiche metrologiche degli strumenti per il rilevamento del rumore, diciamo che la sola parte di analisi del segnale (il corpo dello strumento con il suo sistema di alimentazione senza microfono) una volta che è stato verificato presso un centro SIT ha un notevole livello di accuratezza che potremmo riassumere entro i 0,3 dB(A).

5.1.2 Incertezza della parte microfonica

Questa parte è sicuramente quella che della catena strumentale può avere più problemi. Infatti dobbiamo pensare che il microfono ed in particolare la membrana è sottoposta a escursioni termiche notevoli e non sempre il funzionamento continua a essere lineare. Anche l'umidità incide pesantemente sulla risposta del microfono in quanto questo è fondamentalmente un condensatore che ha come dielettrico l'aria e quando questa è umida variano le condizioni di movimento della membrana e della conducibilità dielettrica.

Dalle osservazioni svolte in molti anni di misure e in molteplici verifiche su sistemi di monitoraggio per esterni, la variabilità di risposta dei microfoni per esterni può essere contenuta entro 1 dB(A).

5.1.3 Variabilità delle condizioni emissive della sorgente

Se non avvengono fatti strani, come ad esempio per un'infrastruttura può essere un incidente stradale (anche se questi sono all'ordine del giorno), la ripetibilità emissiva di un insieme di sorgenti sul territorio è notevole e da giorno a giorno (almeno per i feriali) abbiamo valori medi globali che si discostano entro 1 dB(A).

La maggior variabilità del rumore emesso la si ha nel periodo notturno, dove i flussi di traffico sono di molto inferiori a quelli diurni e le velocità salgono.

5.1.4 Variabilità delle condizioni atmosferiche

Per il fatto stesso che le misure vengono eseguite all'aperto, questi elementi sono più importanti di quanto sembri. Una variazione della velocità dell'aria, anche modesta, può comportare una variazione di livello di alcuni dB(A), per cui è bene che le misure avvengano in condizioni pressoché stabili.

In condizioni di controllo dei parametri dove si hanno temperature comprese tra i 5 e i 35 °C, velocità dell'aria inferiore a 1 m/s e umidità compresa tra il 30 e il 90% con un normale sistema per esterni possiamo stare sotto un'incertezza di 0,5 dB(A).

5.1.5 Direttività dell'onda acustica incidente

Questa componente non è di grande rilevanza quando parliamo di rumore proveniente da infrastrutture viarie (che costituiscono, statisticamente, un contributo pari al 90% del clima acustico del territorio) in quanto le frequenze in gioco vanno dai 100 ai 1000 Hz.

5.1.6 Campo sonoro nel punto di misura

Questo elemento può avere una certa importanza se nelle vicinanze del punto di misura vi sono superfici riflettenti.

Sicuramente i valori rilevati ad una stessa distanza dal bordo dell'infrastruttura ma in due contesti di campo sonoro diversi possono portare a differenze di alcuni dB(A).

L'importante è che se questa misura è finalizzata alla taratura del modello matematico, ne si tenga conto in fase di simulazione.

5.1.7 Calcolo delle incertezze associate alle misure

Tenuto conto delle grandezze che intervengono nella determinazione del misurando, l'incertezza associata alle misure acustiche può essere espressa attraverso la relazione seguente

$$u^2(y) = \sum_{i=1}^n u_i^2(y)$$

La quantità $u_i(y)$ ($i = 1, 2, \dots, N$) è il contributo all'incertezza standard associata al valore stimato y di *output* risultante dall'incertezza standard associata x_i

$$u_i(y) = c_i u(x_i)$$

dove c_i è il coefficiente di sensibilità associato al valore stimato di *input* x_i , ad esempio la derivata parziale della funzione modello f rispetto ad X_i , valutata al valore stimato di *input* x_i ,

$$c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i} = \frac{\partial f}{\partial X_i} \Big|_{X_i = x_1 \dots X_N = x_N}$$

Il coefficiente di sensibilità c_i descrive l'estensione con la quale il valore dei dati di uscita y è influenzato dalle variazioni del valore stimato di *input* x_i .

Nel nostro caso, con le ampiezze di incertezza espresse nei punti precedenti, in condizioni meteo normali abbiamo un'incertezza totale sulla misura acustica pari a

$$u(m) = 1.64 \text{ dBA}$$

5.2 Accuratezza delle simulazioni acustiche

Gli elementi che concorrono all'incertezza dei dati forniti da una valutazione previsionale possono essere fondamentalmente riassunti nei seguenti punti:

- tipo di modello e utilizzatore di questo;
- dati delle potenze delle sorgenti in gioco;
- dati non considerati nella propagazione sonora;
- corretto inserimento della morfologia del territorio;
- riferimenti normativi del modello;
- taratura del modello;
- scelta dei parametri di calcolo.

5.2.1 Tipo di modello e utilizzo dello stesso

Vi sono in commercio diversi modelli matematici dedicati all'acustica con costi e prestazioni svariate. Non spetta a me dire quale è quello buono e quello non buono per lo specifico uso, di certo ve ne sono alcuni che sono molto approssimativi su queste problematiche e che, quantomeno, non danno modo di percepire un possibile errore valutativo.

In questo senso conta molto l'esperienza del modellista che oltre che tecnico competente ai sensi di legge deve avere anche una conoscenza profonda delle problematiche di propagazione delle onde sonore.

5.2.2 Dati di potenza sonora delle sorgenti

E' sicuramente il punto di partenza di una buona valutazione revisionale, se abbiamo un dato di partenza sbagliato difficilmente troveremo un dato di uscita corretto.

Questo elemento richiede forzatamente la distribuzione spettrale di emissione perché nei processi di propagazione la lunghezza d'onda è la componente che determina i fattori diffrattivi. Nel caso del rumore emesso da infrastrutture stradali abbiamo una serie di linee guida che variano in relazione alla nazione dove sono state sviluppate. Alcune lavorano sullo spettro altre sul valore globale.

La sorgente viene supposta con distribuzione lineare (per alcuni modelli la distribuzione è pseudo-lineare) e quindi abbiamo una propagazione di tipo cilindrico.

Il modelli propagativi da cui, inseriti i dati di volume di traffico, velocità e composizione, si ottengono i livelli sonori, sono fondamentalmente empirici e quindi fortemente dipendenti dalla tipologia e dalla manutenzione delle autovetture che in alcune zone potrebbero essere diverse da altre: per esempio in paesi come la Germania abbiamo un numero limitato di piccole cilindrate rispetto al nostro paese.

5.2.3 Dati non considerati nei modelli

Spesso i modelli lavorano su condizioni meteorologiche standardizzate per cui diventa difficile rapportarli alle misure di taratura se queste sono state eseguite in condizioni molto diverse.

5.2.4 Inserimento dati morfologici

Diventa difficile riprodurre la reale morfologia del territorio quando questo possiede una notevole variabilità: è il caso di zone con variazioni altimetriche, dove l'inserimento corretto dei valori di quota della strada e del terreno intorno creano non pochi problemi. L'assorbimento del terreno è anch'esso uno dei parametri delicati difficile da quantificare.

5.2.5 Riferimenti normativi del modello

Questo potrebbe sembrare un problema da poco, spesso siamo portati a pensare che la grande diversità tra una simulazione e l'altra sia fondamentalmente legata all'algoritmo di calcolo che viene utilizzato dal modello stesso, e invece dobbiamo osservare come esistano grandi differenze a seconda dei riferimenti normativi utilizzati.

Prendiamo ad esempio una situazione semplice:

- strada extraurbana;
- 10.000 veicoli sulle 24 ore di cui 9360 dalle ore 6 alle 22 e 640 dalle ore 22 alle 6;
- 20% di veicoli pesanti di giorno;
- 10% di pesanti di notte;
- velocità veicoli leggeri 70 km/h;
- velocità veicoli pesanti 50 km/h;
- simulazioni eseguite a 4 metri di altezza a distanza di 25, 50 e 100 metri dalla strada.

Nella tabella seguente è possibile osservare i valori ottenuti usando lo stesso modello ma con i riferimenti normativi diversi.

Norma	Diurno a 25 m	Notturmo a 25 m	Diurno a 50 m	Notturmo a 50 m	Diurno a 100 m	Notturmo a 100 m
<i>RLS 90</i>	66.6	56.1	61.4	50.8	57	46.4
<i>DIN 18005</i>	67.6	56.8	63.6	52.8	59.1	48.3
<i>Nordic</i>	70		64.8		58.4	
<i>RVS</i>	64.4	58.2	60.4	54.2	56.2	50
<i>NMPB</i>	72.5	61.7	67.4	56.5	60.8	49.9

Riferimenti normativi e confronto con diversi modelli

La ISO 9613 esprime, in condizioni meteorologiche favorevoli, l'accuratezza associabile alla previsione, in relazione alla distanza ed all'altezza del ricevitore come riportato nella tabella sottostante

Altezza media di ricevitore e sorgente (m)	Distanza (m) $0 < d < 100$	Distanza (m) $100 < d < 1000$
$0 < h < 5$	$\pm 3 \text{ dB}$	$\pm 3 \text{ dB}$
$5 < h < 30$	$\pm 1 \text{ dB}$	$\pm 3 \text{ dB}$

Accuratezza delle misure in relazione all'altezza del ricevitore

5.2.6 Scelta dei parametri di calcolo

Anche in questo caso vi possono essere diversità tra i risultati ottenuti modificando i parametri di calcolo del modello, come ad esempio avviene quando si vuole abbreviare i tempi di calcolo e si eseguono delle interpolazioni con una griglia molto estesa.

Il software comunque esegue l'interpolazione e quindi il risultato apparentemente sembra corretto ma in punti specifici le differenze possono essere notevoli.

5.2.7 Calcolo delle incertezze associate alle simulazioni

In questo caso, per quanto sopra esposto, diventa difficile quantificare in modo preciso e numerico i diversi parametri che concorrono a determinare l'incertezza dei valori di uscita di una simulazione matematica. In particolare sono così diversi i comportamenti umani di fronte a queste problematiche che conviene considerare questo parametro come un'incertezza di **Tipo B**.

Un'analisi delle differenze ottenibili dai diversi modelli matematici fu sviluppata nel 1995 al congresso dell'Associazione Italiana di Acustica" (supplemento degli atti del congresso), la memoria era "INTERCOMPARISON OF TRAFFIC NOISE COMPUTER SIMULATION" – R. Pompoli, A. Farina, P. Fausti, M. Bassanino, S. Invernizzi, L. Menini.

A questo test parteciparono 23 soggetti che attraverso i diversi modelli posseduti fornirono i risultati su situazioni semplici predefinite dagli autori.

Nella figura sottostante riportiamo dal quella memoria i grafici dei risultati su tre posizioni diverse di una simulazione.

Sulle ascisse abbiamo il numero del partecipante al test mentre sulle ordinate il livello previsto in un particolare punto ad una certa distanza dall'infrastruttura viaria.

Come si può osservare le differenze possono essere anche maggiori di 10 dB(A).

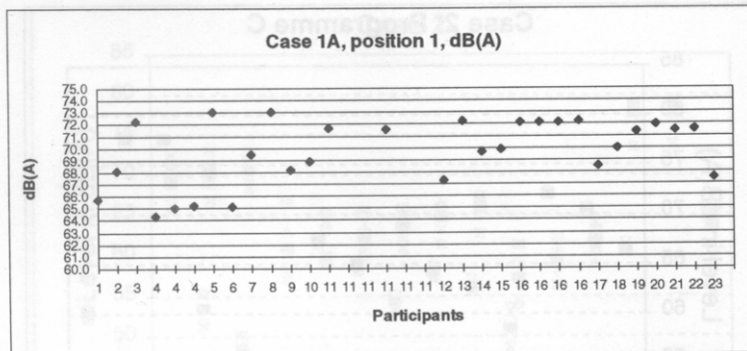


Fig. 17: $L_{med} = 69.7 \text{ dB(A)}$ $L_{max} - L_{min} = 8.7 \text{ dB(A)}$ $Std.Dev. = 2.66$

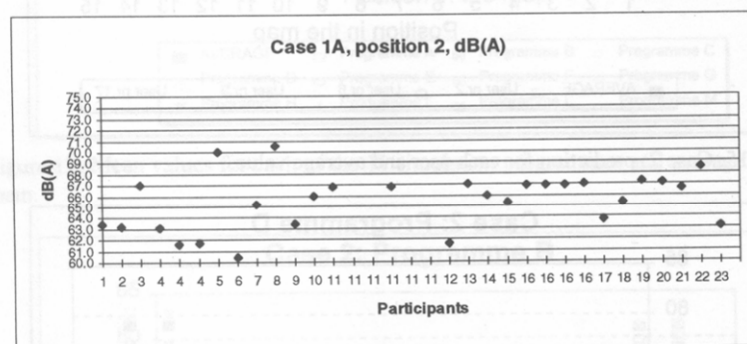


Fig. 18: $L_{med} = 65.5 \text{ dB(A)}$ $L_{max} - L_{min} = 10.1 \text{ dB(A)}$ $Std.Dev. = 2.47$

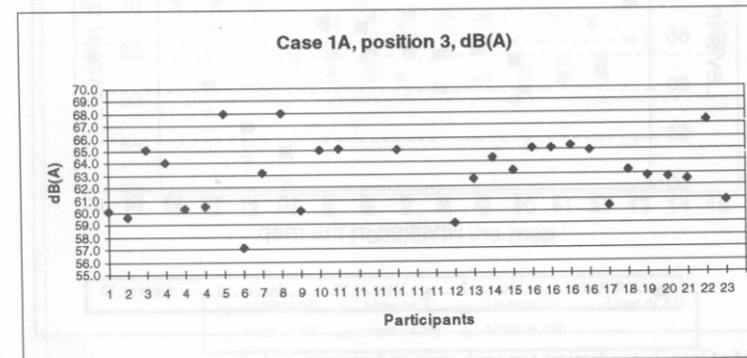


Fig. 19: $L_{med} = 63.1 \text{ dB(A)}$ $L_{max} - L_{min} = 10.9 \text{ dB(A)}$ $Std.Dev. = 2.69$

Grafici: incertezze associate a tre posizioni i simulazione

5.3 Miglioramento dell'accuratezza

Visti i valori non certo esigui di incertezza associata alle simulazioni è bene porsi l'obbiettivo di comprendere quali possono essere i parametri che ci consentono di migliorare l'accuratezza.

L'elemento principale che ci consente di limitare la variabilità dei risultati delle simulazioni sono le misure di taratura del modello e la veridicità dei dati di potenza sonora delle sorgenti.

Le misure di taratura del modello sono molto più importanti di quanto si possa credere : danno un riferimento metrologico alla simulazione che, come abbiamo visto, resta altrimenti in balia del riferimento normativo usato, del modello matematico acquistato e delle capacità personali del modellista.

Questo vuol dire che più costringiamo il modello ad adeguarsi alla misura acustica di taratura più accurato sarà il risultato ottenuto.

In pratica se la misura viene eseguita vicino ai ricevitori l'incertezza viene a diminuire per arrivare quasi a quella della sola misura: l'errore di cui potrebbe essere affetta sarà presente solo negli scenari futuri in relazione alle inesattezze dei dati delle sorgenti sonore inserite e agli effetti di diffrazione degli schermi che verranno posti.

5.4 Quali parametri misurare

A parte il rispetto delle richieste del DPCM del 16/3/98 (Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico) può essere importante avere una serie di indicatori statistici e spettrali che ci possono descrivere meglio la situazione di inquinamento acustico.

Avere questi dati su base oraria può in certi casi non essere sufficientemente descrittivo del fenomeno sonoro, e allora sarà necessario utilizzare intervalli di tempo inferiore anche se solo finalizzati ad un approfondimento delle problematiche emmissive.

5.5 La durata delle misure

Il DPCM del 16/3/98 sulle Tecniche di rilevamento, nel caso di traffico stradale, ci indica misure di una settimana e possiamo dire che questo periodo è effettivamente rappresentativo per poter osservare le differenze di rumore emesso nelle giornate festive e prefestive rispetto ai giorni feriali.

Per una situazione di identificazione del clima acustico presente sul territorio, vista la ripetitività già accennata, possono essere sufficienti una misura a 24 ore e alcune a breve termine.

Se le sorgenti sono principalmente di tipo industriale e l'andamento temporale è di tipo stazionario, allora saranno sufficienti un buon numero di misure a breve termine.

5.6 Il livello di accuratezza

Per la modellazione della situazione esistente, il livello di accuratezza, seguendo queste indicazioni, migliora fino a portarsi vicino all'accuratezza della sola misura. E' chiaro che quando si affrontano le simulazioni di stato futuro, con l'introduzione di sorgenti specifiche e con gli elementi di bonifica acustica (dossi o barriere), si possono introdurre nuove incertezze che vanno a peggiorare il valore di accuratezza globale.

La differenza in questa situazione si può avere su come un modello calcola, a differenza di un altro, le attenuazioni delle barriere. Analizzando le relazioni di Fresnel si può dire che l'ampiezza di errore dovrebbe essere limitata entro 1 dB(A), il che ci porta verso un'incertezza totale sulla simulazione pari a

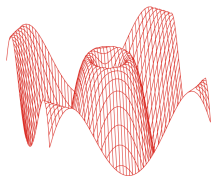
$$u(s) = 2.88 \text{ dBA}$$

Questo valore è la migliore accuratezza ottenibile ma, ribadiamo, solo nelle seguenti condizioni:

- strumentazione a norma tarata (presso un Centro Accredia) possibilmente negli ultimi sei mesi;
- misura di almeno 24 ore in vicinanza dei recettori più esposti;
- ulteriori misure di taratura di durata inferiore;
- morfologia non troppo complicata;
- condizioni atmosferiche stabili;
- corretto valore dello spettro di potenza delle diverse sorgenti modellizzate;
- situazione di normalità delle sorgenti in gioco.

Nel momento stesso in cui la misura non viene eseguita in prossimità dei recettori, per motivi di diverso genere, non ultimo l'impossibilità di accedere in proprietà private, il valore di incertezza sulla situazione preesistente può arrivare a 7- 8 dB(A).

APPENDICE 3



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 50208-A
Certificate of Calibration LAT 068 50208-A

- data di emissione
date of issue 2023-01-03
- cliente
customer L.C.E. SRL
20073 - OPERA (MI)
- destinatario
receiver L.C.E. SRL
20073 - OPERA (MI)

Si riferisce a

Referring to

- oggetto
item Analizzatore
- costruttore
manufacturer Svantek
- modello
model SVAN 948 Ch.4
- matricola
serial number 8871
- data di ricevimento oggetto
date of receipt of item 2023-01-03
- data delle misure
date of measurements 2023-01-03
- registro di laboratorio
laboratory reference Reg. 03

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

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

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

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

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

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

Direzione Tecnica
(Approving Officer)



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 50208-A
Certificate of Calibration LAT 068 50208-A

Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:

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

In the following, information is reported about:

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

Strumenti sottoposti a verifica
Instrumentation under test

Strumento	Costruttore	Modello	Matricola
Analizzatore	Svantek	SVAN 948 Ch.4	8871
Preamplificatore	Svantek	SV 12L	17201
Microfono	Brüel & Kjaer	4189	2513552

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

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando la procedura di taratura N. PTL 10 Rev 1.4.
Le verifiche effettuate sull'oggetto della taratura sono in accordo con il metodo interno di taratura basato sulla norma CEI EN 61672-3:2007.
I limiti riportati sono relativi alla classe di appartenenza dello strumento come definito nella norma CEI EN 61672-1:2003.
Nella tabella sottostante vengono riportati gli estremi dei campioni di riferimento dai quali ha inizio la catena della riferibilità del Centro.

Strumento	Matricola	Certificato	Data taratura	Data scadenza
Stazione meteo Ahlborn Almemo 2590+FHAD46-C2L00	H17121184+17110098	LAT N.128U-275/22	2022-02-15	2023-02-15
Multimetro Hewlett Packard 3458A	2823A24857	LAT 019 68708	2022-05-31	2023-05-31
Barometro digitale DRUCK DPI 150	3268333	LAT 128P-999/22	2022-11-21	2023-11-21
Pistonofono Brüel & Kjaer 4228	2034870	I.N.RI.M. 22-0082-03	2022-02-08	2023-02-08
Microfono Brüel & Kjaer 4134	1045598	I.N.RI.M. 22-0082-02	2022-02-07	2023-02-07

Condizioni ambientali durante le misure
Environmental parameters during measurements

Parametro	Di riferimento	Intervallo di validità	All'inizio delle misure	Alla fine delle misure
Temperatura / °C	23,0	da 20 a 26	24,2	24,2
Umidità / %	50,0	da 30 a 70	48,1	48,6
Pressione / hPa	1013,3	da 800 a 1050	1017,8	1017,5

Nella determinazione dell'incertezza non è stata presa in considerazione la stabilità nel tempo dell'oggetto in taratura.
Sullo strumento in esame sono state eseguite misure sia per via elettrica che per via acustica. Le misure per via elettrica sono state effettuate sostituendo alla capsula microfonica un adattatore capacitivo con impedenza elettrica equivalente a quella del microfono.
Tutti i dati riportati nel presente Certificato sono espressi in Decibel (dB). I valori di pressione sonora assoluta sono riferiti a 20 uPa.
Il numero di decimali riportato in alcune prove può differire dal numero di decimali visualizzati sullo strumento in taratura in quanto i valori riportati nel presente Certificato possono essere ottenuti dalla media di più letture.



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 50208-A
Certificate of Calibration LAT 068 50208-A

Capacità metrologiche del Centro
Metrological capabilities of the Laboratory

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

Grandezza	Strumento in taratura	Campo di misura	Condizioni di misura	Incertezza (*)
Livello di pressione acustica	Pistonofoni IEC 60942:2003 Livello di pressione acustica Frequenza	da 114 dB a 140 dB da 160 Hz a 315 Hz	da 160 Hz a 315 Hz da 114 dB a 140 dB	0,10 dB 0,04 %
	Pistonofoni IEC 60942:2017 Livello di pressione acustica Frequenza	da 94 dB a 140 dB da 160 Hz a 1,25 kHz	da 160 Hz a 1,25 kHz da 94 dB a 140 dB	0,10 dB 0,04 %
	Calibratori acustici IEC 60942:2003 Livello di pressione acustica Frequenza	da 94 dB a 114 dB da 160 Hz a 1,25 kHz	da 160 Hz a 1,25 kHz da 94 dB a 114 dB	0,10 dB 0,05 %
	Calibratori acustici IEC 60942:2017 Livello di pressione acustica Frequenza	da 90 dB a 125 dB da 160 Hz a 1,25 kHz	da 160 Hz a 1,25 kHz da 94 dB a 140 dB	0,10 dB 0,04 %
	Calibratori multifrequenza (1) Livello di pressione acustica Frequenza	da 94 dB a 140 dB da 31,5 Hz a 16 kHz	da 31,5 Hz a 16 kHz da 94 dB a 140 dB	da 0,10 dB a 0,49 dB 0,04 %
	Ponderazione "inversa A" Correzioni pressione/campo libero microfoni	da 94 dB a 114 dB da 94 dB a 114 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz da 31,5 Hz a 16 kHz	0,15 dB 0,12 dB
	Fonometri (2)	da 20 dB a 155 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,14 dB a 0,84 dB
	Fonometri (3)	da 20 dB a 150 dB	da 63 Hz a 16 kHz	da 0,07 dB a 0,45 dB
	Filtri a bande di terzi di ottava IEC 61260:1995 Filtri a bande di ottava IEC 61260:1995	da 20 dB a 150 dB da 20 dB a 150 dB	da 20 Hz a 20 kHz da 31,5 Hz a 8 kHz	da 0,1 dB a 1,0 dB da 0,1 dB a 1,0 dB
	Filtri a bande di terzi di ottava IEC 61260-3:2016 Filtri a bande di ottava IEC 61260-3:2016	da 20 dB a 150 dB da 20 dB a 150 dB	da 20 Hz a 20 kHz da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,19 dB a 0,50 dB da 0,19 dB a 0,50 dB
Sensibilità alla pressione acustica	Microfoni LS1 e LS2	124 dB	250 Hz	0,09 dB
	Microfoni LS2	94 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,11 dB a 0,22 dB
	Microfoni WS2	94 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,11 dB a 0,22 dB
	Microfoni WS2 (risposta di frequenza corretta per campo libero)	94 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,12 dB a 0,83 dB

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

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

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

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



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 50208-A
Certificate of Calibration LAT 068 50208-A

1. Documentazione

- La versione del firmware caricato sullo strumento in taratura è: 2.19.0 - 2.23.3.
- Manuale di istruzioni scaricato dal sito del costruttore (versione del Guigno 2004).
- Campo di misura di riferimento (nominale): 44,0 - 137,0 dB - Livello di pressione sonora di riferimento: 94,0 dB - Frequenza di verifica 1000 Hz.
- I dati di correzione del microfono 4189/4190 per campo libero a 0 gradi sono forniti dal costruttore del calibratore multifrequenza.
- Lo strumento non è stato sottoposto alle prove di valutazione del modello applicabili della IEC 61672-2:2002.
- Lo strumento 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. Tuttavia, nessuna dichiarazione o conclusione generale può essere fatta sulla conformità del fonometro a tutte le prescrizioni della IEC 61672-1:2002 poichè non è pubblicamente disponibile la prova, da parte di un'organizzazione di prova indipendente responsabile dell'approvazione dei modelli, per dimostrare che il modello di fonometro è risultato completamente conforme alle prescrizioni della IEC 61672-1:2002 e perchè le prove periodiche della IEC 61672-3:2006 coprono solo una parte limitata delle specifiche della IEC 61672-1:2002.

2. Ispezione preliminare ed elenco prove effettuate

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

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

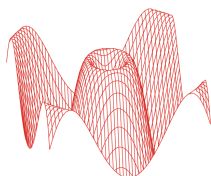
Prova	Esito
Rumore autogenerato	Positivo
Ponderazioni di frequenza con segnali acustici	Positivo
Ponderazioni di frequenza con segnali elettrici	Positivo
Ponderazioni di frequenza e temporali a 1 kHz	Positivo
Selettore campo misura	Positivo
Linearità livello campo misura riferimento	Positivo
Treni d'onda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

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

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

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

Calibrazione	
Calibratore acustico utilizzato	Quest QC-20 sn. QF2110036
Certificato del calibratore utilizzato	LAT 068 49625-A del 2022-09-05
Frequenza nominale del calibratore	1000,0 Hz
Livello atteso	94,1 dB
Livello indicato dallo strumento prima della calibrazione	94,1 dB
Livello indicato dallo strumento dopo la calibrazione	94,1 dB
E' stata effettuata una nuova calibrazione	NO



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 50208-A
Certificate of Calibration LAT 068 50208-A

4. Rumore autogenerato

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

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

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

Ponderazione di frequenza	Tipo di rumore	Rumore dB	Incertezza dB
A	Elettrico	13,3	1,0
C	Elettrico	14,5	1,0
Z	Elettrico	17,3	1,0
A	Acustico	18,3	1,0

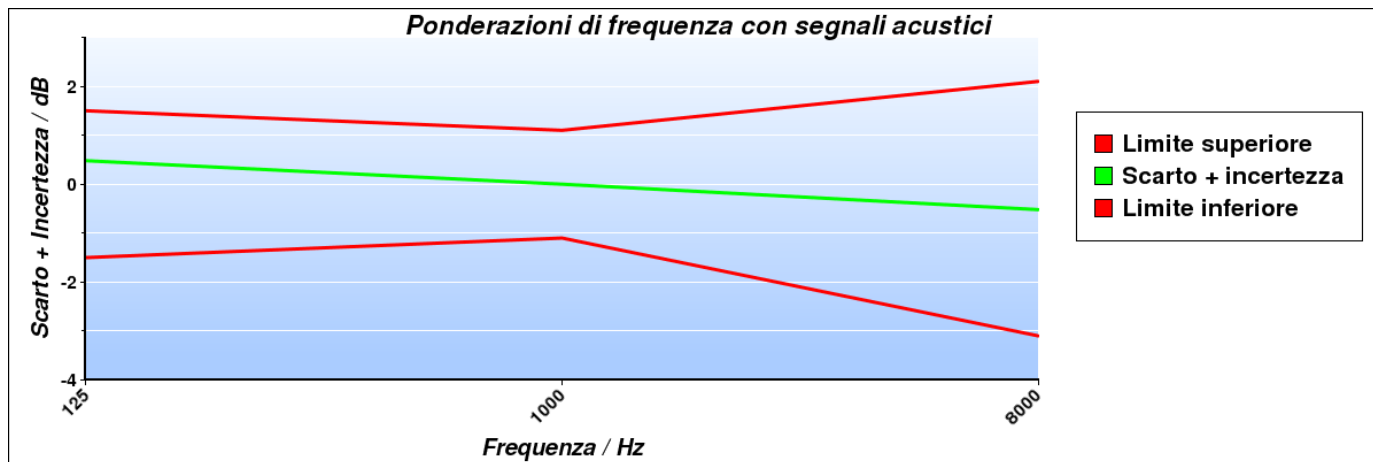
5. Prove di ponderazione di frequenza con segnali acustici

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

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

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

Frequenza nominale Hz	Correzione livello dB	Correzione microfono dB	Correzione accessorio dB	Letture corretta dB	Ponderazione C rilevata dB	Ponderazione C teorica dB	Incertezza dB	Scarto + incertezza dB	Limite Classe 1 dB
125	-0,08	0,00	0,00	94,18	-0,02	-0,20	0,30	0,48	±1,5
1000	0,00	0,10	0,00	94,20	0,00	0,00	0,30	Riferimento	±1,1
8000	-0,17	2,80	0,00	91,17	-3,03	-3,00	0,49	-0,52	+2,1/-3,1





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

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 50208-A
Certificate of Calibration LAT 068 50208-A

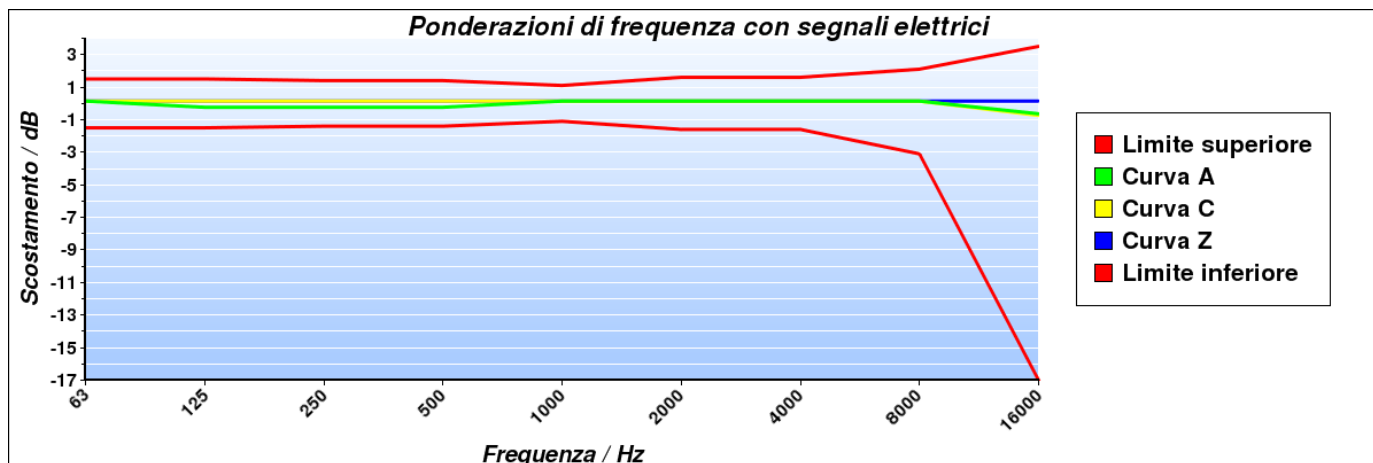
6. Prove delle ponderazioni di frequenza con segnali elettrici

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

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

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

Frequenza Hz	Curva A		Curva C		Curva Z		Incertezza dB	Limite Classe 1 dB
	Scarto medio dB	Scarto + incertezza dB	Scarto medio dB	Scarto + incertezza dB	Scarto medio dB	Scarto + incertezza dB		
63	0,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,14	0,14	±1,5
125	-0,10	-0,24	0,00	0,14	0,00	0,14	0,14	±1,5
250	-0,10	-0,24	0,00	0,14	0,00	0,14	0,14	±1,4
500	-0,10	-0,24	0,00	0,14	0,00	0,14	0,14	±1,4
1000	0,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,14	0,14	±1,1
2000	0,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,14	0,14	±1,6
4000	0,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,14	0,14	±1,6
8000	0,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,14	0,14	+2,1/-3,1
16000	-0,50	-0,64	-0,60	-0,74	0,00	0,14	0,14	+3,5/-17,0





CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 50208-A
Certificate of Calibration LAT 068 50208-A

7. Ponderazioni di frequenza e temporali a 1 kHz

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

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

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

Ponderazione	Riferimento dB	Scarto dB	Incertezza dB	Scarto + incertezza / dB	Limite Classe 1 / dB
C	94,00	0,00	0,07	0,07	±0,4
Z	94,00	0,00	0,07	0,07	±0,4
Slow	94,00	0,00	0,07	0,07	±0,3
Leq	94,00	0,00	0,07	0,07	±0,3

8. Linearità di livello comprendente il selettore (comando) del campo di misura

Descrizione: Tramite questa prova vengono verificati gli errori di linearità dei campi di misura non di riferimento e gli errori introdotti dal selettore del campo di misura. La verifica dell'errore introdotto dal selettore viene effettuata con un segnale elettrico sinusoidale ad una frequenza di 1 kHz regolato per fornire l'indicazione del livello di pressione sonora di riferimento, pari a 94,0 dB, nel campo di misura di riferimento. Per la verifica degli errori di linearità si utilizza un segnale elettrico sinusoidale, calcolato a partire dal segnale che produce il livello di riferimento nel campo di misura principale, che dia un'indicazione di 5 dB inferiore al limite superiore, specificato nel manuale di istruzioni, per quel campo di misura ad 1 kHz.

Impostazioni: Ponderazione temporale Fast, ponderazione di frequenza A e tutti i campi di misura non di riferimento.

Lecture: Per ciascun campo di misura da verificare, si legge sullo strumento l'indicazione con ponderazione temporale Fast o media temporale.

Campo di misura dB	Livello atteso dB	Lettura media dB	Scarto medio dB	Incertezza dB	Scarto + incertezza dB	Limite Classe 1 dB
24-115 (Max-5)	110,00	110,00	0,00	0,14	0,14	±1,1
24-115 (Rif.)	94,00	94,00	0,00	0,14	0,14	±1,1



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 50208-A
Certificate of Calibration LAT 068 50208-A

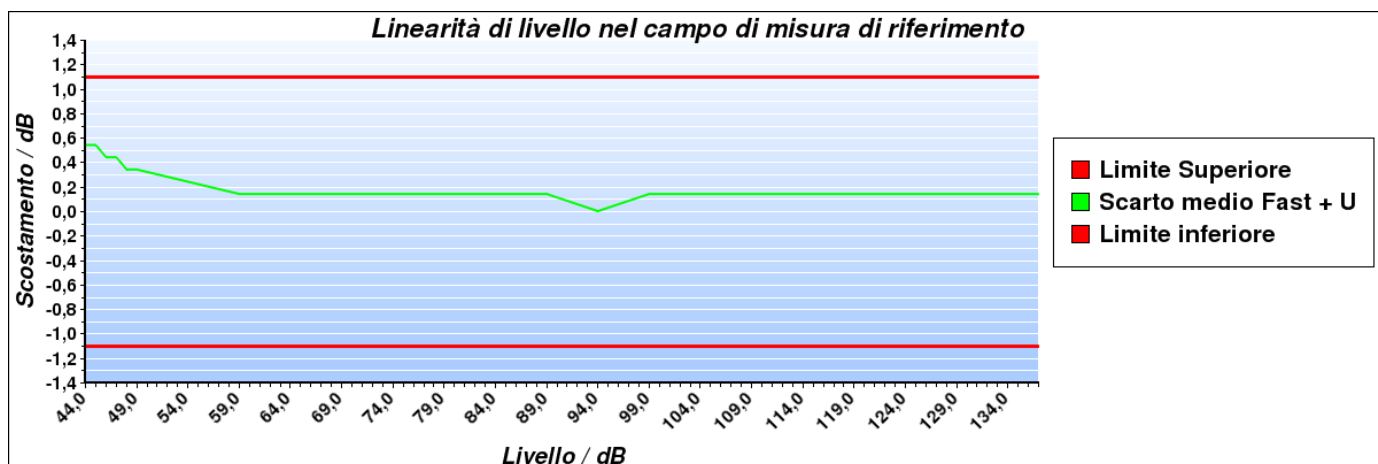
9. Linearità di livello nel campo di misura di riferimento

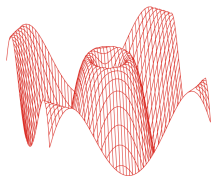
Descrizione: La linearità di livello viene verificata con segnali elettrici sinusoidali stazionari ad una frequenza di 8 kHz. La prova inizia con il segnale di ingresso regolato per indicare 94,0 dB e aumentando il livello del segnale di ingresso di gradini di 5 dB fino a 5 dB dal limite superiore per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

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

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

Livello generato dB	Incertezza dB	Scarto medio dB	Scarto + incertezza dB	Limite Classe 1 dB	Livello generato dB	Incertezza dB	Scarto medio dB	Scarto + incertezza dB	Limite Classe 1 dB
94,0	0,14	Riferimento	--	±1,1	89,0	0,14	0,00	0,14	±1,1
99,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	84,0	0,14	0,00	0,14	±1,1
104,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	79,0	0,14	0,00	0,14	±1,1
109,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	74,0	0,14	0,00	0,14	±1,1
114,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	69,0	0,14	0,00	0,14	±1,1
119,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	64,0	0,14	0,00	0,14	±1,1
124,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	59,0	0,14	0,00	0,14	±1,1
129,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	54,0	0,14	0,10	0,24	±1,1
132,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	49,0	0,14	0,20	0,34	±1,1
133,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	48,0	0,14	0,20	0,34	±1,1
134,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	47,0	0,14	0,30	0,44	±1,1
135,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	46,0	0,14	0,30	0,44	±1,1
136,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	45,0	0,14	0,40	0,54	±1,1
137,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	44,0	0,14	0,40	0,54	±1,1
94,0	0,14	Riferimento	--	±1,1					





CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 50208-A
Certificate of Calibration LAT 068 50208-A

10. Risposta a treni d'onda

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

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

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

Ponderazione di frequenza	Durata Burst ms	Livello atteso dB	Letture media dB	Scarto medio dB	Incertezza dB	Scarto + incertezza dB	Limite Classe 1 dB
Fast	200	133,00	133,00	0,00	0,17	0,17	±0,8
Slow	200	126,60	126,60	0,00	0,17	0,17	±0,8
SEL	200	127,00	126,90	-0,10	0,17	-0,27	±0,8
Fast	2	116,00	115,90	-0,10	0,17	-0,27	+1,3/-1,8
Slow	2	107,00	106,90	-0,10	0,17	-0,27	+1,3/-3,3
SEL	2	107,00	106,90	-0,10	0,17	-0,27	+1,3/-1,8
Fast	0,25	107,00	106,80	-0,20	0,17	-0,37	+1,3/-3,3
SEL	0,25	98,00	97,80	-0,20	0,17	-0,37	+1,3/-3,3

11. Livello sonoro di picco C

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

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

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

Tipo di segnale	Livello di riferimento dB	Livello atteso dB	Letture media dB	Scarto medio dB	Incertezza dB	Scarto + incertezza dB	Limite Classe 1 dB
1 ciclo 8 kHz	132,00	135,40	135,40	0,00	0,19	0,19	±2,4
½ ciclo 500 Hz +	132,00	134,40	134,30	-0,10	0,19	-0,29	±1,4
½ ciclo 500 Hz -	132,00	134,40	134,30	-0,10	0,19	-0,29	±1,4

12. Indicazione di sovraccarico

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

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

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

Livello di riferimento dB	½ ciclo positivo dB	½ ciclo negativo dB	Differenza dB	Incertezza dB	Differenza + incertezza dB	Limite Classe 1 dB
137,0	135,0	134,8	0,2	0,17	0,37	±1,8

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



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 50209-A
Certificate of Calibration LAT 068 50209-A

- data di emissione
date of issue 2023-01-03
- cliente
customer L.C.E. SRL
20073 - OPERA (MI)
- destinatario
receiver L.C.E. SRL
20073 - OPERA (MI)

Si riferisce a

Referring to

- oggetto
item Filtri 1/3 ottave
- costruttore
manufacturer Svantek
- modello
model SVAN 948 Ch.4
- matricola
serial number 8871
- data di ricevimento oggetto
date of receipt of item 2023-01-03
- data delle misure
date of measurements 2023-01-03
- registro di laboratorio
laboratory reference Reg. 03

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

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

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

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

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

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

Direzione Tecnica
(Approving Officer)



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 50209-A
Certificate of Calibration LAT 068 50209-A

Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:

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

In the following, information is reported about:

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

Strumenti sottoposti a verifica
Instrumentation under test

Strumento	Costruttore	Modello	Matricola
Filtri 1/3 ottave	Svantek	SVAN 948 Ch.4	8871

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

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando la procedura di taratura N. PTL 09 rev. 4.7.
Le verifiche effettuate sull'oggetto della taratura sono in accordo con il metodo interno di taratura basato sulla norma CEI EN 61260:1997.
Le tolleranze riportate sono relative alla classe di appartenenza dello strumento come definito nella norma CEI EN 61260:1997.
Nella tabella sottostante vengono riportati gli estremi dei campioni di riferimento dai quali ha inizio la catena della riferibilità del Centro.

Strumento	Matricola	Certificato	Data taratura	Data scadenza
Stazione meteo Ahlborn Almemo 2590+FHAD46-C2L00	H17121184+17110098	LAT N.128U-275/22	2022-02-15	2023-02-15
Multimetro Hewlett Packard 3458A	2823A24857	LAT 019 68708	2022-05-31	2023-05-31
Barometro digitale DRUCK DPI 150	3268333	LAT 128P-999/22	2022-11-21	2023-11-21

Condizioni ambientali durante le misure
Environmental parameters during measurements

Parametro	Di riferimento	Intervallo di validità	All'inizio delle misure	Alla fine delle misure
Temperatura / °C	23,0	da 20 a 26	24,2	24,2
Umidità / %	50,0	da 30 a 70	48,7	48,8
Pressione / hPa	1013,3	da 800 a 1050	1017,5	1017,3

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

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

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



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 50209-A
Certificate of Calibration LAT 068 50209-A

Capacità metrologiche del Centro
Metrological capabilities of the Laboratory

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

Grandezza	Strumento in taratura	Campo di misura	Condizioni di misura	Incertezza (*)
Livello di pressione acustica	Pistonofoni IEC 60942:2003 Livello di pressione acustica Frequenza	da 114 dB a 140 dB da 160 Hz a 315 Hz	da 160 Hz a 315 Hz da 114 dB a 140 dB	0,10 dB 0,04 %
	Pistonofoni IEC 60942:2017 Livello di pressione acustica Frequenza	da 94 dB a 140 dB da 160 Hz a 1,25 kHz	da 160 Hz a 1,25 kHz da 94 dB a 140 dB	0,10 dB 0,04 %
	Calibratori acustici IEC 60942:2003 Livello di pressione acustica Frequenza	da 94 dB a 114 dB da 160 Hz a 1,25 kHz	da 160 Hz a 1,25 kHz da 94 dB a 114 dB	0,10 dB 0,05 %
	Calibratori acustici IEC 60942:2017 Livello di pressione acustica Frequenza	da 90 dB a 125 dB da 160 Hz a 1,25 kHz	da 160 Hz a 1,25 kHz da 94 dB a 140 dB	0,10 dB 0,04 %
	Calibratori multifrequenza (1) Livello di pressione acustica Frequenza	da 94 dB a 140 dB da 31,5 Hz a 16 kHz	da 31,5 Hz a 16 kHz da 94 dB a 140 dB	da 0,10 dB a 0,49 dB 0,04 %
	Ponderazione "inversa A" Correzioni pressione/campo libero microfoni	da 94 dB a 114 dB da 94 dB a 114 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz da 31,5 Hz a 16 kHz	0,15 dB 0,12 dB
	Fonometri (2)	da 20 dB a 155 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,14 dB a 0,84 dB
	Fonometri (3)	da 20 dB a 150 dB	da 63 Hz a 16 kHz	da 0,07 dB a 0,45 dB
	Filtri a bande di terzi di ottava IEC 61260:1995 Filtri a bande di ottava IEC 61260:1995	da 20 dB a 150 dB da 20 dB a 150 dB	da 20 Hz a 20 kHz da 31,5 Hz a 8 kHz	da 0,1 dB a 1,0 dB da 0,1 dB a 1,0 dB
	Filtri a bande di terzi di ottava IEC 61260-3:2016 Filtri a bande di ottava IEC 61260-3:2016	da 20 dB a 150 dB da 20 dB a 150 dB	da 20 Hz a 20 kHz da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,19 dB a 0,50 dB da 0,19 dB a 0,50 dB
Sensibilità alla pressione acustica	Microfoni LS1 e LS2	124 dB	250 Hz	0,09 dB
	Microfoni LS2	94 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,11 dB a 0,22 dB
	Microfoni WS2	94 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,11 dB a 0,22 dB
	Microfoni WS2 (risposta di frequenza corretta per campo libero)	94 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,12 dB a 0,83 dB

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

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

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

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



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 50209-A
 Certificate of Calibration LAT 068 50209-A

1. Ispezione preliminare

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

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

2. Modalità e condizioni di misura

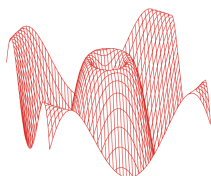
Descrizione: Vengono qui riportate le impostazioni e le caratteristiche dello strumento rilevanti ai fini della Taratura.

Impostazioni	
Frequenza di campionamento	51,20 kHz
Sistema di calcolo	base due
Attenuazione di riferimento	non specificata

3. Attenuazione relativa

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

Frequenza normalizzata f/fm	Attenuazioni rilevate dB					Limiti Classe 1 dB	Incertezza dB
	Filtro a 20 Hz	Filtro a 125 Hz	Filtro a 400 Hz	Filtro a 4000 Hz	Filtro a 20000 Hz		
0,18400	>80,00	77,50	78,00	77,20	>80,00	+70/+∞	1,00
0,32578	76,50	61,10	62,00	61,20	74,40	+61/+∞	0,80
0,52996	52,40	44,20	44,70	44,20	49,50	+42/+∞	0,30
0,77181	20,90	21,90	21,50	21,90	20,40	+17,5/+∞	0,20
0,89090	3,30	3,00	3,00	3,10	3,00	+2,0/+5,0	0,20
0,91932	1,00	0,20	0,40	0,20	0,80	-0,3/+1,3	0,12
0,94702	0,40	0,10	-0,00	0,10	0,10	-0,3/+0,6	0,12
0,97394	0,10	0,10	-0,00	0,10	0,10	-0,3/+0,4	0,12
1,00000	0,10	-0,00	-0,00	0,10	-0,00	-0,3/+0,3	0,12
1,02676	0,10	-0,00	-0,00	0,10	-0,00	-0,3/+0,4	0,12
1,05594	0,10	-0,00	-0,00	0,10	0,20	-0,3/+0,6	0,12
1,08776	0,50	-0,00	0,20	0,10	0,70	-0,3/+1,3	0,12
1,12246	3,00	3,00	3,00	3,00	2,90	+2,0/+5,0	0,20
1,29565	30,90	35,10	27,70	35,10	58,80	+17,5/+∞	0,20
1,88695	>90,00	>90,00	>90,00	>90,00	>90,00	+42,0/+∞	0,30
3,06955	>90,00	>90,00	>90,00	>90,00	>90,00	+61/+∞	0,80
5,43474	>90,00	>90,00	>90,00	>90,00	>90,00	+70/+∞	1,00



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 50209-A
 Certificate of Calibration LAT 068 50209-A

4. Campo di funzionamento lineare

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

Filtro a 20 Hz		Filtro a 400 Hz		Filtro a 20000 Hz		Limiti Classe 1 dB	Incertezza dB
Livello Nominale dB	Scarto dB	Livello Nominale dB	Scarto dB	Livello Nominale dB	Scarto dB		
137,0	0,00	137,0	0,00	137,0	0,00	±0,4	0,14
136,0	0,00	136,0	0,00	136,0	0,00	±0,4	0,14
135,0	0,00	135,0	0,00	135,0	0,00	±0,4	0,14
134,0	0,00	134,0	0,00	134,0	0,00	±0,4	0,14
133,0	0,00	133,0	0,00	133,0	0,00	±0,4	0,14
132,0	0,00	132,0	0,00	132,0	0,00	±0,4	0,14
127,0	0,00	127,0	0,00	127,0	0,00	±0,4	0,14
122,0	0,00	122,0	0,00	122,0	0,00	±0,4	0,14
117,0	0,00	117,0	0,00	117,0	0,00	±0,4	0,14
112,0	0,00	112,0	0,00	112,0	0,00	±0,4	0,14
107,0	0,00	107,0	0,00	107,0	0,00	±0,4	0,14
102,0	0,00	102,0	0,00	102,0	0,00	±0,4	0,14
97,0	0,00	97,0	0,00	97,0	0,00	±0,4	0,14
92,0	0,00	92,0	0,00	92,0	0,00	±0,4	0,14
91,0	0,00	91,0	0,00	91,0	0,00	±0,4	0,14
90,0	0,00	90,0	0,00	90,0	-0,10	±0,4	0,14
89,0	0,00	89,0	0,00	89,0	-0,10	±0,4	0,14
88,0	0,00	88,0	0,00	88,0	-0,10	±0,4	0,14
87,0	0,00	87,0	0,00	87,0	-0,10	±0,4	0,14

5. Filtri anti-ribaltamento

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

Frequenza nominale filtro Hz	Frequenza esatta filtro Hz	Frequenza generata Hz	Attenuazione rilevata dB	Attenuazione minima Classe 1 dB	Incertezza dB
20	19,69	51180,31	>90,00	70,0	1,00
400	396,85	50803,15	>90,00	70,0	1,00
4000	4000,00	47200,00	>90,00	70,0	1,00



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 50209-A
 Certificate of Calibration LAT 068 50209-A

6. Somma dei segnali d'uscita

Frequenza nominale filtro Hz	Frequenza esatta filtro Hz	Frequenza generata Hz	Scarto dB	Limiti Classe 1 dB	Incertezza dB
125	125,00	125,00	0,02	+1,0/-2,0	0,10
125	125,00	111,36	0,01	+1,0/-2,0	0,10
125	125,00	140,31	0,01	+1,0/-2,0	0,10
400	396,85	396,85	0,01	+1,0/-2,0	0,10
400	396,85	353,55	0,01	+1,0/-2,0	0,10
400	396,85	445,45	0,01	+1,0/-2,0	0,10
4000	4000,00	4000,00	-0,08	+1,0/-2,0	0,10
4000	4000,00	3563,60	-0,09	+1,0/-2,0	0,10
4000	4000,00	4489,84	0,01	+1,0/-2,0	0,10

7. Funzionamento in tempo reale

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

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



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 51419-A
Certificate of Calibration LAT 068 51419-A

- data di emissione
date of issue 2023-08-31
- cliente
customer L.C.E. SRL
20073 - OPERA (MI)
- destinatario
receiver L.C.E. SRL
20073 - OPERA (MI)

Si riferisce a

Referring to
- oggetto
item Calibratore
- costruttore
manufacturer Brüel & Kjaer
- modello
model 4231
- matricola
serial number 2518174
- data di ricevimento oggetto
date of receipt of item 2023-08-29
- data delle misure
date of measurements 2023-08-31
- registro di laboratorio
laboratory reference Reg. 03

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

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

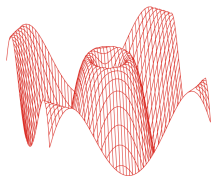
I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di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

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

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

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

Direzione Tecnica
(Approving Officer)



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 51419-A
Certificate of Calibration LAT 068 51419-A

Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:

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

In the following, information is reported about:

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

Strumenti sottoposti a verifica
Instrumentation under test

Strumento	Costruttore	Modello	Matricola
Calibratore	Brüel & Kjaer	4231	2518174

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

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando la procedura di taratura N. PTL 07 Rev. 5.5.
 Le verifiche effettuate sull'oggetto della taratura sono in accordo con quanto previsto dalla norma CEI EN 60942:2004 Annex B.
 Le tolleranze riportate sono relative alla classe di appartenenza dello strumento come definito nella norma CEI EN 60942:2004.
 Nella tabella sottostante vengono riportati gli estremi dei campioni di riferimento dai quali ha inizio la catena della riferibilità del Centro.

Strumento	Matricola	Certificato	Data taratura	Data scadenza
Microfono Brüel & Kjaer 4180	1627793	I.N.RI.M. 23-0117-02	2023-02-09	2024-02-09
Multimetro Hewlett Packard 3458A	2823A07910	LAT 019 70564	2022-12-19	2023-12-19
Stazione meteo Ahlborn Almemo 2590+FHAD46-C2L00	H17121184+17110098	011010_2023_ACCR_MC	2023-01-18	2024-01-18
Barometro digitale DRUCK DPI 150	3268333	LAT 128P-999/22	2022-11-21	2023-11-21

Condizioni ambientali durante le misure
Environmental parameters during measurements

Parametro	Di riferimento	Intervallo di validità	All'inizio delle misure	Alla fine delle misure
Temperatura / °C	23,0	da 20 a 26	23,8	23,9
Umidità / %	50,0	da 25 a 70	62,7	62,2
Pressione / hPa	1013,3	da 800 a 1050	1002,2	1002,2

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



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 51419-A
 Certificate of Calibration LAT 068 51419-A

Capacità metrologiche del Centro
Metrological capabilities of the Laboratory

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

Grandezza	Strumento in taratura	Campo di misura	Condizioni di misura	Incertezza (*)
Livello di pressione acustica	Pistonofoni IEC 60942:2003 Livello di pressione acustica Frequenza	da 114 dB a 140 dB da 160 Hz a 315 Hz	da 160 Hz a 315 Hz da 114 dB a 140 dB	0,10 dB 0,04 %
	Pistonofoni IEC 60942:2017 Livello di pressione acustica Frequenza	da 94 dB a 140 dB da 160 Hz a 1,25 kHz	da 160 Hz a 1,25 kHz da 94 dB a 140 dB	0,10 dB 0,04 %
	Calibratori acustici IEC 60942:2003 Livello di pressione acustica Frequenza	da 94 dB a 114 dB da 160 Hz a 1,25 kHz	da 160 Hz a 1,25 kHz da 94 dB a 114 dB	0,10 dB 0,05 %
	Calibratori acustici IEC 60942:2017 Livello di pressione acustica Frequenza	da 90 dB a 125 dB da 160 Hz a 1,25 kHz	da 160 Hz a 1,25 kHz da 94 dB a 140 dB	0,10 dB 0,04 %
	Calibratori multifrequenza (1) Livello di pressione acustica Frequenza	da 94 dB a 140 dB da 31,5 Hz a 16 kHz	da 31,5 Hz a 16 kHz da 94 dB a 140 dB	da 0,10 dB a 0,49 dB 0,04 %
	Ponderazione "inversa A" Correzioni pressione/campo libero microfoni	da 94 dB a 114 dB da 94 dB a 114 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz da 31,5 Hz a 16 kHz	0,15 dB 0,12 dB
	Fonometri (2)	da 20 dB a 155 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,14 dB a 0,84 dB
	Fonometri (3)	da 20 dB a 150 dB	da 63 Hz a 16 kHz	da 0,07 dB a 0,45 dB
	Filtri a bande di terzi di ottava IEC 61260:1995 Filtri a bande di ottava IEC 61260:1995	da 20 dB a 150 dB da 20 dB a 150 dB	da 20 Hz a 20 kHz da 31,5 Hz a 8 kHz	da 0,1 dB a 1,0 dB da 0,1 dB a 1,0 dB
	Filtri a bande di terzi di ottava IEC 61260-3:2016 Filtri a bande di ottava IEC 61260-3:2016	da 20 dB a 150 dB da 20 dB a 150 dB	da 20 Hz a 20 kHz da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,19 dB a 0,50 dB da 0,19 dB a 0,50 dB
Sensibilità alla pressione acustica	Microfoni LS1 e LS2	124 dB	250 Hz	0,09 dB
	Microfoni LS2	94 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,11 dB a 0,22 dB
	Microfoni WS2	94 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,11 dB a 0,22 dB
	Microfoni WS2 (risposta di frequenza corretta per campo libero)	94 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,12 dB a 0,83 dB

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

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

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

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



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 51419-A
Certificate of Calibration LAT 068 51419-A

1. Ispezione preliminare

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

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

2. Misurando, modalità e condizioni di misura

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

3. Livello sonoro emesso

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

Frequenza specificata	SPL specificato	SPL medio misurato	Incertezza estesa effettiva di misura	Valore assoluto della differenza tra l'SPL misurato e l'SPL specificato, aumentato dall'incertezza estesa effettiva di misura	Limiti di tolleranza Tipo 1	Massima incertezza estesa permessa di misura
Hz	dB re20 uPa	dB re20 uPa	dB	dB	dB	dB
1000,0	94,00	93,97	0,12	0,15	0,40	0,15
1000,0	114,00	114,01	0,12	0,12	0,40	0,15

4. Stabilità del livello sonoro emesso

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

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

5. Frequenza del livello generato

In questa prova viene verificata la frequenza del segnale generato.

Frequenza specificata	SPL specificato	Frequenza misurata	Incertezza estesa effettiva di misura	Valore assoluto della differenza percentuale tra la frequenza misurata e la frequenza specificata, aumentato dall'incertezza estesa effettiva di misura	Limiti di tolleranza Tipo 1	Massima incertezza estesa permessa di misura
Hz	dB re20 uPa	Hz	%	%	%	%
1000,0	94,00	999,95	0,05	0,06	1,00	0,30
1000,0	114,00	999,95	0,05	0,06	1,00	0,30

6. Distorsione totale del livello generato

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

Frequenza specificata	SPL specificato	Distorsione misurata	Incertezza estesa effettiva di misura	Distorsione misurata aumentata dall'incertezza estesa di misura	Massima distorsione totale permessa	Massima incertezza estesa permessa di misura
Hz	dB re20 uPa	%	%	%	%	%
1000,0	94,00	0,52	0,20	0,72	3,00	0,50
1000,0	114,00	0,27	0,20	0,47	3,00	0,50

APPENDICE 4

Home

Tecnici Competenti in Acustica

Corsi

Login

[Home](#) / [Tecnici Competenti in Acustica](#) / [Vista](#)

Numero Iscrizione Elenco Nazionale	2172
Regione	Lombardia
Numero Iscrizione Elenco Regionale	
Cognome	SERGENTI
Nome	MARCO
Titolo studio	PERITO ELETTRONICO
Estremi provvedimento	N. 556/1998
Luogo nascita	MILANO (MI)
Data nascita	05/05/1959
Codice fiscale	SRGMRC59E05F205D
Regione	Lombardia
Provincia	PV
Comune	Ceranova
Via	VIA PUCCINI
Cap	27010
Civico	15
Nazionalità	ITALIANA
Dati contatto	recapito professionale: Attività professionale svolta in proprio e presso L.C.E. S.r.l Via dei Platani, n. 7/9 - Opera (MI)
Data pubblicazione in elenco	10/12/2018