

## **VALUTAZIONE DI CLIMA ACUSTICO PER NUOVO INSEDIAMENTO RESIDENZIALE E SANITARIO/ASSISTENZIALE**

Legge Quadro 447/95, D.P.C.M. 1° Marzo 1991, D.P.C.M. 14/11/1997,  
D.M. 16/03/1998 , DPR 30/03/1998,  
Art.10 comma 2 L.R. Emilia Romagna 15/2001,  
Delibera Giunta Regione E.R. 673-2004 – UNI 11143-1, UNI 11143-2,  
UNI 11143-5, UNI 11143-6, PSC

**Comune di Cento**

**Committente:**

CO.GE.FER  
Via Gennari  
44042 Cento – (Ferrara)

**Ubicazione del cantiere:**

Via dei Tigli  
44042 Cento – (Ferrara)

**Tecnico competente in acustica:**

Ing. Gigli Alessandro

0 - Indice :

1. Introduzione
2. Descrizione della situazione “Ante Operam”
3. Descrizione delle sorgenti di rumore “Ante Operam”
4. Modello di simulazione acustica ante operam
5. Proposta di classificazione acustica delle aree oggetto di intervento
6. Descrizione degli interventi nell’area in oggetto
7. Caratterizzazione acustica delle sorgenti rumorose degli interventi
8. Valutazione previsionale dei livelli di rumore indotti dall’attività presso i ricettori sensibili
9. Descrizione delle misure di protezione dal rumore
10. Conclusioni

APPENDICE A: Planimetrie dell’insediamento residenziale e sanitario/assistenziale

APPENDICE B: Planimetrie con punti di misura

APPENDICE C: Descrizione campagna di misurazione

APPENDICE D: Profili temporali Misure Fonometriche

APPENDICE E: Taratura del modello di calcolo per il traffico veicolare

APPENDICE F: Il software Prelude Ray

APPENDICE G: Livelli emissioni sonore sorgenti UTA

APPENDICE H: Foto rilievi fonometrici

APPENDICE I: Copia nomina Tecnico competente in acustica Ing. Alessandro Gigli

APPENDICE L: Strumentazione Utilizzata e Certificati Taratura Fonometro

## 1- Introduzione

La legge quadro sull'inquinamento acustico N°447 del 26 ottobre 1995 richiede una valutazione previsionale di Clima Acustico per il rilascio delle concessioni edili relative ad aree destinate ad ospitare tipologie di insediamenti particolarmente sensibili al rumore.

Le categorie di insediamenti che necessitano di una valutazione previsionale del clima acustico, elencate nel comma 3 dell'articolo 8 della Legge n°447 sopra citata, sono le seguenti:

- A. scuole e asili nido;
- B. ospedali;
- C. case di cura e di riposo;
- D. parchi pubblici urbani ed extraurbani;
- E. nuovi insediamenti residenziali prossimi alle seguenti opere (comma 2):
  - a. aeroporti, aviosuperfici, eliporti;
  - b. strade di tipo A (autostrade), B (strade extraurbane principali), C (strade extraurbane secondarie), D (strade urbane di scorrimento), E (strade urbane di quartiere) e F (strade locali), secondo la classificazione di cui al decreto legislativo 30 Aprile 1992, n° 285, e successive modifiche;
  - c. discoteche;
  - d. circoli privati e pubblici esercizi ove sono installati macchinari o impianti rumorosi;
  - e. impianti sportivi e ricreativi;
  - f. ferrovie ed altri sistemi di trasporto collettivo su rotaia.

Il clima acustico viene inteso come una valutazione dello stato dei valori di rumore presenti nel territorio, prima che venga realizzata l'opera, al fine di verificare l'ottemperanza di detti valori con quelli definiti dal D.P.C.M. del 14 Novembre 1997 relativamente alla classe d'uso del territorio.

Principale descrittore del clima acustico è l'andamento temporale nelle 24 ore del livello sonoro equivalente di pressione sonora ponderato A, misurato ad intervalli non superiori all'ora.

Dove la variabilità o le caratteristiche del rumore rendano il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A non sufficientemente rappresentativo del fenomeno acustico, le misure fonometriche dovranno essere estese ad altri descrittori, quali livelli percentili LN, alla loro distribuzione statistica e all'analisi in frequenza.

La valutazione di clima acustico permette la valutazione dell'esposizione dei recettori. Pertanto, a partire dalla situazione acustica attuale (dettagliata attraverso misure sperimentali) e dalla variabilità temporale delle sorgenti sonore, si dovrà valutare la compatibilità del progetto con il clima acustico attuale, indicando le caratteristiche tecniche degli elementi di mitigazione qualora siano necessari per conseguire detta compatibilità.

Riguardo agli edifici in progetto, si dovranno valutare sia la loro disposizione spaziale, quella dei locali e degli spazi d'utilizzo all'aperto, sia i requisiti acustici passivi. Infine si dovranno descrivere le eventuali variazioni acustiche significative indotte in aree residenziali o particolarmente protette esistenti e prossime all'area in oggetto.

2 – Descrizione della situazione “Ante Operam”

Il Comune di Cento ha adottato la zonizzazione acustica del territorio mediante Delibera N° 139 del 19 Dicembre 2015, pertanto tale relazione e' stata redatta confrontando i risultati delle misure con i limiti previsto dalla Tabella B art 2 e tabella C art 3 del D.P.C.M. 14/11/1997 “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore” come previsto dall’ Art. 1 del D.P.C.M. 14/11/1997 “Determinazione dei valori limite limiti delle sorgenti sonore”.

La zonizzazione acustica del Comune di Cento posiziona la quasi totalità del futuro insediamento residenziale in classe III (“Aree di tipo Misto” Tabelle B e C del DPCM 14/11/1997) ad esclusione di due piccole zone di natura industriale poste sul vertice ovest dell’area di interesse, classificate in classe IV (“Aree di intensa attività umana”), pertanto l’area risulta essere soggetta al rispetto dei seguenti valori limite di Emissione e Immissione delle sorgenti sonore, valori riferiti al Leq db(A):

Tabella B: valori limite di emissione - Leq in dB(A) (art. 2)		
classi di destinazione d'uso	tempi di riferimento del territorio	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	45	35
II aree prevalentemente residenziali	50	40
III aree di tipo misto	55	45
IV aree di intensa attività umana	60	50
V aree prevalentemente industriali	65	55
VI aree esclusivamente industriali	65	65

Tabella C: valori limite assoluti di immissione - Leq in dB(A) (art. 3)		
classi di destinazione d'uso	tempi di riferimento del territorio	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziali	55	45
III aree di tipo misto	60	50
IV aree di intensa attività umana	65	55
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

L’area di interesse si trova in parte all’interno della fascia di pertinenza A relativa alla via Bologna (classificata dal comune di Cento come strada extraurbana secondaria Cb) con limiti di immissione stabiliti dal DPR N°142 del 30/03/04 pari a 65 dB(A) in periodo diurno e 55 dB(A) in periodo di riferimento notturno. Per quanto riguarda Via Dei Tigli e Via Giacomo Leopardi, esse sono ascrivibili alla tipologia di strade denominate F

(strade locali) per le quali valgono fasce di pertinenza di 30 m di ampiezza dal bordo esterno della carreggiata; in questa zona i valori limite devono essere definiti dai comuni, nel caso del Comune di Cento la fascia di pertinenza ha valori limite assimilabili a quelli della classe di appartenenza (classe III, classe IV). Pertanto la zona oggetto di intervento e' caratterizzata dal rispetto dei seguenti limiti di immissione:

Classe	Normativa di riferimento	tempi di riferimento del territorio	
		Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
III aree di tipo misto (limite di immissione)	DPCM 14/11/1997	60	50
IV aree di intensa attività umana (limite di immissione)	DPCM 14/11/1997	65	55
Strada tipo Cb Fascia di pertinenza 150 m (limite di immissione)	DPR 142/2004	65	55

Stante la presenza dell'area in oggetto all'interno della fascia di pertinenza della suddetta infrastruttura dei trasporti, lo scopo della valutazione è stabilire quale sia la situazione attuale di rumorosità propria ed abituale, prevedibilmente ripetitiva nelle sue variazioni nel tempo, e confrontare i valori misurati con i limiti imposti dalla zonizzazione acustica comunale, al fine di verificare la compatibilità della presenza dell'insediamento residenziale e sanitario/assistenziale con i livelli di rumorosità rilevati.

L'area destinata alla realizzazione del nuovo insediamento residenziale ed sanitario/assistenziale , denominata Area C19 è posta in località Cento, a destra ed a sinistra di via dei Tigli. Essa e' delimitata:

- a Nord da terreni agricoli e da Via Giacomo Leopardi, via ad uso prettamente residenziale
- ad Est da insediamenti produttivi e da Via Bologna, strada di scorrimento urbana con alti flussi di traffico, affiancata dalla Via Giacomo Leopardi, che scorre parallelamente a Via Bologna.
- a Sud dall'argine del fiume Reno
- a Ovest da campi agricoli con all'interno alcuni nuclei residenziali ed un piccolo insediamento produttivo.

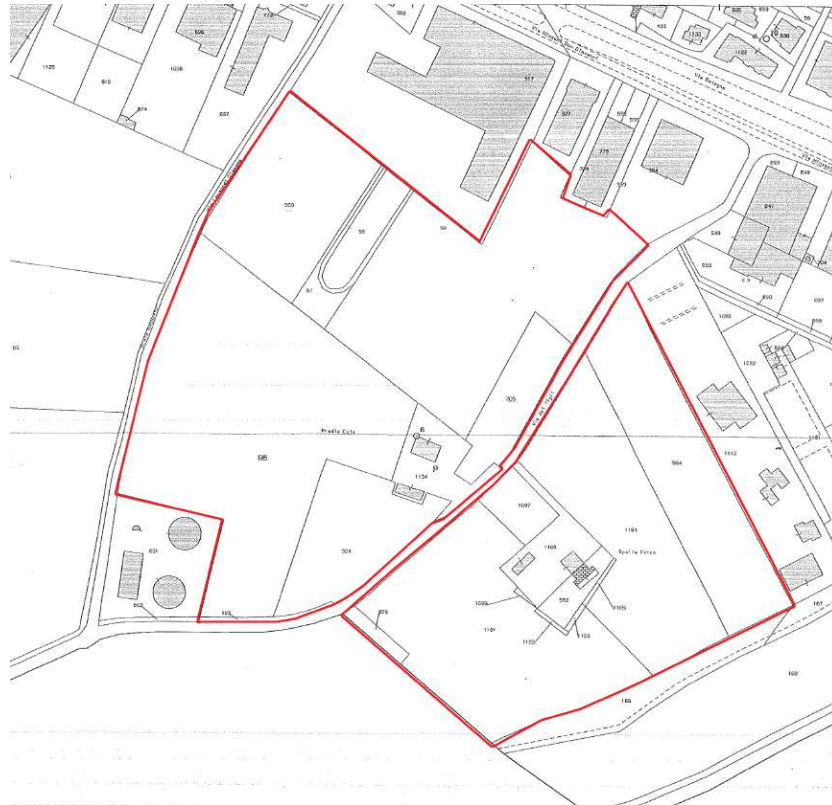


Fig. 1 – Planimetria zona oggetto di intervento (in rosso)



Fig. 2 – Planimetria area





Fig. 3 – Foto Aerea dell'area di intervento

8



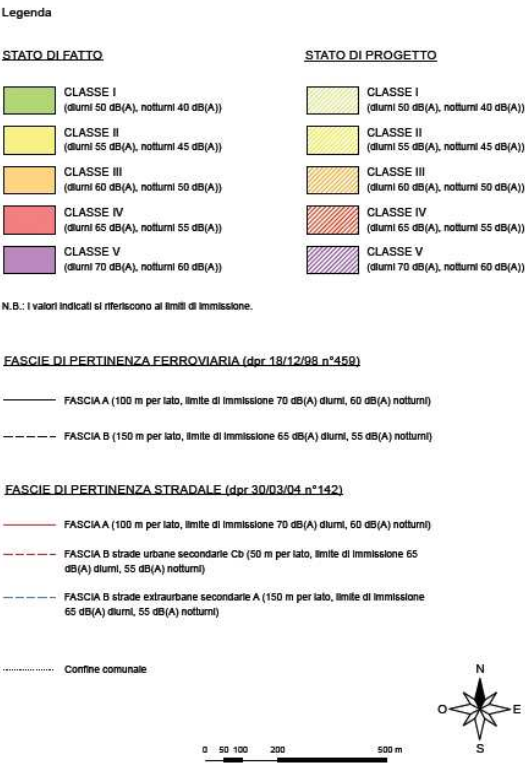


Fig. 5 – Legenda zonizzazione acustica

### 3 - Descrizione delle sorgenti di rumore “Ante Operam”

Le sorgenti sonore che caratterizzano il sito sono le seguenti (disposte in ordine di rilevanza dal punto di vista acustico) e sono da considerarsi attive sia in periodo di riferimento diurno che notturno:

- Via Bologna - caratterizzata da un traffico elevato
- Via Giacomo Leopardi - caratterizzata da un flusso veicolare ridotto
- Via dei Tigli - caratterizzata da un flusso veicolare ridotto
- Emissioni rumorose prodotte dalle lavorazioni agricole che utilizzano mezzi meccanici
- Attività umane dei residenti nelle proprietà adiacenti a quella di interesse

Queste ultime due sorgenti sono state ignorate ritenendole poco significative ai fini della valutazione di clima acustico, in quanto di livello limitato, prettamente stagionale e presenti solo nel periodo di riferimento diurno.

Durante la campagna di misure del 2014 e del 2016 e' stata effettuata un'analisi dei transiti giornalieri sulle Vie summenzionate (che rappresentano la sorgente di rumore piu' significativa dell'area), ottenendo i seguenti valori, che saranno inseriti nel modello di calcolo per la previsione del livello di rumore ambientale presso ricettori sensibili.

Periodo di riferimento diurno: Tr= 6:00 – 22:00

	Veicoli leggeri /ora	Veicoli pesanti/ora	Velocità Km/h
Via Bologna	900	180	70
Via Giacomo Leopardi	50	10	60
Via Dei Tigli	45	0	50

Periodo di riferimento notturno: Tr= 22:00 – 6:00

	Veicoli leggeri /ora	Veicoli pesanti/ora	Velocità Km/h
Via Bologna	400	45	70
Via Giacomo Leopardi	25	1	60
Via Dei Tigli	12	0	50

Il sito in oggetto risulta essere pianeggiante il rumore prodotto dal traffico veicolare in via Bologna (maggior sorgente rumorosa) e in Via Giacomo Leopardi e dei Tigli viene in parte schermato dagli edifici che si affacciano lungo la vie stesse.

Una volta individuate le sorgenti descritte sopra, si e' provveduto alla misurazione del rumore residuo in sette punti all'interno dell'area interessata al futuro insediamento residenziale e sanitario/assistenziale; le misure sono state eseguite (sono riportate anche le informazioni relative ad una campagna di misure relativa all'anno 2014):

- dalle ore 14:30 alle ore 17:00 del 17/12/2014
- dalle ore 22:00 alle ore 00:30 del 17/12/2014
- dalle ore 11:45 alle ore 13:00 del 22/11/2016
- dalle ore 15:45 alle ore 17:00 del 22/11/2016
- dalle ore 14:00 alle ore 15:30 del 24/11/2016
- dalle ore 22:00 alle ore 00:45 del 24/11/2016

Le misure sono state eseguite con la tecnica del microcampionamento temporale, eseguendo misure della durata di 10 min e 30 min su ciascuna delle 7 posizioni con cadenza oraria; con particolare attenzione alle fasce orarie in cui si registra il maggior traffico lungo le strade summenzionate. Data la variabilità del rumore

presente nell'area si e' ritenuta la tecnica del microcampionamento adatta a descrivere la rumorosità caratteristica della zona.

I livelli  $Leq(A)$  medi relativi ai tempi di riferimento diurno e notturno sono stati corretti in fase di post elaborazione al fine di eliminare gli eventuali eventi atipici, non appartenenti al contorni acustico del comparto in esame, come previsto dal D.M. 16 marzo 1998 allegato A, punto 11.

Al fine di ottenere una maggiore comprensione del clima acustico in esame, si è proceduto all'acquisizione, oltre che all'andamento temporale del livello equivalente ponderato in scala A  $LeqA$ , dello spettro dei minimi in ottave e terzi di ottave nelle posizioni misurate, al fine della ricerca dell'eventuale presenza di componenti tonali.

Le posizioni di misura considerate sono le seguenti, riportati nelle planimetrie allegate.

M1	Lungo via dei Tigli
M2	Tra via dei tigli e l'Argine del fiume Reno
M3	Tra via dei Tigli e via Leopardi
M4	Lungo via Bologna
P1	Lungo il confine con le attività produttive poste lungo via Manzoni
P2	Lungo il confine con le attività produttive poste lungo via Manzoni
P3	Lungo il confine con le attività produttive poste lungo via Manzoni
P4	Lungo il confine con le attività produttive poste lungo via Manzoni

Il fonometro, dotato di cuffia antivento e' stato posto a 2m da terra, con operatore ad oltre 3m di distanza, Rilevando i seguenti valori

Per il tempo di riferimento diurno :

Data : 17/12/20014	Temp °C	Velocita' vento	Umidita' Relativa	Pressione
Inizio Misura	10,0 °C	2,5 m/s	72 %	1013 hPa
Fine Misura	10,0 °C	2,5 m/s	72%	1013 hPa
Cielo Sereno. Assenza di precipitazioni atmosferiche.				

Data : 22/11/2016	Temp °C	Velocita' vento	Umidita' Relativa	Pressione
Inizio Misura	15,0 °C	1,5 m/s	85 %	1019 hPa
Fine Misura	15,0 °C	1,5 m/s	85 %	1019 hPa
Cielo Sereno. Assenza di precipitazioni atmosferiche.				

Data : 24/11/2016	Temp °C	Velocita' vento	Umidita' Relativa	Pressione
Inizio Misura	12,0 °C	2,7 m/s	95 %	1019 hPa
Fine Misura	10,0 °C	2,7 m/s	95 %	1019 hPa
Cielo Nuvoloso. Assenza di precipitazioni atmosferiche.				

Nel calcolo dei valori delle tabelle sottostanti sono stati considerati i seguenti tempi di osservazione:

To1= 12:00 – 14:00, To2= 14:00-18:00, To3= 16:00 – 18:00 ; To4= 18:00 – 22:00

Il tempo di misura  $T_m$  e' stato fissato in 10 minuti.

Il tempo di riferimento  $T_r$  e' dalle 6.00 alle 22.00.

Pertanto i valori rilevati nelle posizioni esterne riferite al tempo di riferimento sono i seguenti:

Punto di misura	Data Misura	Tempo di riferimento	Tipo di rumore	Leq dB(A)	Leq dB(A) arrotondato a 0,5 dB	Fattori correttivi KT-KI	L95 dB(A)
M1	17/12/2014	Diurno	<b>LR residuo</b>	55,5±1,0*	<b>55,5</b>	no	42,4
M2	17/12/2014	Diurno	<b>LR residuo</b>	45,2±1,0*	<b>45,5</b>	no	42,5
M3	17/12/2014	Diurno	<b>LR residuo</b>	45,9±1,0*	<b>46,0</b>	no	38,5
M4	17/12/2014	Diurno	<b>LR residuo</b>	72,9±1,0*	<b>73,0</b>	no	57,6
P1	22,24/11/2016	Diurno	<b>LR residuo</b>	40,5±1,0*	<b>40,5</b>	no	37,3
P2	22,24/11/2016	Diurno	<b>LR residuo</b>	41,4±1,0*	<b>41,5</b>	no	38,5
P3	22,24/11/2016	Diurno	<b>LR residuo</b>	42,1±1,0*	<b>42,5</b>	no	39,5
P4	22,24/11/2016	Diurno	<b>LR residuo</b>	40,3±1,0*	<b>40,5</b>	no	37,8

\* incertezza espressa come incertezza estesa con fattore di copertura K=2

Per il tempo di riferimento Notturmo :

Data : 17/12/20014	Temp °C	Velocita' vento	Umidita' Relativa	Pressione
Inizio Misura	8,0 °C	1,1 m/s	72 %	1013 hPa
Fine Misura	8,0 °C	1,1 m/s	72%	1013 hPa
Cielo Sereno. Assenza di precipitazioni atmosferiche.				

Data : 22/11/2016	Temp °C	Velocita' vento	Umidita' Relativa	Pressione
Inizio Misura	10,0 °C	1,5 m/s	85 %	1019 hPa
Fine Misura	10,0 °C	1,5 m/s	85 %	1019 hPa
Cielo Sereno. Assenza di precipitazioni atmosferiche.				

Data : 24/11/2016	Temp °C	Velocita' vento	Umidita' Relativa	Pressione
Inizio Misura	8,0 °C	2,7 m/s	95 %	1019 hPa
Fine Misura	8,0 °C	2,7 m/s	95 %	1019 hPa
Cielo Nuvoloso. Assenza di precipitazioni atmosferiche.				

Nel calcolo dei valori delle tabelle sottostanti sono stati considerati i seguenti tempi di osservazione:

To1 = 22.00 – 24.00 ; To2 = 00.00 – 6.00

Il tempo di misura Tm e' stato fissato in 30 minuti.

Il tempo di riferimento Tr e' dalle 6.00 alle 22.00.

Pertanto i valori rilevati nelle posizioni esterne riferite al tempo di riferimento sono i seguenti:

Punto di misura	Data Misura	Tempo di riferimento	Tipo di rumore	Leq dB(A)	Leq dB(A) arrotondato a 0,5 dB	Fattori correttivi KT-KI	L95 dB(A)
M1	17/12/2014	Notturmo	<b>LR residuo</b>	49,1±1,0*	<b>49,5</b>	no	43,7
M2	17/12/2014	Notturmo	<b>LR residuo</b>	40,8±1,0*	<b>41,0</b>	no	39,0
M3	17/12/2014	Notturmo	<b>LR residuo</b>	45,5±1,0*	<b>45,5</b>	no	32,4
M4	17/12/2014	Notturmo	<b>LR residuo</b>	69,0±1,0*	<b>69,0</b>	no	65,0
P1	22,24/11/2016	Notturmo	<b>LR residuo</b>	38,6±1,0*	<b>39,0</b>	no	32,1
P2	22,24/11/2016	Notturmo	<b>LR residuo</b>	42,0±1,0*	<b>42,0</b>	no	31,1
P3	22,24/11/2016	Notturmo	<b>LR residuo</b>	38,0±1,0*	<b>38,0</b>	no	32,7
P4	22,24/11/2016	Notturmo	<b>LR residuo</b>	38,0±1,0*	<b>38,0</b>	no	34,9

\* incertezza espressa come incertezza estesa con fattore di copertura K=2



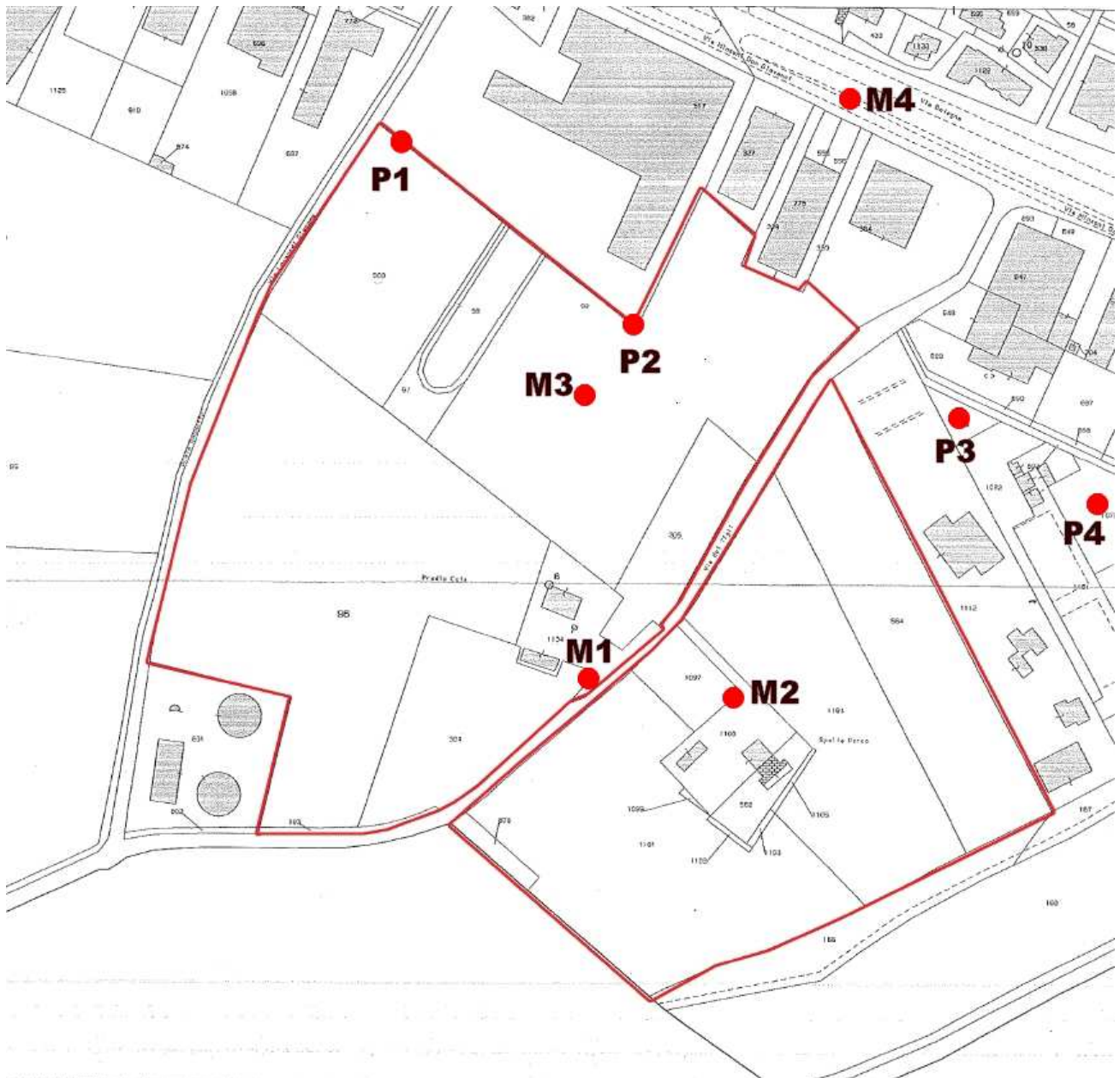


Fig. 6 – Planimetria con indicazione dei punti di misura

E' pertanto possibile riassumere i risultati delle due campagne di misurazione:

## Periodo di riferimento diurno

Punto di misura	Tipo di rumore	Leq dB(A) arrotondato a 0,5 dB	Valori Limite Classe III dB(A)	Valori limite classe IV dB(A)
M1	LR residuo	55,5	60	65
M2	LR residuo	45,5	60	65
M3	LR residuo	46,0	60	65
M4	LR residuo	73,0	60	65
P1	LR residuo	40,5	60	65
P2	LR residuo	41,5	60	65
P3	LR residuo	42,5	60	65
P4	LR residuo	40,5	60	65

Periodo di riferimento notturno				
Punto di misura	Tipo di rumore	Leq dB(A) arrotondato a 0,5 dB	Valori Limite Classe III dB(A)	Valori limite classe IV dB(A)
M1	LR residuo	49,5	50	55
M2	LR residuo	41,0	50	55
M3	LR residuo	45,5	50	55
M4	LR residuo	69,0	50	55
P1	LR residuo	39,0	50	55
P2	LR residuo	42,0	50	55
P3	LR residuo	38,0	50	55
P4	LR residuo	38,0	50	55

Come evidenziato dalle tabelle i valori limiti imposti dalla normativa vigente sono soddisfatti in tutte le postazioni di misura sia in periodo diurno che notturno, ad esclusione della posizione M4 in quanto posta immediatamente a ridosso della Via Bologna in posizione utile per la taratura del modello acustico previsionale e non rappresentativa del rumore residuo dell'area.

4- Modello di simulazione acustica ante operam

I rilievi fonometrici eseguiti nei punti di misura indicati non sono sufficienti per determinare gli attuali livelli di pressione sonora distribuiti nell'area di interesse, pertanto risulta più idoneo l'utilizzo di un sistema di simulazione acustica che consenta di determinare tali livelli sull'intera area.

Pertanto è stato realizzato un modello tridimensionale di simulazione (modello Ante Operam) in cui è stato riprodotto integralmente l'ambito territoriale in esame; una volta tarato questo modello di simulazione, ne è stato realizzato un secondo in cui sono stati aggiunti gli edifici da realizzare e le relative sorgenti sonore (modello Post Operam).

Per questo scopo è stato utilizzato il software Prelude Ray (le cui caratteristiche sono indicate in appendice), specificatamente sviluppato per l'attuazione di studi di impatto acustico relativi a sorgenti fisse e flussi di traffico stradale sia concentrate che estese. Il programma, una volta introdotta la caratterizzazione geometrica dell'ambiente esterno e individuate e dimensionate le sorgenti, calcola il livello di pressione sonora in singoli punti o su un'intera area sulla base delle leggi della propagazione acustica geometrica secondo gli standard della norma UNI ISO 9613-2.

Il corretto utilizzo di un sistema di simulazione numerica consiste nella taratura del modello Ante Operam sulla base dei rilievi fonometrici effettuati; nel caso in esame sono stati corretti i flussi veicolari delle strade di pertinenza dell'area di interesse al fine di minimizzare lo scarto tra i livelli sonori misurati e quelli forniti dal software di simulazione.

In appendice C è riportata in dettaglio la taratura del modello di calcolo per il rumore prodotto dalla viabilità sulle vie summenzionate.

Di seguito vengono riportati gli scarti tra i livelli misurati e quelli previsti nella situazione Ante Operam.

Posizione	Leq dB(A)	Misurato	Leq dB(A)	Stimato	Differenza	Periodo di riferimento
M1	55,5		57,4		+1,9	Diurno
M2	45,5		44,1		-1,4	Diurno
M3	46,0		44,6		-1,4	Diurno
M4	73,0		71,8		-1,2	Diurno
P1	40,5		40,8		+0,3	Diurno
P2	41,5		40,3		-1,2	Diurno
P3	42,5		43,3		+0,8	Diurno
P4	40,5		39,0		-1,5	Diurno

Posizione	Leq dB(A)	Misurato	Leq dB(A)	Stimato	Differenza	Periodo di riferimento
M1	49,5		50,7		+1,2	Notturmo
M2	41,0		40,8		-0,2	Notturmo
M3	45,5		43,7		-1,8	Notturmo
M4	69,0		67,8		-1,2	Notturmo
P1	39,0		37,1		-1,9	Notturmo
P2	42,0		40,0		-2,0	Notturmo
P3	38,0		39,0		+1,0	Notturmo
P4	38,0		36,1		-1,9	Notturmo

I valori ottenuti dal software si scostano dai valori misurati con un errore medio inferiore a  $\pm 2\text{dB(A)}$ , deviazione più che accettabile nel caso di uso di software di simulazione basati su una formulazione semplificata della propagazione sonora in campo libero.

Una volta effettuata ed accertata la taratura del modello di calcolo, sono stati calcolati i livelli sonori all'interno dell'area di interesse in relazione ai due periodi di riferimento (mappe isolivello), al fine di ottenere una descrizione esaustiva del clima acustico dell'area di interesse.

**Periodo di riferimento diurno (6:00 – 22:00)**

Il range dei livelli di immissione presso l'area di interesse varia da un minimo di 35 dB(A) ad un massimo di 50 dB(A) situato a circa 10 m da via dei Tigli.

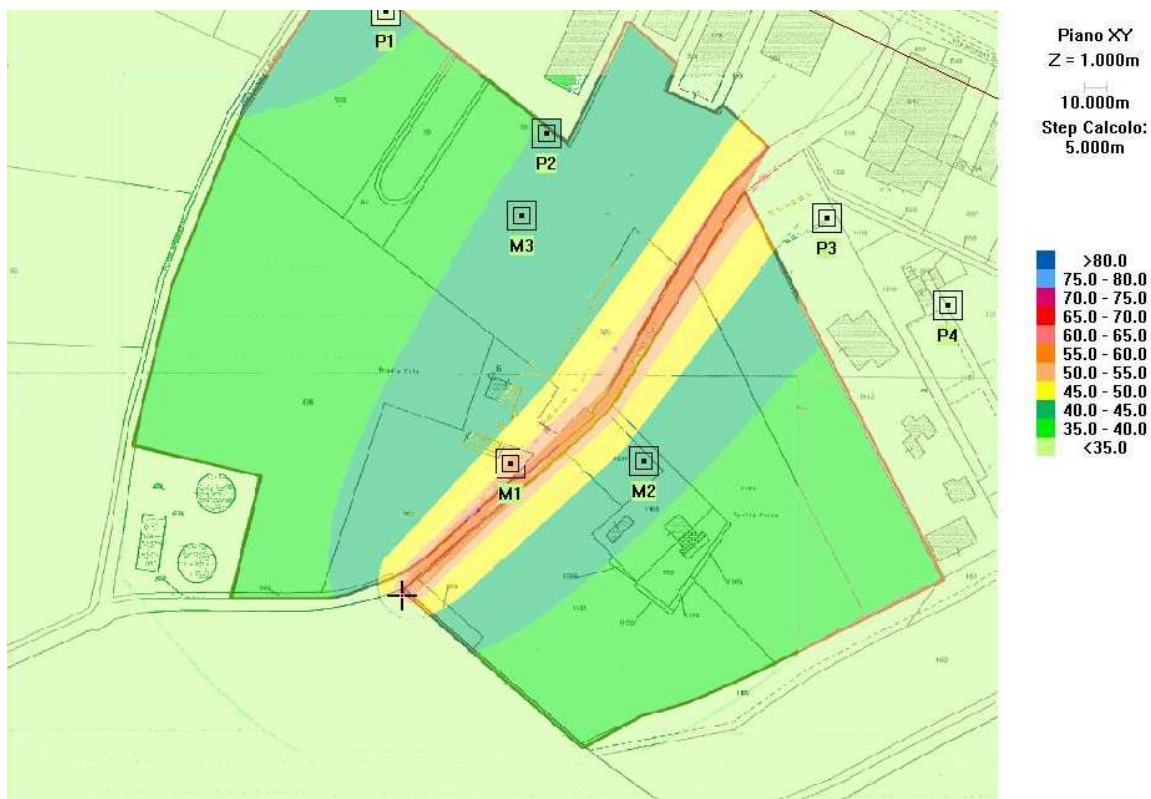


Fig. 7 – Livelli pressione sonora periodo di riferimento diurno

**Periodo di riferimento notturno (22:00 – 6:00)**

Il range dei livelli di immissione presso l'area di interesse varia da un minimo di 32 dB(A) ad un massimo di 47 dB(A) situato a circa 10 m da via dei Tigli.



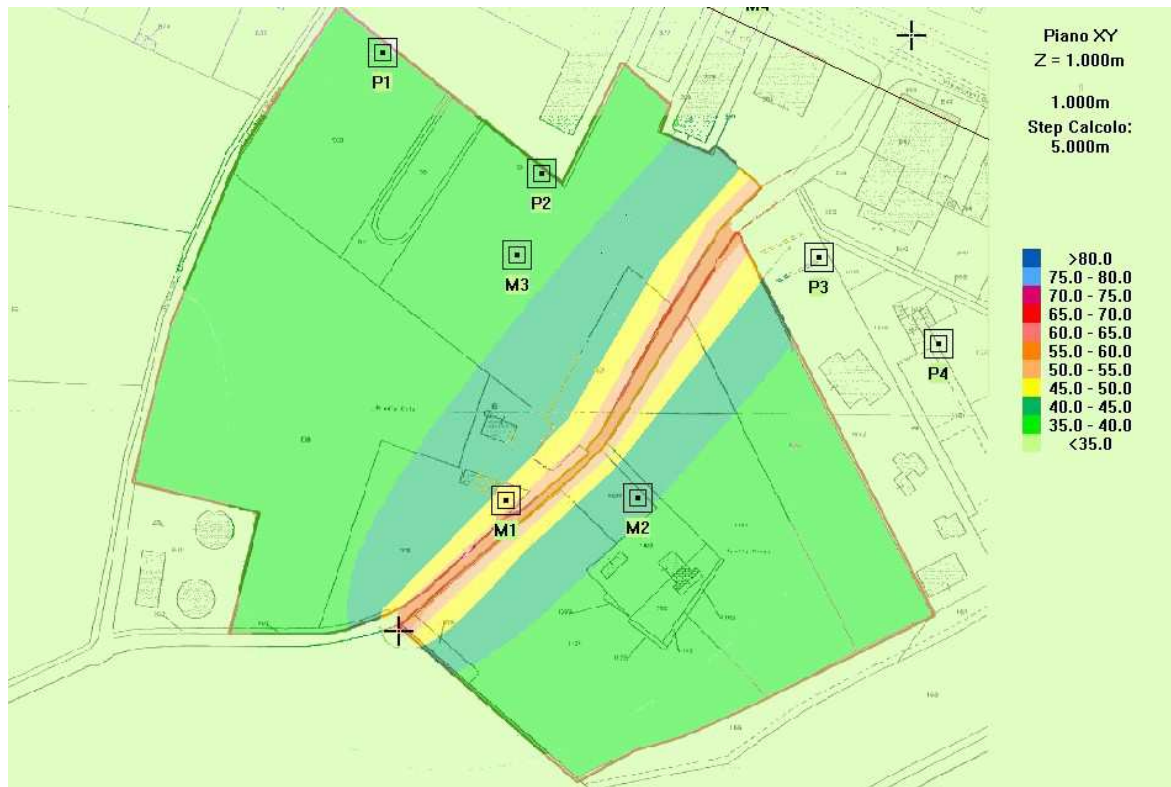


Fig. 8 – Livelli pressione sonora periodo di riferimento notturno

5 - Proposta di classificazione acustica delle aree oggetto di intervento

Alla luce del paesaggio sonoro riscontrato attraverso la campagna di rilievi fonometrici e le simulazione acustiche i livelli di rumore presenti nella zona oggetto dell'intervento sono ampiamente compatibili sia con la classe III che con la classe I, pertanto si propongono le seguenti classificazione per i comparti della zona oggetto dell'intervento:

Uso del comparto	Classe Attuale	Classe richiesta	Limiti immissione diurni dB(A)	Limiti immissione notturni dB(A)	Attuali livelli di immissione diurni dB(A)	Attuali livelli di immissione notturni dB(A)
Ludico sportivo (comparti C19a3, C19b2 e C19c2)	III	III	65	55	35-50	32-47
Residenziale (comparti C19b1, C19a2 e C19c1)	III	III	55	45		
Sanitario/assistenziale (comparto C19a1)	III	I	50	40		

Si riporta di seguito la planimetria dell'area con l'indicazione delle nuove classi relative alla zonizzazione acustica:

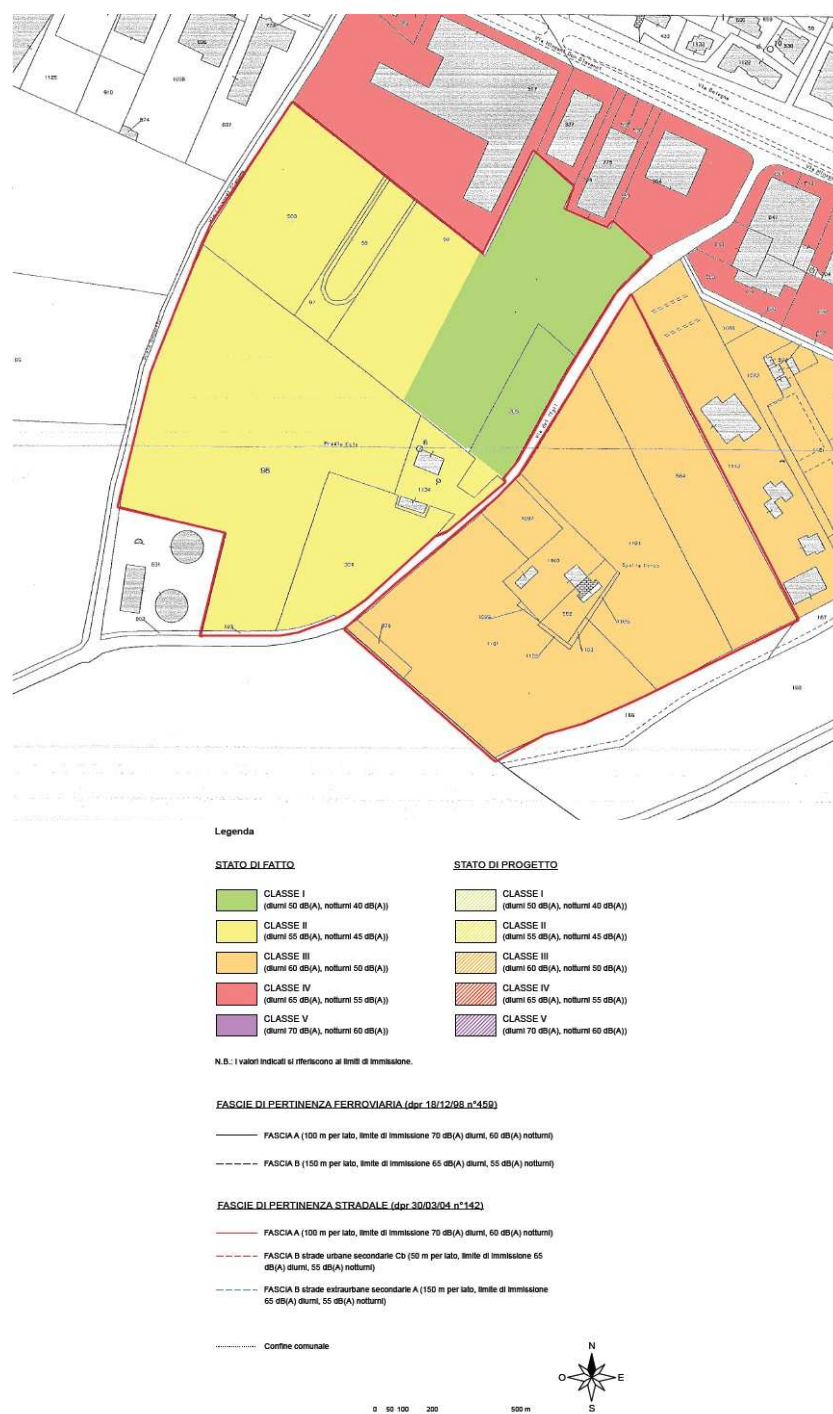


Fig. 9 – Prima proposta di classificazione acustica e relativa legenda

Sarà presente un salto di tre classi (dalla I alla IV) in corrispondenza del limite superiore della zona destinata all'attività sanitario/assistenziale; con una differenza di livelli massimi di immissione per le due aree superiori ai 10 dB. La dislocazione delle aree all'interno dell'intervento non consente di creare una zona "cuscinetto acustico" tra la classe IV e la classe I, pertanto la classificazione dovrà essere adottata in deroga come previsto dalla legge 447/95 articolo 4 comma 1 lettera a.

In alternativa è possibile creare una zona di transizione in classe III in corrispondenza dei parcheggi della struttura sanitario/assistenziale, in modo da non avere un salto superiore ai 10 dB nei valori assoluti di immissione delle varie classi acustiche. Si riporta di seguito la seconda opzione di zonizzazione acustica:

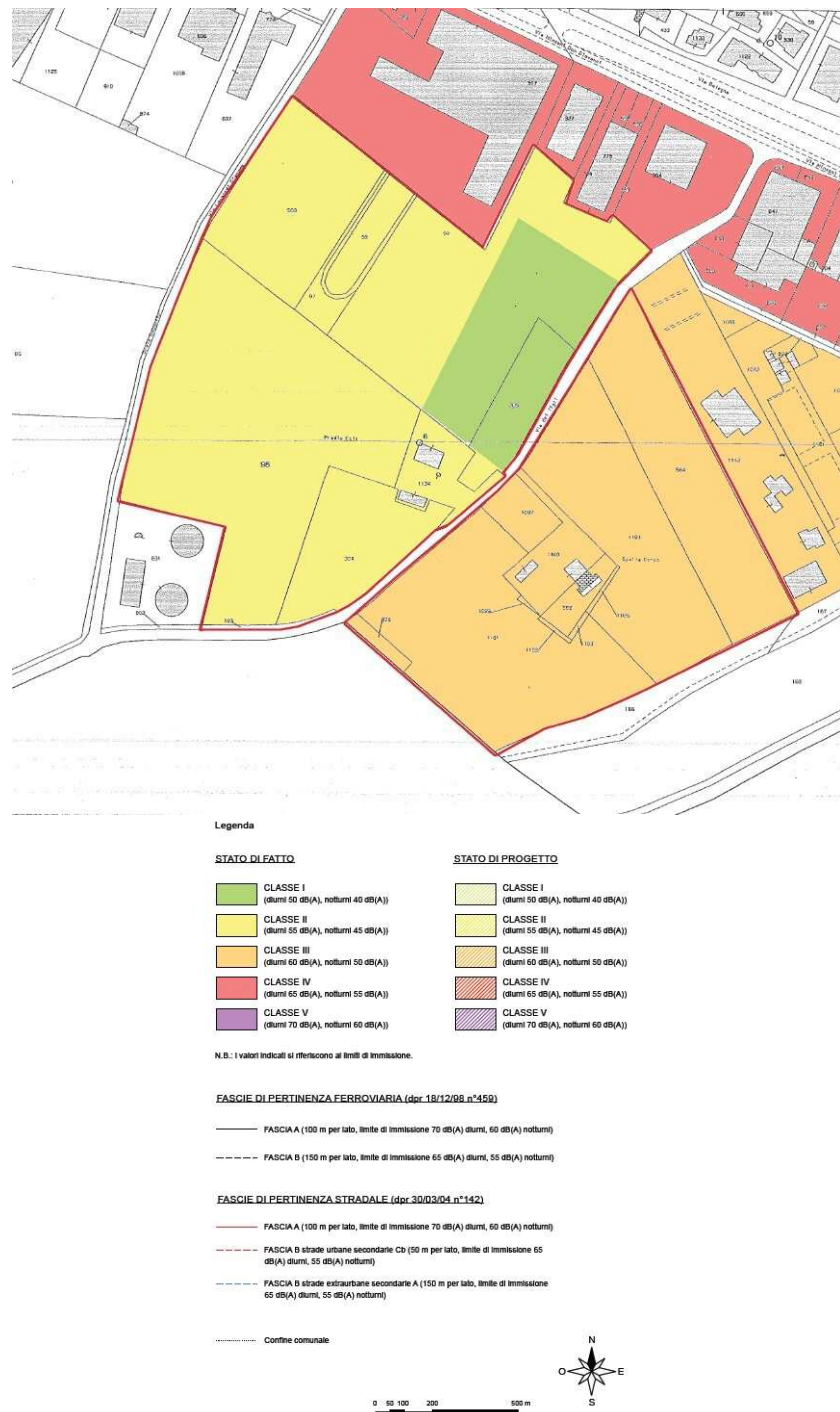


Fig. 10 – Seconda proposta di classificazione acustica e relativa legenda



### **6 - Descrizione degli interventi previsti sull'area in oggetto**

L'intervento immobiliare presso l'area in oggetto prevede la realizzazione nel comparti C19a2 di 25 unità immobiliari ad uso residenziale (bifamiliari) disposte come da planimetria allegata.



Fig. 9 – Planimetria zona residenziale

L'intervento prevede la realizzazione di una struttura sanitaria/assistenziale con servizio di Day Ospital e degenza (120 posti letto) all'interno del comparto C19a1, disposta come da planimetria allegata:



Fig. 10 – Planimetria struttura sanitaria/assistenziale

L'intervento prevede infine la realizzazione di una struttura ludico/sportiva caratterizzata da giardino, parco giochi per bambini ed aree sportive attrezzate all'interno dei comparti C19b2 e C19a3, disposta come da planimetria allegata:



Fig. 10 – Planimetria struttura ludico/sportiva





7 - Caratterizzazione acustica delle sorgenti rumorose degli interventi

Dal colloquio con la committenza e' stato possibile individuare le seguenti sorgenti rumorose connesse con gli interventi immobiliari summenzionati:

Struttura residenziale:

- Aumento del traffico veicolare locale dovuto ad andirivieni degli abitanti della nuova zona
- Uso dei parcheggi P1/1, P1/2 e P1/3 (40 posti auto complessivi)
- Rumore antropico (vociare, manutenzione giardini, ecc.)

Struttura sanitaria/assistenziale

- Aumento del traffico veicolare locale dovuto ad andirivieni degli abitanti della nuova zona
- Uso dei parcheggi P1/1 del comparto C19a1(83 posti auto complessivi)
- UTA a servizio della struttura
- Impianto di cogenerazione con potenza elettrica di 26 kW

Struttura ludico/sportiva

- Aumento del traffico veicolare locale dovuto ad andirivieni degli abitanti della nuova zona
- Uso dei parcheggi del comparto C19b2 e C19a3 (146 posti auto complessivi)
- Rumore antropico (vociare, manutenzione giardini, ecc.)

Nei calcoli previsionali e' stato trascurato il rumore antropico in quanto fortemente variabile e dipendente dall'ora e dalle condizioni meteo e stagionali.

E' stato trascurato anche il contributo al traffico veicolare della zona relativo all'utilizzo dei parcheggi delle varie strutture in quanto il numero di posti auto e' limitato e l'andirivieni di auto sarà distribuito su tutte le 24 ore, senza orari di punta o particolari picchi di transito, pertanto il contributo al livello di rumore presso i ricettori sensibili risulterà essere trascurabile rispetto ai valori attualmente rilevati.

Sono state prese in esame le UTA a servizio della struttura sanitaria assistenziale, di cui si riepilogano le caratteristiche dal punto di vista acustico/funzionale (dati forniti dal costruttore):

Pos	Descrizione	Q.tà	Lw dB(A) (massima potenza di funzionamento)	Lp a 1 m dB(A)(massima potenza di funzionamento)
1	Wolf CKL-A 4400 Portata aria 3.500 m3/h (come da scheda tecnica)	1	63,5	49,7
2	Wolf CKL-A 2200 Portata aria 2.200 m3/h (come da scheda tecnica)	4	63,8	51,1
3	Wolf CKL-A 2200 Portata aria 2.000 m3/h (come da scheda tecnica)	3	63,6	50,9
4	Wolf CKL-A 2200 Portata aria 1.500 m3/h (come da scheda tecnica)	1	62,7	49,9
5	Wolf KG TOP-21W Portata aria 1.000 m3/h (come da scheda tecnica)	1	41,0	28,8



Si riporta l'elenco delle UTA come da prima ipotesi della consistenza degli impianti meccanici:

Apparecchiatura	Flusso	Destinazione	Posizione apparecchiatura	Liv.	Portata aria (mc/h)	Pressione (Pa)
UTA 1	Doppio con recuperatore	Camera mortuaria	Liv 4. - ext. Copertura	-1	3500	350
UTA 2	Doppio con recuperatore	Uffici	Liv 4. - ext. Copertura	0	500	350
UTA 3	Doppio con recuperatore	Cucina-pranzo	Liv 4. - ext. Copertura	0	2200	350
UTA 4	Doppio con recuperatore	Day-Hospital	Liv 4. - ext. Copertura	0	500	350
UTA 5	Doppio con recuperatore	Bar	Liv 4. - ext. Copertura	0	1500	350
UTA 6	Doppio con recuperatore	Degenze	Liv 4. - ext. Copertura	1	2000	400
UTA 7	Doppio con recuperatore	Cucina-pranzo	Liv 4. - ext. Copertura	1	2200	350
UTA 8	Doppio con recuperatore	Day-Hospital	Liv 4. - ext. Copertura	1	500	350
UTA 9	Doppio con recuperatore	Degenze	Liv 4. - ext. Copertura	2	2000	400
UTA 10	Doppio con recuperatore	Cucina-pranzo	Liv 4. - ext. Copertura	2	2200	350
UTA 11	Doppio con recuperatore	Day-Hospital	Liv 4. - ext. Copertura	2	500	350
UTA 12	Doppio con recuperatore	Degenze	Liv 4. - ext. Copertura	3	2000	400
UTA 13	Doppio con recuperatore	Cucina-pranzo	Liv 4. - ext. Copertura	3	2200	350
UTA 14	Doppio con recuperatore	Day-Hospital	Liv 4. - ext. Copertura	3	500	350
V1	Singolo, cassonato, estrazione	Inceneritore	Liv 4. - ext. Copertura	-1	1000	300
V2	Singolo, cassonato, estrazione	Servizi	Liv 4. - ext. Copertura	-1	200	300
V3	Singolo, cassonato, estrazione	Cucina	Liv 4. - ext. Copertura	0	200	300
V4	Singolo, cassonato, estrazione	Servizi	Liv 4. - ext. Copertura	0	200	300
V5	Singolo, cassonato, estrazione	Cucina	Liv 4. - ext. Copertura	1	200	300
V6	Singolo, cassonato, estrazione	Servizi	Liv 4. - ext. Copertura	1	200	300
V7	Singolo, cassonato, estrazione	Servizi	Liv 4. - ext. Copertura	2	200	300

V8	Singolo, cassonato, estrazione	Servizi	Liv 4. - ext. Copertura	3	200	300
CGN termo- elettrico	Cogenitore a gas, Pot. El. 26 kW	--	Liv. -1 - loc. tecnico	--	--	--

In appendice F sono riportati in dettaglio gli andamenti in frequenza del rumore prodotto dalle UTA e dai ventilatori di estrazione e le relative schede tecniche.

### 8 - Valutazione previsionale dei livelli di rumore indotti dall'attività presso i ricettori sensibili

All'interno del software di simulazione Prelude Ray sono stati inserite le sorgenti che rappresentano il traffico stradale summenzionato e le UTA a corredo della struttura sanitaria assistenziale ed e' stata effettuata una nuova simulazione atta a verificare il contributo di tali sorgenti (ed il livello di rumore complessivo) presso alcuni ricettori sensibili; in particolar modo:

R1, R2 ed R3 – rappresentativi del rumore della zona residenziale, interessata sia dal rumore da traffico che dal rumore delle UTA della struttura sanitaria/assistenziale.

R4 ed R5– rappresentativo del rumore della zona sanitaria/assistenziale, interessata dal solo rumore da traffico.

R6, R7 ed R8 – rappresentativi del rumore della zona ludico/sportiva interessata sia dal rumore da traffico che dal rumore delle UTA della struttura sanitaria/assistenziale.

Al fine di semplificare il calcolo acustico si e' considerata la macchina maggiormente rumorosa (UTA mdello Wolf CKL-A 2200 Portata aria 2.200 m3/h– Rif.to UTA 2 Cucina-pranzo) e si e' ipotizzata la presenza di N°23 UTA con le medesime caratteristiche, tutte funzionanti contemporaneamente alla massima potenza ed in un'unica posizione. Tale ipotesi e' peggiorativa in quanto:

- le UTA non saranno tutte in funzione alla massima potenza;
- i ventilatori per estrazione aria e la centrale di cogenerazione hanno livelli di rumorosità inferiori alle UTA
- vi sono UTA con potenze e livelli di rumorosità inferiori
- le UTA sono dislocate in diverse posizioni, quanti il cammino di propagazione per alcune puo' presentare attenuazioni maggiori

questa scelta consente di ottenere valori di rumore ambientale piu' elevati di quelli presenti nella realtà a tutela degli abitanti dei futuri insediamenti.

Di seguito si riportano le mappe isolivello relativa al contributo del traffico veicolare nel periodo di riferimento diurno e notturno.



Fig. 12 – Livelli rumore prodotto dal traffico veicolare nel periodo di riferimento diurno



Fig. 12 – Livelli rumore prodotto dal traffico veicolare nel periodo di riferimento notturno

Di seguito si riportano le mappe isolivello relativa alle 23 sorgenti rumorose (UTA, ventilatori e cogenerazione) a servizio della struttura sanitaria/assistenziale, la mappa è unica per il periodo di riferimento diurno e notturno in quanto si ipotizza che le sorgenti siano in funzione per tutte le 24 ore.



Fig. 12 – Livelli rumore prodotto dalle UTA

Di seguito vengono riportati il contributo dovuto al rumore da traffico e quello dovuto alle UTA della struttura sanitaria/assistenziale per i ricettori sensibili considerati ed il livello di rumore ambientale complessivo.

Per le posizioni R4 ed R5 si è considerato il solo contributo dovuto al traffico stradale, in quanto saranno adottati opportuni interventi per la riduzione dell'esposizione al rumore delle UTA da parte dei pazienti e degli addetti della struttura sanitaria/assistenziale.

**Periodo di riferimento diurno (6:00 – 22:00)**

Posizione	Leq Traffico dB(A)	Leq UTA dB(A)	Leq Ambientale dB(A)	Periodo di riferimento	Limite classe dB(A)	Superamento limite
R1	39,1	38,7	41,9	Diurno	II – 55 dB(A)	NO
R2	38,5	40,5	42,6	Diurno	II – 55 dB(A)	NO
R3	40,7	44,0	45,7	Diurno	II – 55 dB(A)	NO
R4	47,2	--	47,2	Diurno	I – 50 dB(A)	NO
R5	46,0	--	46,0	Diurno	I – 50 dB(A)	NO
R6	38,5	38,5	41,5	Diurno	III - 60 dB(A)	NO
R7	40,0	42,9	44,7	Diurno	III - 60 dB(A)	NO
R8	42,0	46,4	47,7	Diurno	III - 60 dB(A)	NO



## Periodo di riferimento notturno (6:00 – 22:00)

Posizione	Leq Traffico dB(A)	Leq UTA dB(A)	Leq Ambientale dB(A)	Periodo di riferimento	Limite classe dB(A)	Superamento limite
R1	34,7	38,7	40,2	Notturmo	II – 45 dB(A)	NO
R2	35,8	40,5	41,8	Notturmo	II – 45 dB(A)	NO
R3	38,0	44,0	45,0	Notturmo	II – 45 dB(A)	NO
R4	39,9	--	39,9	Notturmo	I – 40 dB(A)	NO
R5	39,8	--	39,8	Notturmo	I – 40 dB(A)	NO
R6	37,1	38,5	40,5	Notturmo	III - 50 dB(A)	NO
R7	38,6	42,9	44,3	Notturmo	III - 50 dB(A)	NO
R8	40,6	46,4	47,4	Notturmo	III - 50 dB(A)	NO

Come si evince dalle tabelle preso i ricettori sensibili considerati non si ha il superamento del limite di immissione assoluto per le classi acustiche che caratterizzano la zona oggetto dell'intervento. Pertanto gli interventi summenzionati, zona residenziale, zona sanitaria/assistenziale e zona ludico/sportiva, risultano essere compatibili con il clima acustico di progetto e le nuove sorgenti rumorose (traffico veicolare indotto, UTA a servizio della struttura sanitaria) non comporteranno modifiche al clima acustico di progetto.

### 9 - Descrizione delle misure di protezione dal rumore

Il livello di rumorosità della zona oggetto dell'intervento edilizio e' principalmente determinato dal traffico veicolare che scorre lungo Via Bologna, Via Giacomo Leopardi e Via dei Tigli e dalle emissioni rumorose delle UTA dislocate presso struttura sanitaria/assistenziale.

Al fine di garantire la corretta protezione degli avventori delle strutture dal rumore prodotto dalle sorgenti summenzionate di:

- dimensionare la parte opaca (muratura) e trasparente (infissi) della facciata degli edifici rivolti verso la strada e le UTA in modo da rispettare in opera il requisito del DPCM 5/12/97 circa il potere fonoisolante di facciata dai rumori aerei  $D_{2m,nT,w}$ , il cui valore minimo e' fissato a 40 dB per le abitazioni e 45 dB per la struttura sanitaria/assistenziale.
- evitare di disporre i locali notte delle abitazioni sul lato che si affaccia sulle via Bologna e Dei Tigli.
- creare una zona da destinare a giardino nello spazio tra la struttura sanitarie/assistenziale e via Dei Tigli, inserendo al suo interno piante sempreverdi al fine di introdurre un'ulteriore barriera fonoassorbente per il rumore da traffico stradale.
- utilizzare barriere acustiche a ridosso delle UTA della struttura sanitaria/assistenziale, in particolare sul lato rivolto verso le abitazioni.
- L'impianto di cogenerazione dovra' essere installato all'interno di un ambiente dotato di un elevato isolamento acustico. Dovranno essere utilizzati murature e infissi (portoni e finestre) fonoisolanti al fine di far si' che il livello di rumore prodotto dall'impianto in funzionamento alla massima potenza ad 1 m dal portone di accesso del locale non superi i 55 dB(A) (valore  $L_{eq}$ ).

In futuro, una qualsiasi attivita' produttiva/terziario o struttura residenziale che trovi collocazione nelle zone adiacenti all'area in oggetto sara' soggetta ai limiti imposti dal DPCM 14/11/97 circa il valore limite assoluto e differenziale di immissione ed emissione in relazione alla classificazione acustica del territorio adottata dal Comune di Cento.

In particolare il nuovo insediamento dovra' rispettare il limite massimo di emissione in corrispondenza del confine di proprieta', associato alla classe III (pari a 60 dB(A) in periodo diurno e 50 dB(A) in periodo notturno); inoltre dovra' essere rispettato il limite assoluto e differenziale di immissione in corrispondenza dei ricettori sensibili posti all'interno dell'area residenziale e dell'area sanitaria/assistenziale oggetto dell'intervento, in funzione della classificazione acustica che verra' adottata dal comune di Cento.

## 10 - Conclusioni

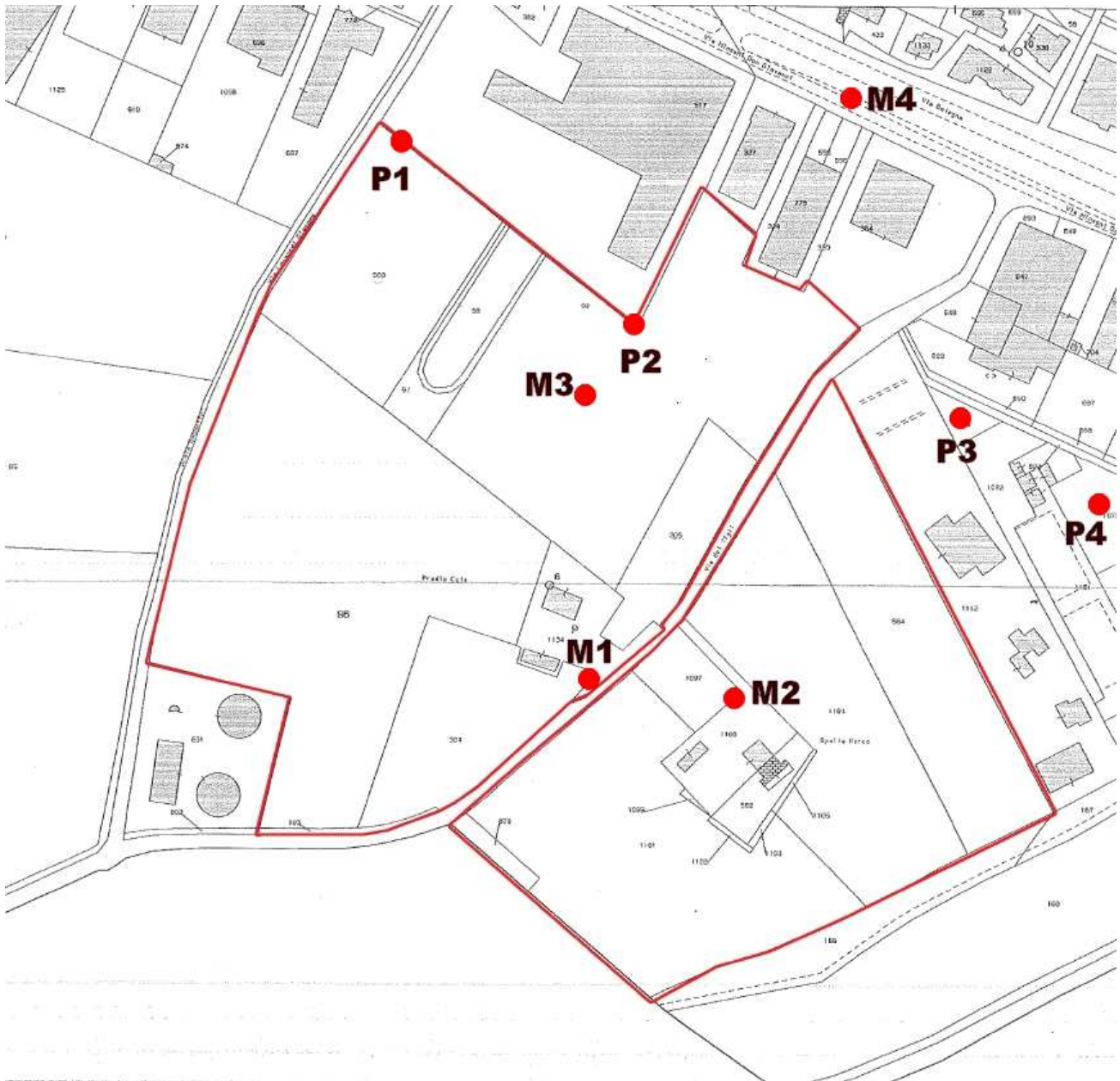
Come si evince dalle tabelle suscritte, presso i ricettori sensibili considerati non si ha il superamento del limite di immissione assoluto per le classi acustiche che caratterizzano la zona oggetto dell'intervento. Pertanto gli interventi summenzionati, zona residenziale, zona sanitaria/assistenziale e zona ludico/sportiva, risultano essere compatibili con il clima acustico di progetto e le nuove sorgenti rumorose (traffico veicolare indotto, UTA a servizio della struttura sanitaria) non comporteranno modifiche al clima acustico di progetto.

In base alle considerazioni precedentemente elencate si può concludere nel seguente modo: la situazione acustica di progetto è compatibile con il progetto di inserimento di un nuovo insediamento residenziale e sanitario/assistenziale **a patto di applicare le misure di protezione del rumore sopraindicate.**

APPENDICE A: Planimetrie insediamento residenziale e sanitario/assistenziale



APPENDICE B: Planimetrie con punti di misura





## APPENDICE C: Descrizione campagna di misurazione

### Rilievi fonometrici

La campagna di misure strumentali ha compreso:

N. 12 rilievi fonometrici diurni di media durata (10') in data 22 Novembre 2016

N. 12 rilievi fonometrici diurni di media durata (10' e 30') in data 24 Novembre 2016

Le schede relative a tutte le suddette misure sono allegate alla presente relazione tecnica. Le posizioni sono state scelte cercando di caratterizzare al meglio il livello di rumore residuo dell'area di pertinenza della sede dell'attività. E' stata utilizzata la tecnica del campionamento temporale in quanto il flusso di veicoli sulle strade indicate (maggior fonte di rumore) risulta essere regolare e non presenta picchi orari, ma un andamento decrescente man mano che ci si inoltra nel periodo notturno. Le misure si sono concentrate dalle ore 12 in poi in quanto in tale periodo in cui il rumore residuo assume i valori più bassi e consente di effettuare valutazioni di tipo cautelativo.

La durata di ciascun tempo di misura  $T_w$  è fissata in 10 minuti, in quanto rappresentativa della rumorosità dell'area (caratterizzata dal traffico veicolare) ed in grado di consentire l'esclusione di eventi anomali in grado di falsare i dati delle misurazioni.

### Metodologia seguita

Il D. M. 16/3/98 indica, oltre alla strumentazione, anche le tecniche da mettere in atto per eseguire correttamente le misure, nonché riassume le principali definizioni utilizzate in ambito acustico.

**Taratura** - Prima e dopo aver effettuato i rilevamenti è stata eseguita la taratura acustica della catena di misura mediante il calibratore del livello di pressione acustica Delta Ohm HD 9101. (D. M. 16/3/98, art. 2).

### Definizioni (D. M. 16/3/98, Allegato A)

**Sorgente specifica:** sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico.

**Tempo a lungo termine (TL):** la cui durata è stabilita in relazione agli obiettivi dell'indagine e alle variazioni dei fattori che influenzano la rumorosità ambientale nel lungo periodo. La durata di TL può essere un anno, alcuni mesi o riguardare solo specifici periodi, ad esempio l'estate e/o l'inverno per le zone a connotazione turistica, o escluderne altri (giorni festivi o di mercato e fiere).

**Tempo di riferimento (TR):** , individuato all'interno di TL rappresenta il periodo della giornata all'interno del quale si eseguono le misurazioni. Il suddetto Decreto distingue due TR: quello diurno TR<sub>d</sub> (dalle ore 06 alle 22, ad eccezione del rumore aeroportuale) e quello notturno TR<sub>n</sub> (dalle ore 22 alle 06, sempre ad eccezione del rumore aeroportuale). Indicato con  $r$  il numero dei tempi TR<sub>i</sub> omogenei, ossia diurni o notturni, individuati all'interno di TL si ha:

$$\sum_{i=1}^r TR_{d_i} = TL_d \quad \sum_{i=1}^r TR_{n_i} = TL_n$$

**Tempo di osservazione (TO):** collocato all'interno di ogni singolo tempo TR<sub>i</sub> e definibile in uno o più tempi TO, non necessariamente di uguale durata tra loro, in ciascuno dei quali si verificano le condizioni di rumorosità che si intendono valutare. Per l'insieme dei  $j$ -esimi tempi di osservazione TO così individuati sussiste la relazione seguente:

$$\sum_{j=1}^o TO_j \leq TR_i$$

La durata di TO può essere inferiore a quella di TR dipendendo dal tempo di funzionamento della sorgente specifica di interesse; ad esempio se detta sorgente è operativa per 4 ore nel tempo di riferimento diurno il tempo TO non dovrà essere di 16 ore ma, al massimo, di 4 ore.

Tempo di misura (TM): collocato all'interno di ciascun tempo TOj e definibile in uno o più tempi TM, non necessariamente di uguale durata ed intervallo tra loro, ciascuno scelto in funzione delle caratteristiche di variabilità del rumore ed in modo tale che la misurazione sia rappresentativa del fenomeno. L'insieme dei k tempi di misurazione TMk è inferiore o al massimo pari al tempo di osservazione, ossia:

$$\sum_{k=1}^m TM_k \leq TO_j$$

Ad ogni k-esimo tempo di misurazione TMk, di durata tk, è associato il corrispondente livello equivalente LAeqTMk. L'ipotesi alla base di qualsiasi tecnica di campionamento è che il valore del livello LAeq corrispondente all'insieme dei k-esimi livelli misurati LAeqTMk coincida con il valore del livello equivalente riferito al tempo di osservazione TOj contenente i k-esimi tempi TMk, ossia:

$$L_{Aeq,TOj} = 10 \log \left[ \frac{1}{TM_{tot}} \sum_{k=1}^m TM_k * 10^{(L_{AeqTMk}/10)} \right]$$

Dove LAeqTMk e' il valore di Leq effettivamente misurato e TMtot è il tempo totale di misurazione contenuto nel j-esimo tempo di osservazione TOj, pari a:

$$TM_{tot} = \sum_{k=1}^m TM_k$$

Dall'insieme dei j-esimi livelli LAeq,TOj si ricava il livello equivalente riferito al tempo di riferimento TRd o TRn contenente gli j-esimi tempi TOj:

$$L_{Aeq,TRd} = 10 \log \left[ \frac{1}{TRd} \sum_{j=1}^o TOj * 10^{(L_{Aeq,TOj}/10)} \right] \text{ dove TRd (6,00 – 22,00 = 16 ore)}$$

$$L_{Aeq,TRn} = 10 \log \left[ \frac{1}{TRn} \sum_{j=1}^o TOj * 10^{(L_{Aeq,TOj}/10)} \right] \text{ dove TRn (22,00 – 6,00 = 8 ore)}$$

Analogamente si ricava il livello equivalente LAeq,TL riferito al tempo di riferimento TL contenente gli omogenei r-esimi tempi TRd o TRn mediante la relazione seguente:

$$L_{Aeq,TL} = 10 \log \left[ \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r TRi * 10^{(L_{Aeq,TRi}/10)} \right]$$

Per illustrare le definizioni sopra esposte si riporta un esempio di individuazione dei tempi di misurazione e di osservazione relativamente all'andamento del livello equivalente orario LAeq,h nel tempo di riferimento diurno rilevato durante una domenica in un sito urbano ove il traffico stradale costituiva la sorgente sonora predominante. All'interno del tempo TR diurno sono individuati due tempi di osservazione TO1 e TO2, rispettivamente di 7 e 9 ore, che si estendono per l'intero tempo TR. Nel tempo TO1 sono scelti due tempi di misurazione TM11 e TM12 entrambi di 1 ora ciascuno, mentre in TO2 è individuato un solo tempo TM21 anch'esso di 1 ora. In tal modo il tempo totale di misura risulta di 3 ore, pari al 18,7% del tempo TR. I valori dei livelli equivalenti rilevati in ciascuno dei tre tempi di misurazione sono i seguenti:

TM11 => LAeq = 59,5 dB(A) TM12 => LAeq = 61,0 dB(A) TM21 => LAeq = 61,5 dB(A)

Applicando le relazioni indicate sopra i livelli equivalenti per i due tempi di osservazione risultano:

TO1 => LAeq = 60,5 dB(A) TO2 => LAeq = 61,5 dB(A)

si ricava un valore stimato per il livello equivalente LAeq,TR riferito al tempo TR diurno pari a 61,0 dB(A).

Il LAeq è il livello di pressione sonora di un segnale costante, ponderato secondo la curva “A”, riferito ad un certo periodo di osservazione, che corrisponde energeticamente a quello variabile che si verifica nello stesso intervallo di tempo:

$$L_{Aeq} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T \left( \frac{P_A}{P_0} \right)^2 dt$$

I livelli statistici cumulativi, o percentili, definiti come livelli sonori superati per una certa percentuale di tempo durante il periodo di misura, forniscono invece informazioni sulla frequenza (in senso statistico) con cui si verificano, nel periodo di osservazione, gli eventi sonori.

In questo contesto di misurazione l'utilizzo dei livelli statistici assume scarsa rilevanza in quanto l'obiettivo delle misure non è quello di incorporare il livello di rumore prodotto dalla sorgente disturbante dal rumore di fondo (in quanto la sorgente non è attiva), ma di valutare esclusivamente il rumore di fondo o livello residuo Lr. Pertanto visto che la sorgente di rumore preponderante è il traffico stradale, i livelli statistici, in particolare L90, potranno fornire il livello di rumore quando non si ha transito di autoveicoli sulla strada; tale livello non è da considerarsi come il livello residuo richiamato dal DPCM 14/11/97 in quanto non rappresentativo del livello di rumore tipico dell'area di interesse.

Per quanto riguarda i rumori impulsivi o di impatto, caratterizzati da brusche variazioni, di breve durata, della pressione sonora, questi possono essere valutati facendo uso di un fonometro munito di un commutatore che selezioni il tipo di risposta impulse o slow.

Elenco Misure eseguite (il numero è il medesimo del file Delta OHM)

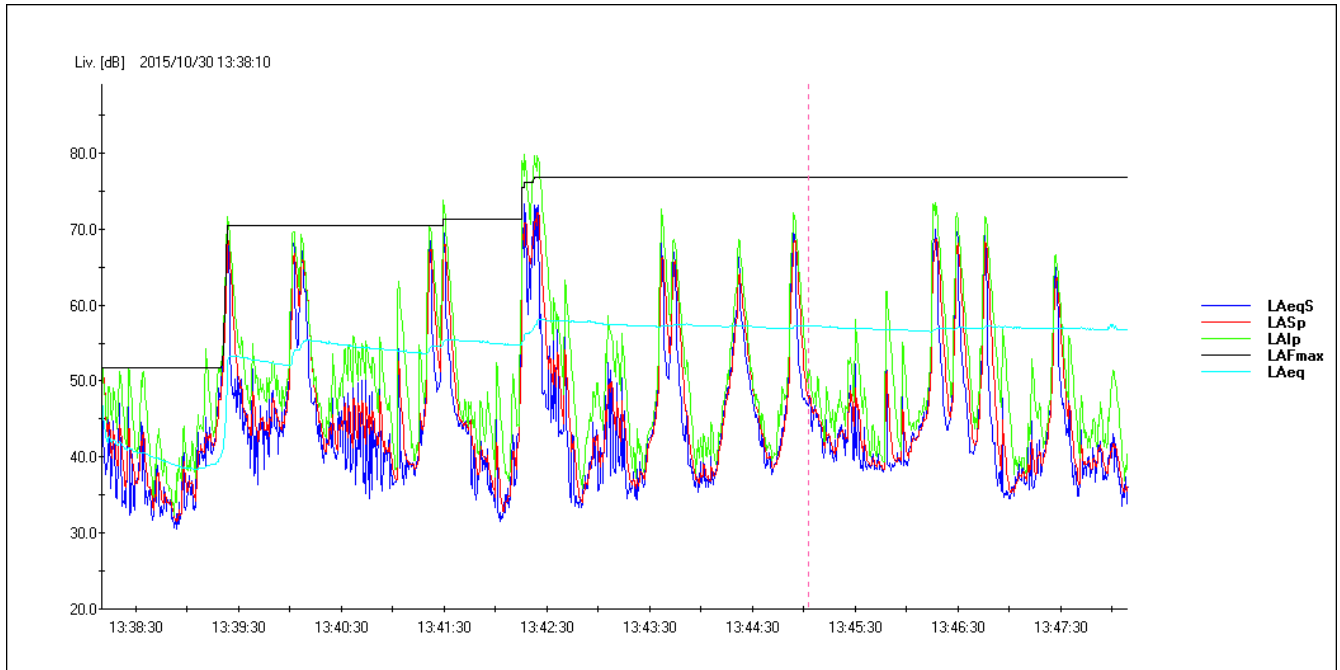
*N.B. L'ora indicata dal fonometro è quella solare, aggiungere 1 ora per ottenere quella legale.*

ID. MIS.	P.TO	Leq dB(A)	H_mis m	data	TR	dalle	alle	durata
1	1'	44,3	2	22-nov-16	diurno	11:45	13:00	10 min
2	1'	43,2	2	22-nov-16	diurno			10 min
3	1'	42	2	22-nov-16	diurno			10 min
4	2'	43,6	2	22-nov-16	diurno			10 min
5	2'	43,1	2	22-nov-16	diurno			10 min
6	2'	43,2	2	22-nov-16	diurno			10 min
7	2	44,3	2	22-nov-16	diurno	15:45	17:00	10 min
8	2	43,7	2	22-nov-16	diurno			10 min
9	2	42,2	2	22-nov-16	diurno			10 min
10	1	41,7	2	22-nov-16	diurno			10 min
11	1	41,9	2	22-nov-16	diurno			10 min
12	1	41,2	2	22-nov-16	diurno			10 min
13	4	40,2	2	24-nov-16	diurno	14:00	15:30	10 min
14	4	40,4	2	24-nov-16	diurno			10 min
15	4	40,2	2	24-nov-16	diurno			10 min
16	3	42,8	2	24-nov-16	diurno			10 min
17	3	41,8	2	24-nov-16	diurno			10 min
18	3	41,8	2	24-nov-16	diurno			10 min
19	4	38	2	24-nov-16	notturno	22:15	00:45	30 min
20	3	38	2	24-nov-16	notturno			30 min
21	1	38,6	2	24-nov-16	notturno			30 min
22	2	42	2	24-nov-16	notturno			30 min

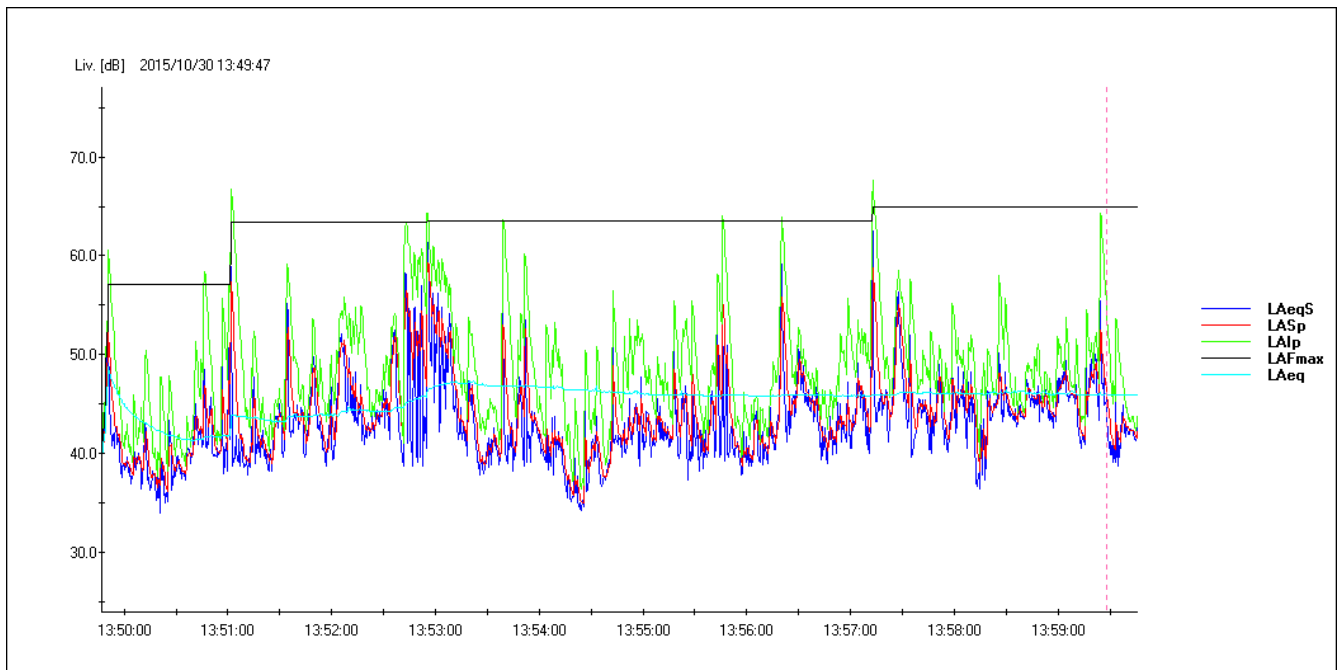
## APPENDICE D: Profili temporali misure fonometriche

Per gli andamenti in frequenza del livello di rumore residuo misurato si veda il Cd-Rom allegato dotato di software di visualizzazione Noise Studio.

Data: 30/10/2015 – Misura 1

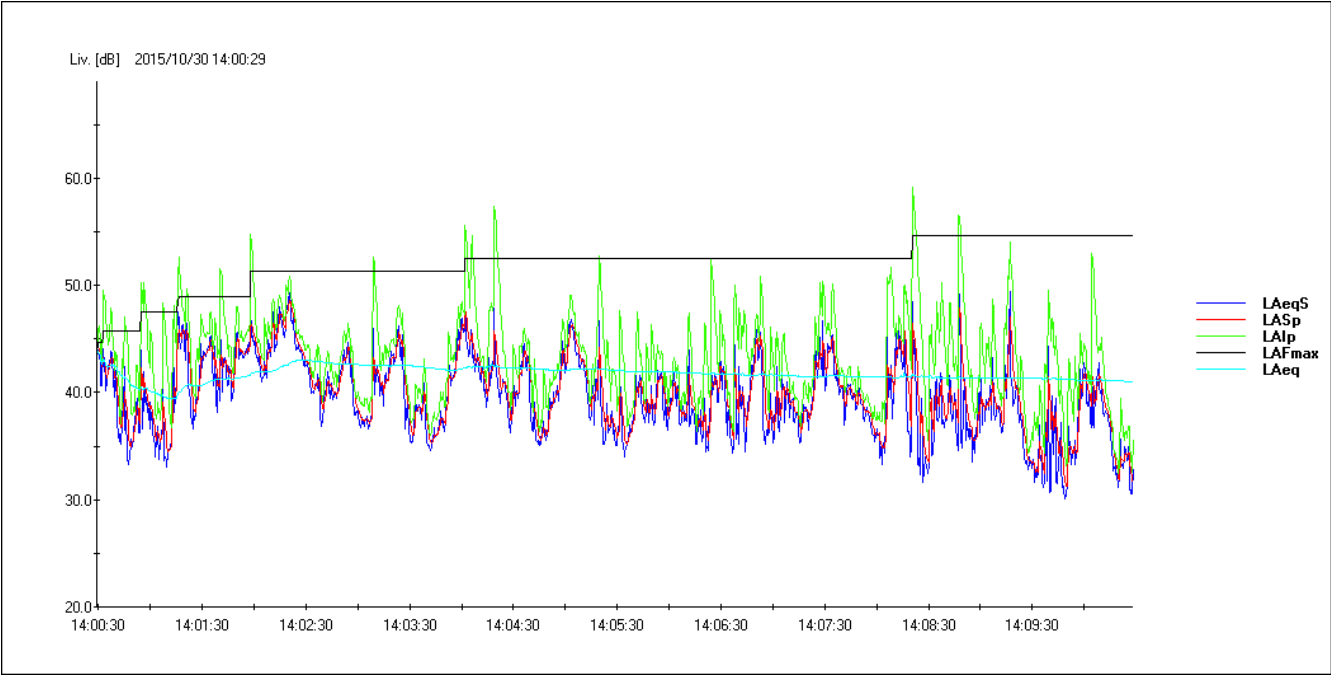


Data: 30/10/2015 – Misura 2

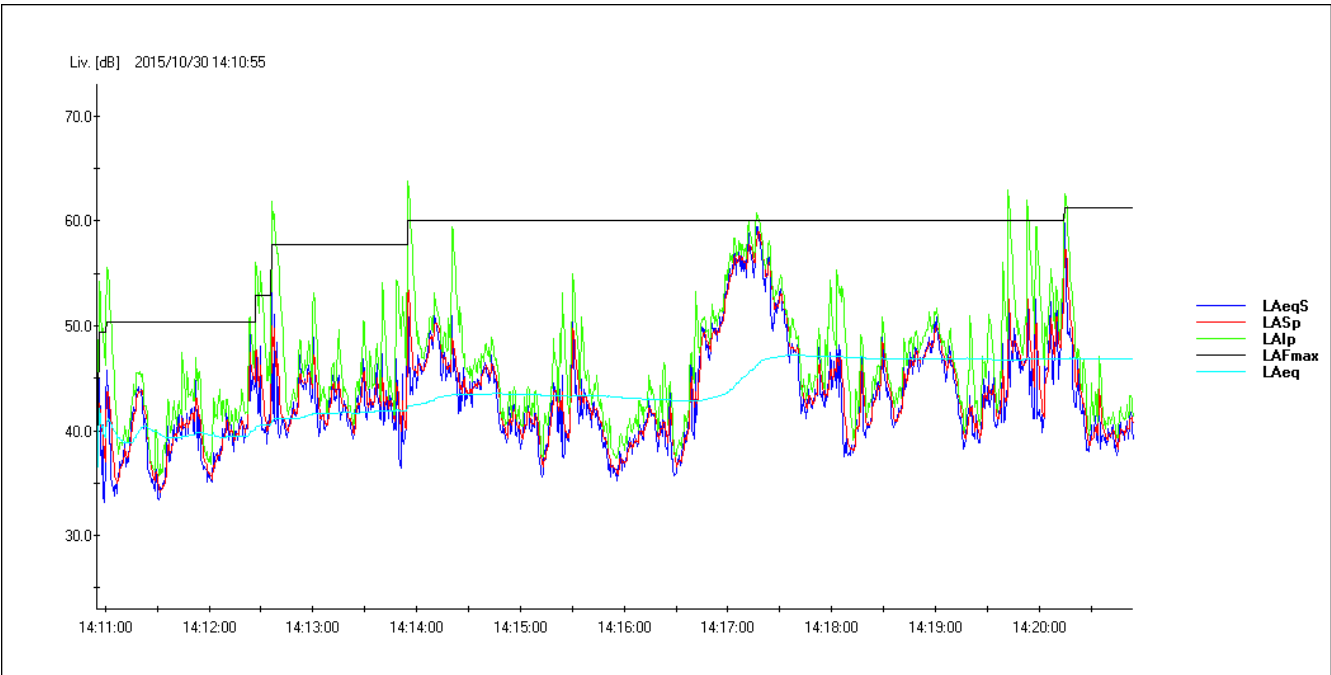




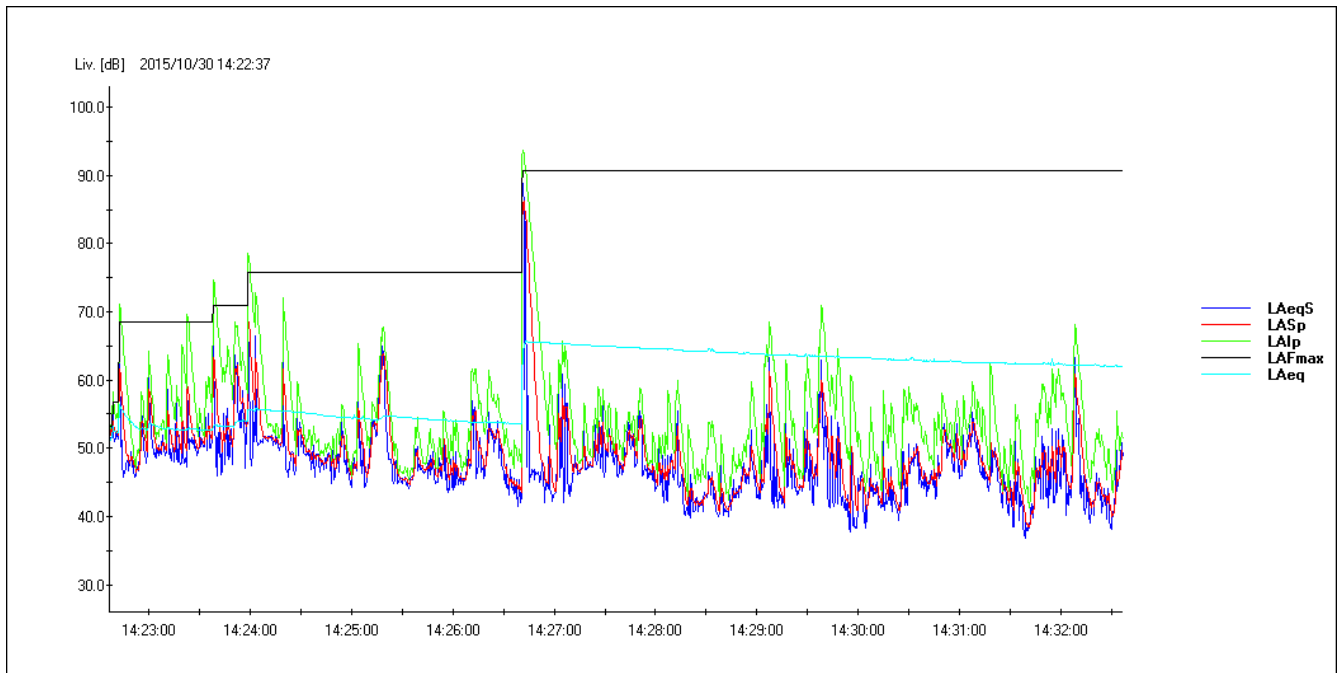
Data: 30/10/2015 – Misura 3



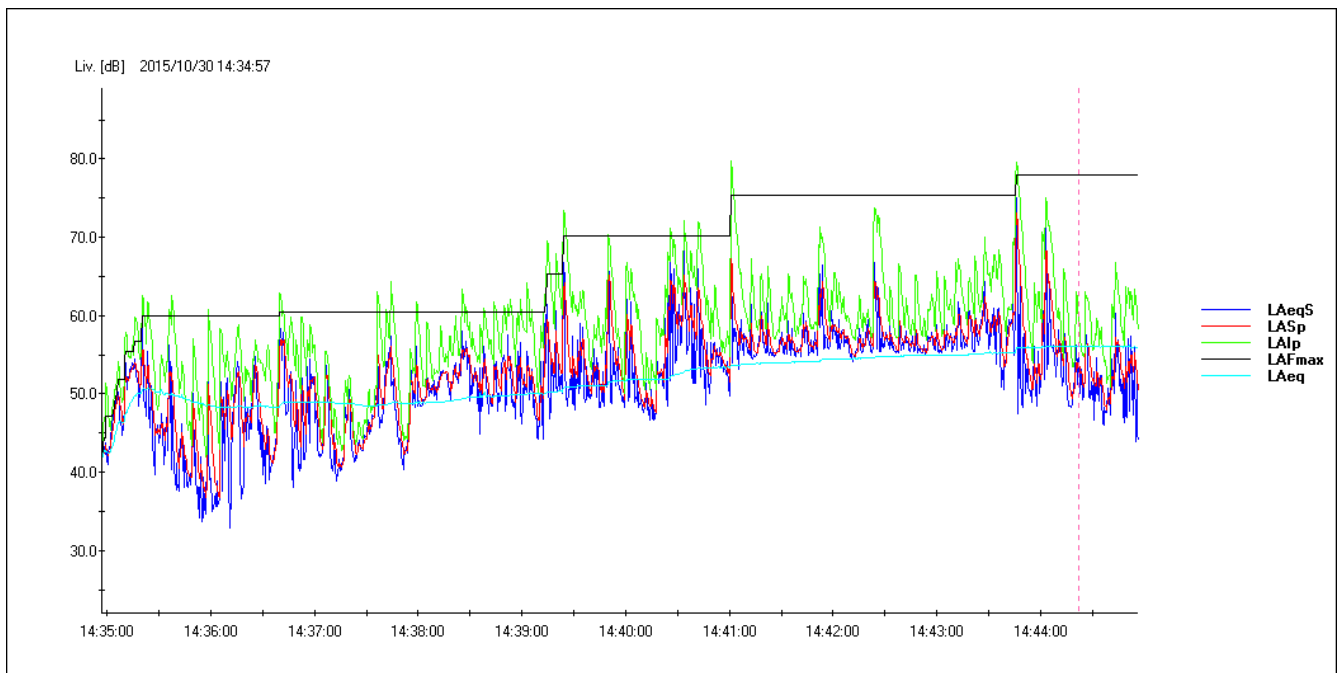
Data: 30/10/2015 – Misura 4



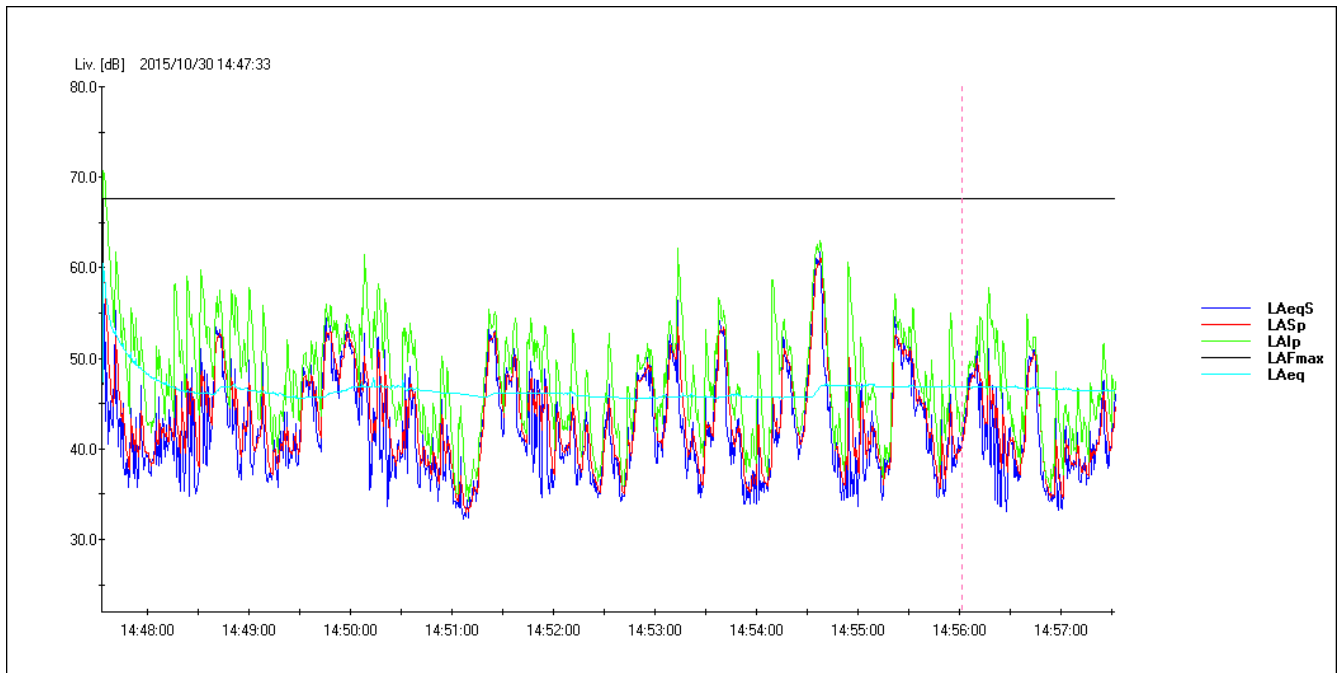
Data: 30/10/2015 – Misura 5



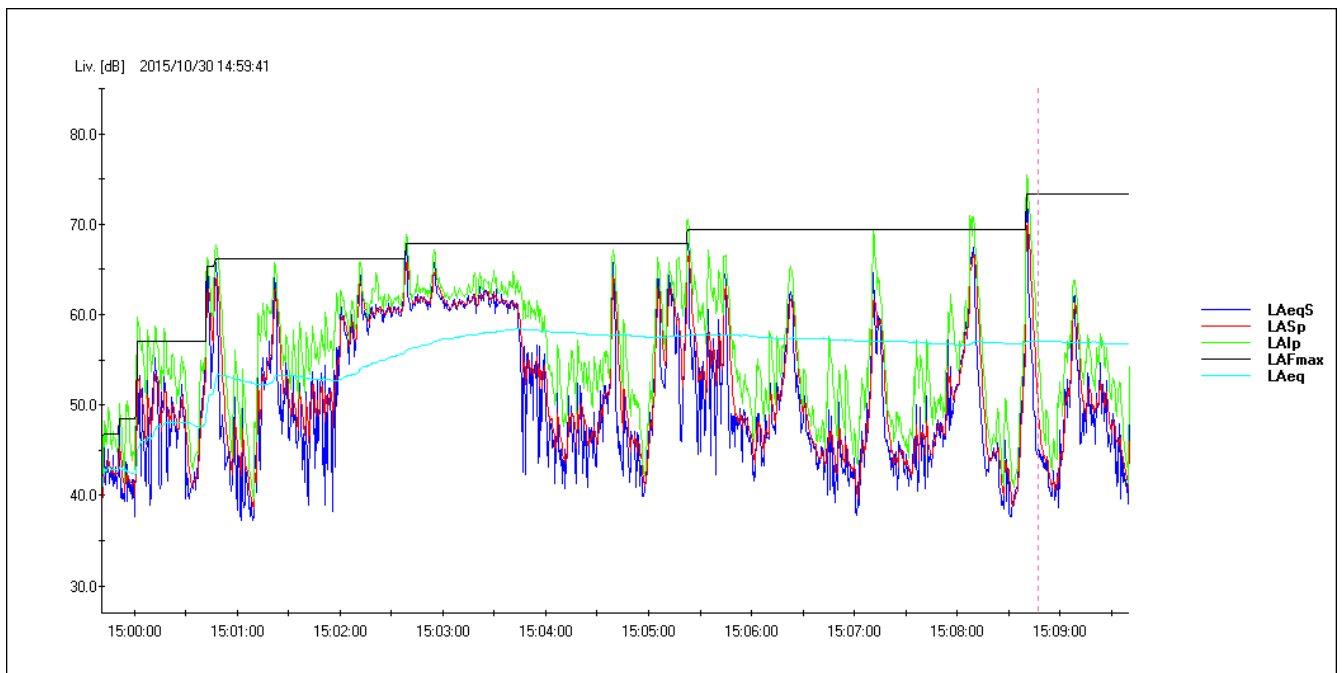
Data: 30/10/2015 – Misura 6



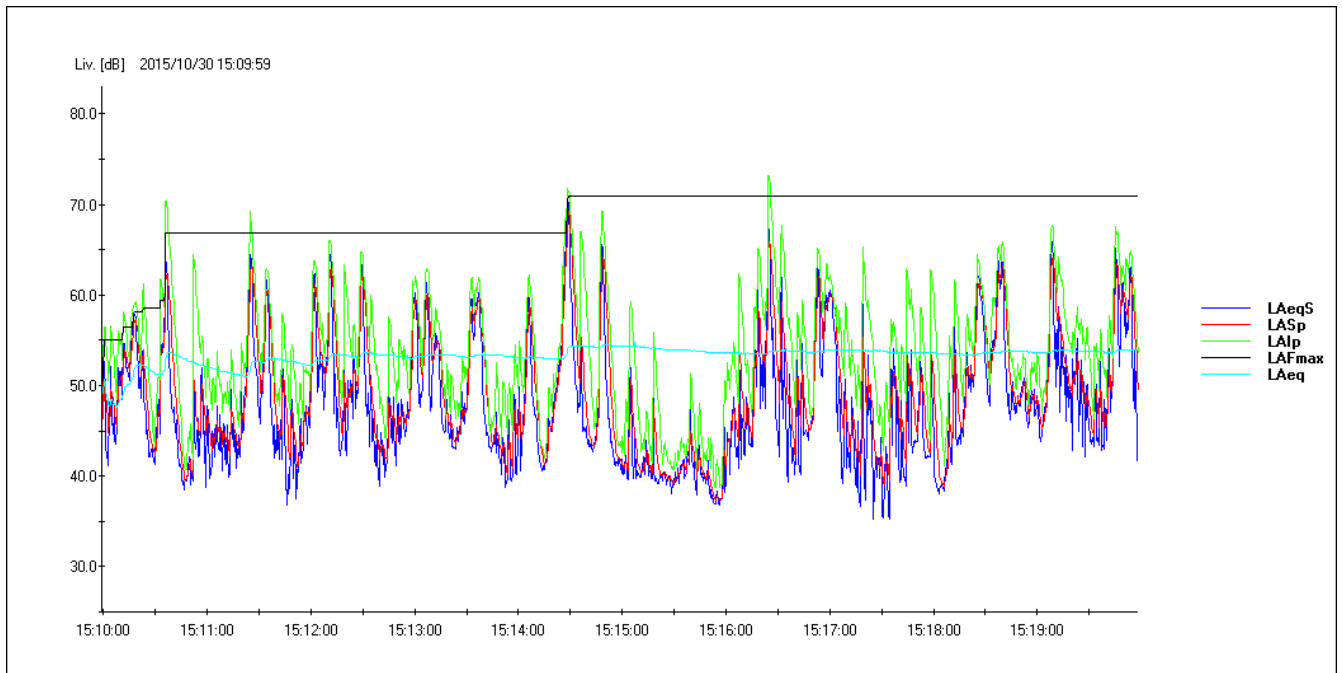
Data: 30/10/2015 – Misura 7



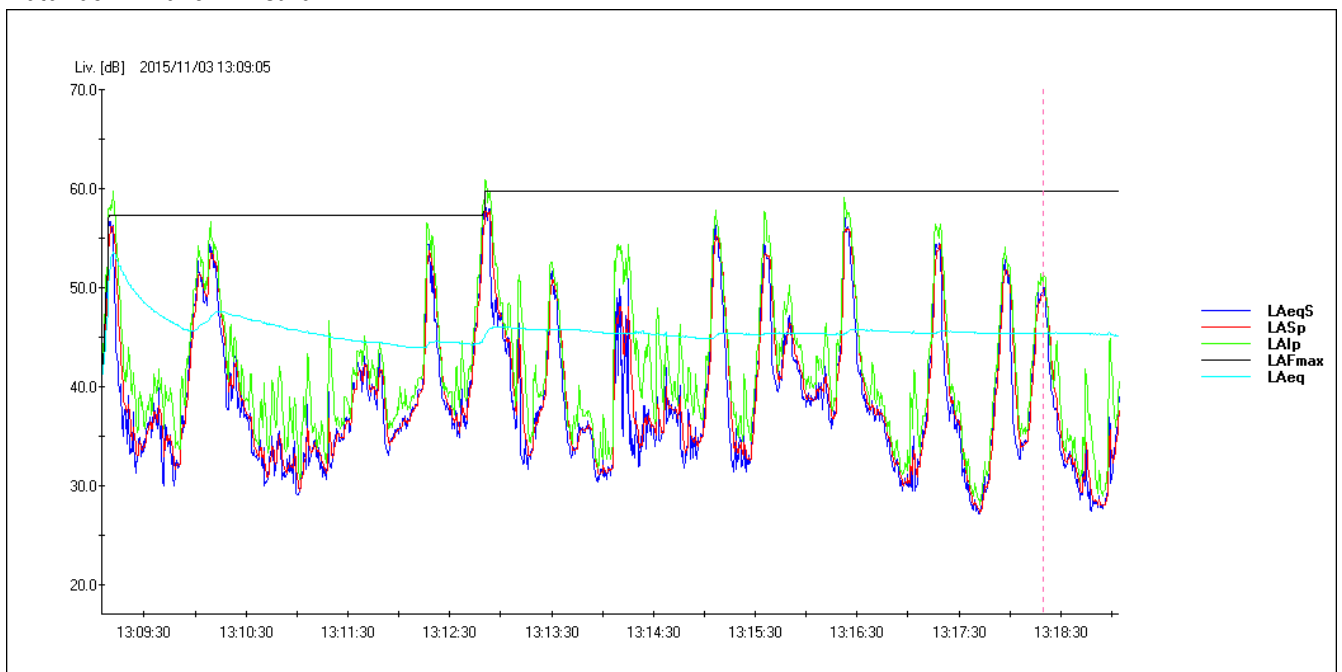
Data: 30/10/2015 – Misura 8



Data: 30/10/2015 – Misura 9

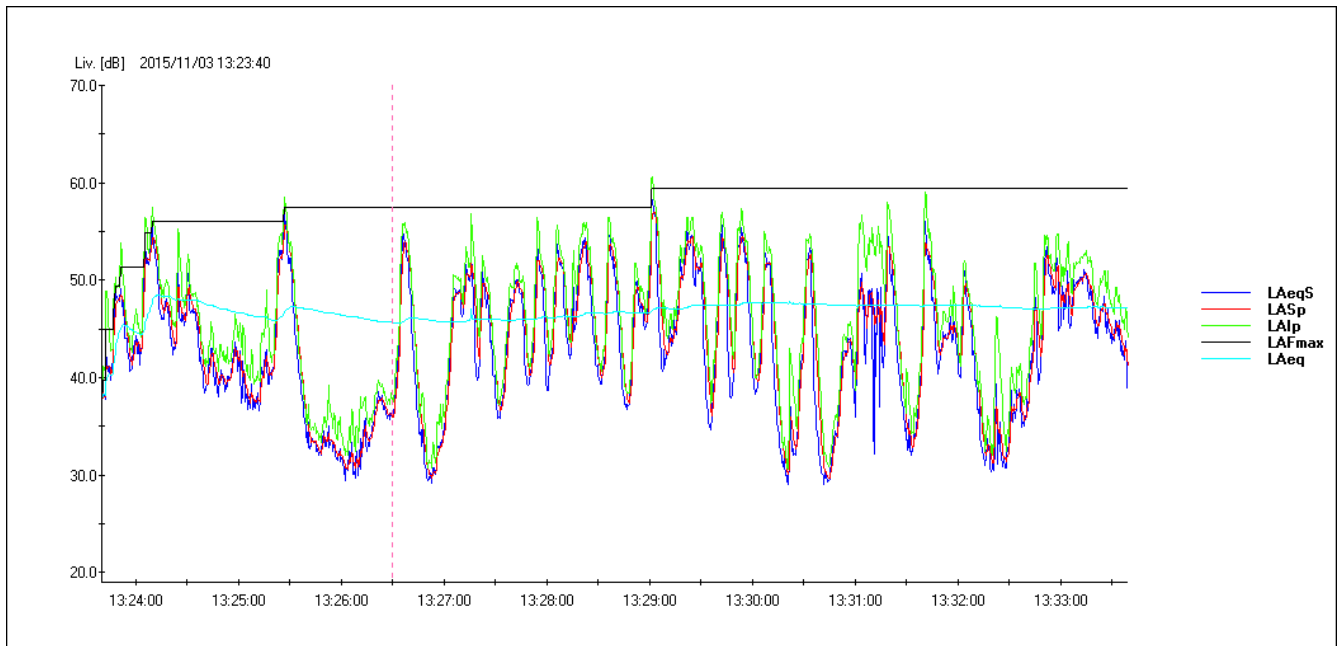


Data: 03/11/2015 – Misura 1

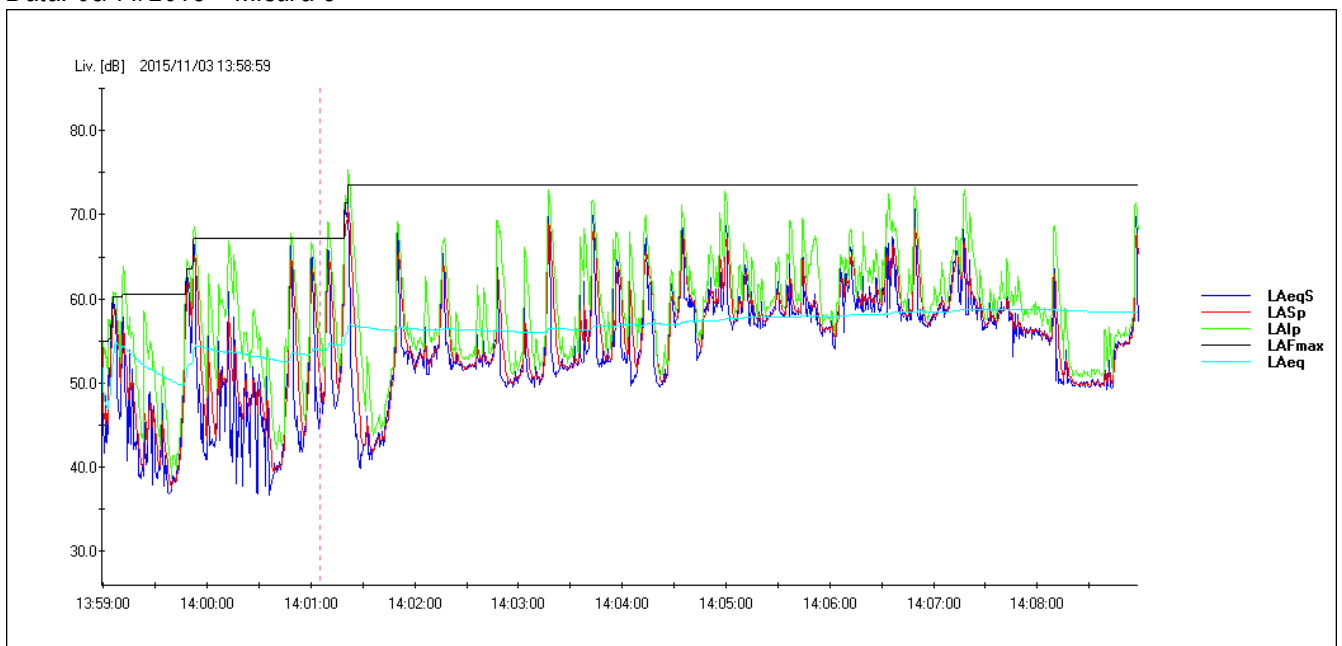




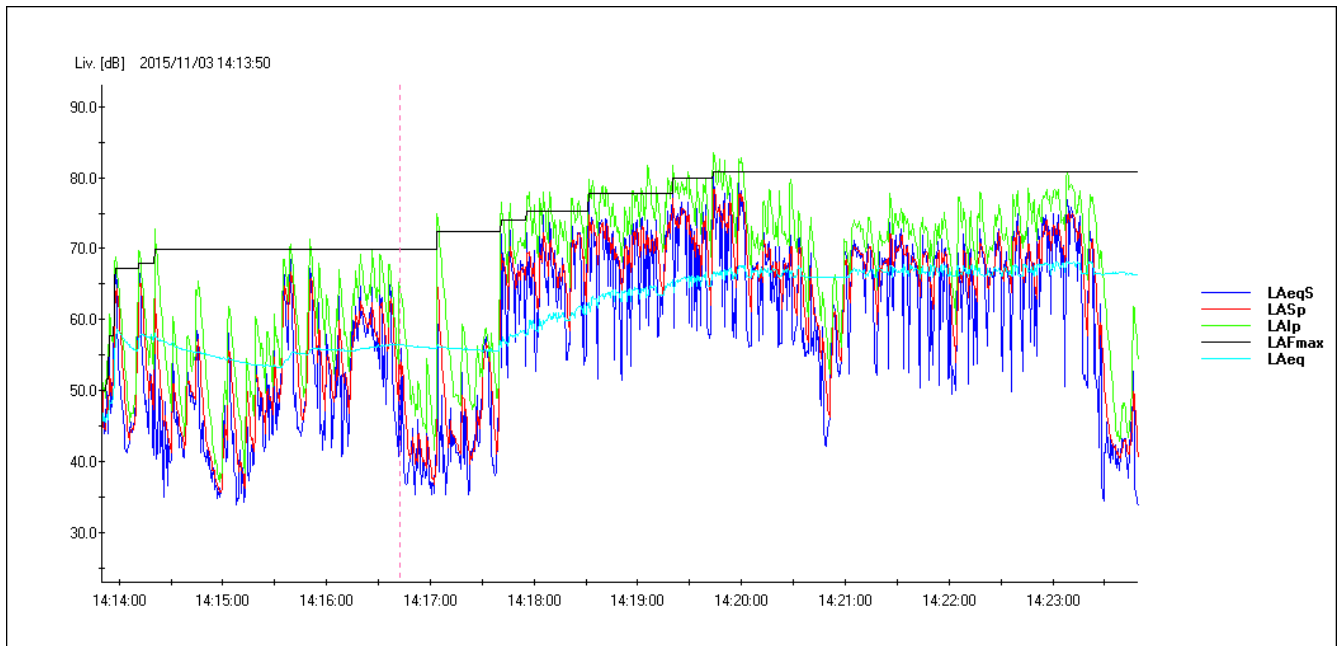
Data: 03/11/2015 – Misura 2



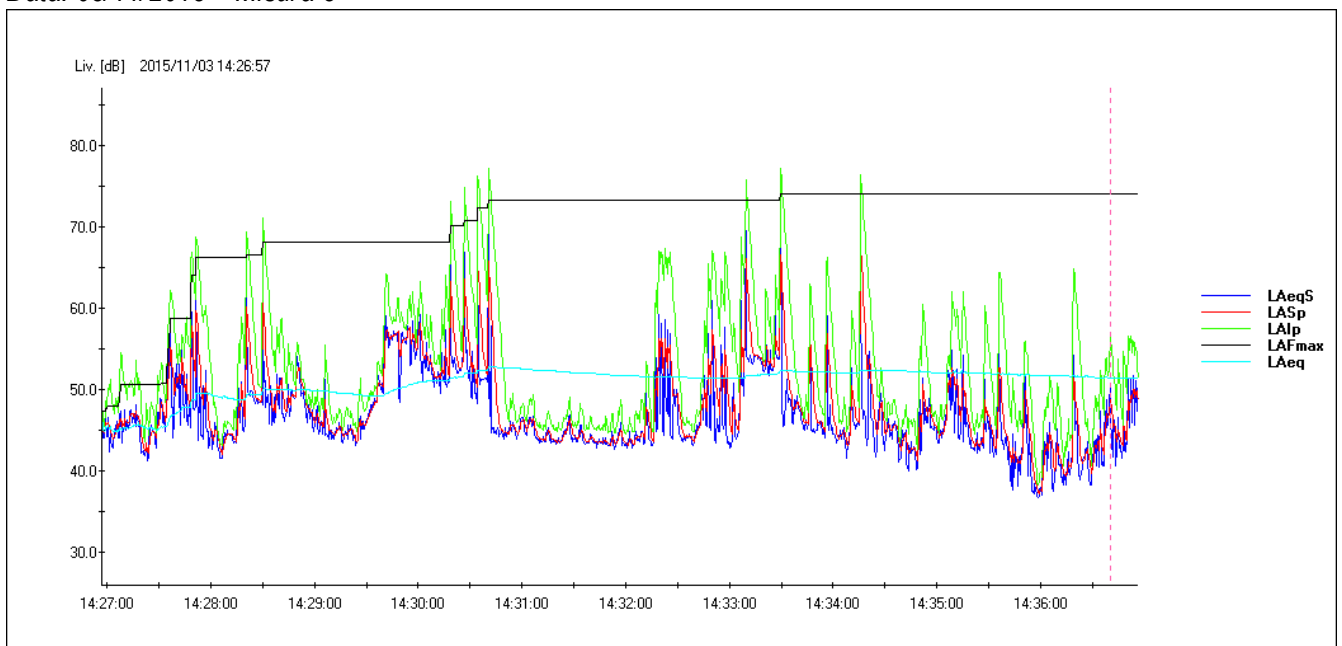
Data: 03/11/2015 – Misura 3



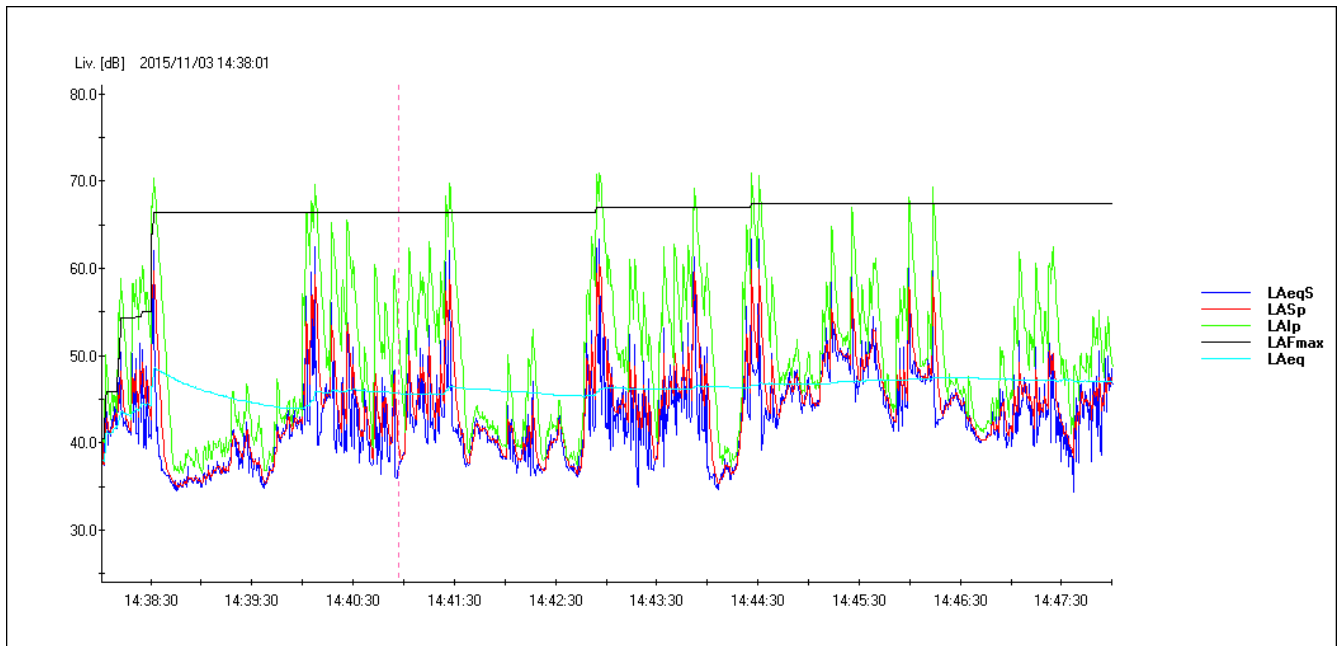
Data: 03/11/2015 – Misura 4



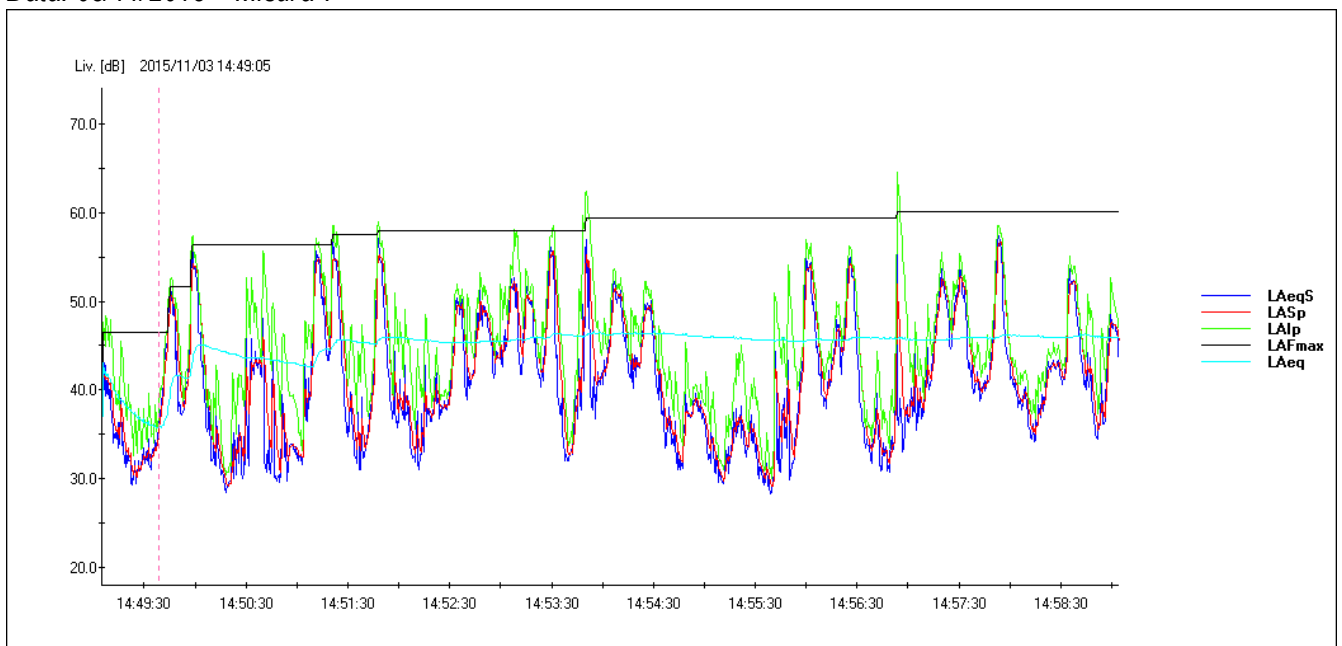
Data: 03/11/2015 – Misura 5



Data: 03/11/2015 – Misura 6



Data: 03/11/2015 – Misura 7



**APPENDICE E: Taratura modello di calcolo per il traffico veicolare**

Il modello di calcolo per il traffico veicolare sviluppato dal CETUR consente la valutazione del livello equivalente orario a ad una distanza  $d$  dalla sede stradale attraverso la seguente relazione:

$$LAeq(h) = A + 10 \log(Q_l + EQ_p) - 12 \log d + \sum_{i=1}^3 \Delta L_i \quad \text{dB(A)}$$

Dove

$Q_l$  e' il flusso orario di veicoli leggeri

$Q_p$  il flusso orario di veicoli pesanti

$d$  e' la distanza dall'asse della sede stradale

$A$  e' una costante che tiene conto delle riflessioni generate dai fabbricati che circondano la strada

$E$  e' il parametro correttivo di omogeneizzazione tra veicoli leggeri e veicoli pesanti in funzione della pendenza stradale; nel caso in esame si ha a che fare con strade urbane con pendenza inferiore al 3%, pertanto  $E=10$  dB(A)

$\Delta L_1$  e' il parametro correttivo per la larghezza della sede stradale

$\Delta L_2$  e' il parametro correttivo per la velocita' media del flusso veicolare

$\Delta L_3$  e' il parametro correttivo relativo all'angolo visuale sotto il quale l'osservatore vede la sorgente lineare

Pertanto supponendo che il flusso di veicoli leggeri e pesanti sia costante durante tutto il periodo di riferimento diurno e notturno (ipotesi peggiorativa in quanto il traffico subisce variazioni orarie anche considerevoli) e' possibile applicare la formula suddette alla strade che interessano l'area di intervento:

Periodo di riferimento diurno:  $Tr = 6:00 - 22:00$

	Veicoli leggeri /ora	Veicoli pesanti/ora	Velocità Km/h
Via Bologna	900	180	70
Via Giacomo Leopardi	50	10	60
Via Dei Tigli	45	0	50

Periodo di riferimento notturno:  $Tr = 22:00 - 6:00$

	Veicoli leggeri /ora	Veicoli pesanti/ora	Velocità Km/h
Via Bologna	400	45	70
Via Giacomo Leopardi	25	1	60
Via Dei Tigli	12	0	50

**Periodo di riferimento diurno 6:00 – 22:00**

Via Bologna

$Q_l = 900/\text{ora}$

$Q_p = 170/\text{ora}$

$d = 15$  m (posizione M4)

$A = 20$  dB(A) (si tratta di una strada aperta con fabbricati lontani della sede stradale)

$E = 7$  dB(A) (si tratta di strade di scorrimento con pendenza inferiore al 3%)

$\Delta L_1 = 0$  dB(A) (si tratta di una strada aperta con fabbricati lontani della sede stradale)

$\Delta L_2 = 20 \log(V) = 20 \log(70)$  dB(A) (velocita' media 70 Km/h)

$\Delta L_3 = 10 \log(\phi/180) = 10 \log(78/180)$

$$LAeq(h) = A + 10 \log(Q_l + EQ_p) - 12 \log d + \sum_{i=1}^3 \Delta L_i \rightarrow LAeq(h) \text{ Via Bologna} = 72,4 \text{ dB(A)}$$

*Via Giacomo Leopardi*

Ql = 50/ora

Qp = 10/ora

d = 15 m (posizione M4)

A = 20 dB(A) (si tratta di una strada aperta con fabbricati lontani della sede stradale)

E = 10 dB(A) (si tratta di strade urbane con pendenza inferiore al 3%)

$\Delta L_1 = 0$  dB(A) (si tratta di una strada aperta con fabbricati lontani della sede stradale)

$\Delta L_2 = 20 \log(V) = 20 \log(60) - 1$  dB(A) (velocità media 60 Km/h)

$\Delta L_3 = 10 \log(\phi/180) = 10 \log(68/180)$

$$L_{Aeq}(h) = A + 10 \log(Q_l + EQ_p) - 12 \log d + \sum_{i=1}^3 \Delta L_i \rightarrow L_{Aeq}(h) \text{ Via Bologna} = 59,0 \text{ dB(A)}$$

*Via dei Tigli*

Ql = 45/ora

Qp = 0/ora

d = 10 m (posizione M4)

A = 20 dB(A) (si tratta di una strada aperta con fabbricati lontani della sede stradale)

E = 10 dB(A) (si tratta di strade urbane con pendenza inferiore al 3%)

$\Delta L_1 = 0$  dB(A) (si tratta di una strada aperta con fabbricati lontani della sede stradale)

$\Delta L_2 = 20 \log(V) = 20 \log(50) - 1$  dB(A) (velocità media 50 Km/h)

$\Delta L_3 = 10 \log(\phi/180) = 10 \log(68/180)$

$$L_{Aeq}(h) = A + 10 \log(Q_l + EQ_p) - 12 \log d + \sum_{i=1}^3 \Delta L_i \rightarrow L_{Aeq}(h) \text{ Via Bologna} = 55,4 \text{ dB(A)}$$

**Periodo di riferimento notturno 22:00 – 6:00**

*Via Bologna*

Ql = 400/ora

Qp = 45/ora

d = 15 m (posizione M4)

A = 20 dB(A) (si tratta di una strada aperta con fabbricati lontani della sede stradale)

E = 7 dB(A) (si tratta di strade di scorrimento con pendenza inferiore al 3%)

$\Delta L_1 = 0$  dB(A) (si tratta di una strada aperta con fabbricati lontani della sede stradale)

$\Delta L_2 = 20 \log(V) = 20 \log(70) - 1$  dB(A) (velocità media 70 Km/h)

$\Delta L_3 = 10 \log(\phi/180) = 10 \log(78/180)$

$$L_{Aeq}(h) = A + 10 \log(Q_l + EQ_p) - 12 \log d + \sum_{i=1}^3 \Delta L_i \rightarrow L_{Aeq}(h) \text{ Via Bologna} = 67,7 \text{ dB(A)}$$

*Via Giacomo Leopardi*

Ql = 25/ora

Qp = 1/ora

d = 15 m (posizione M4)

A = 20 dB(A) (si tratta di una strada aperta con fabbricati lontani della sede stradale)

E = 10 dB(A) (si tratta di strade urbane con pendenza inferiore al 3%)

$\Delta L_1 = 0$  dB(A) (si tratta di una strada aperta con fabbricati lontani della sede stradale)

$\Delta L_2 = 20 \log(V) = 20 \log(60) - 1$  dB(A) (velocità media 60 Km/h)

$\Delta L_3 = 10 \log(\phi/180) = 10 \log(68/180)$

$$L_{Aeq}(h) = A + 10 \log(Q_l + EQ_p) - 12 \log d + \sum_{i=1}^3 \Delta L_i \rightarrow L_{Aeq}(h) \text{ Via Bologna} = 52,7 \text{ dB(A)}$$

*Via dei Tigli*

Ql = 12/ora



$Q_p = 0/\text{ora}$

$d = 10 \text{ m}$  (posizione M4)

$A = 20 \text{ dB(A)}$  (si tratta di una strada aperta con fabbricati lontani della sede stradale)

$E = 10 \text{ dB(A)}$  (si tratta di strade urbane con pendenza inferiore al 3%)

$\Delta L_1 = 0 \text{ dB(A)}$  (si tratta di una strada aperta con fabbricati lontani della sede stradale)

$\Delta L_2 = 20 \log(V) = 20 \log(50) \text{ dB(A)}$  (velocità media 50 Km/h)

$\Delta L_3 = 10 \log(\phi/180) = 10 \log(68/180)$

$$L_{Aeq}(h) = A + 10 \log(Q_i + EQ_p) - 12 \log d + \sum_{i=1}^3 \Delta L_i \rightarrow L_{Aeq}(h) \text{ Via Bologna} = 49,7 \text{ dB(A)}$$

il modello così tarato ben descrive ciò che avviene nella realtà in quanto si ottengono i medesimi  $L_{eq}$  orari misurati nelle posizioni M1 e M4 (interessate dal flusso veicolare) in data 17/12/2014, come da tabella sottostante:

Posizione	Leq Misurato dB(A)	Leq Stimato dB(A)	Differenza	Periodo di riferimento
<b>M1</b>	55,8	55,4	-0,4	Diurno
<b>M4</b>	72,5	72,4	-0,1	Diurno
<b>M1</b>	50,1	49,7	-0,2	Notturmo
<b>M4</b>	68,8	67,7	-1,1	Notturmo

Il modello sovrastima leggermente il livello di rumore prodotto al diminuire del numero di passaggi; tale sovrastima è accettabile in quanto contenuta entro i 2 dB(A), deviazione più che accettabile considerato l'errore medio dei programmi di simulazione basati su una formulazione semplificata del modello della propagazione sonora.

Per quanto riguarda il calcolo ai ricettori del livello di rumore prodotto dal traffico veicolare è necessario caratterizzare le sorgenti acustiche lineari che descrivono il passaggio degli autoveicoli, inserire lo spettro all'interno del software Prelude Ray e procedere con il calcolo. Il modello CETUR esprime il livello di potenza sonora per unità di lunghezza del percorso nel modo seguente:

$$L'_{Awj} = [(E_{VL} + 10 \log Q_{VL}) + (E_{PL} + 10 \log Q_{PL})] + 20 + 10 \log l_j - R(j) \quad \text{dB(A)}$$

Dove  $E_{i,j}$  sono i coefficienti di emissione definiti dalla norma

$l_j$  è l'estensione del segmento stradale = 1m

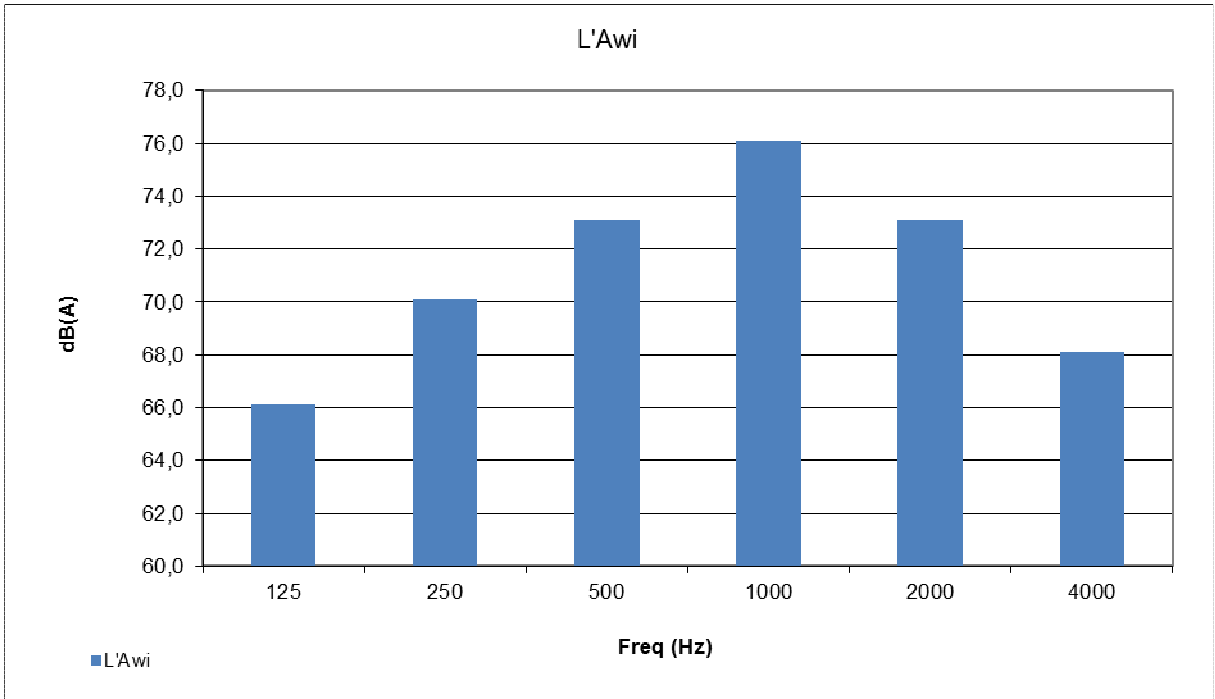
$R(j)$  è il fattore di normalizzazione in frequenza

Applicando la formula suddetta si ottiene l'andamento in frequenza del livello di potenza sonora delle sorgenti lineari che rappresentano il traffico stradale sulle vie summenzionate:

LIVELLO POTENZA SORGENTE TRAFFICO  
PERIODO RIFERIMENTO DIURNO  
Modello CETUR Via Bologna

Freq	EVL + 10 log(QVL)	EPL+10log(QPI)	R(j)				L'Awi
125	58,14242509	55,70448921	14	651992,36	371919,5	60,10263	66,1
250	58,14242509	55,70448921	10	651992,36	371919,5	60,10263	70,1
500	58,14242509	55,70448921	7	651992,36	371919,5	60,10263	73,1
1000	58,14242509	55,70448921	4	651992,36	371919,5	60,10263	76,1
2000	58,14242509	55,70448921	7	651992,36	371919,5	60,10263	73,1
4000	58,14242509	55,70448921	12	651992,36	371919,5	60,10263	68,1

EVL 32,4  
E1 28,6  
QVL 375,1824451  
EPL 42,6  
E4 33,4  
QPL 20,43849539  
Q leggeri 900 Veicoli/ora  
Q pesanti 170 Veicoli/ora

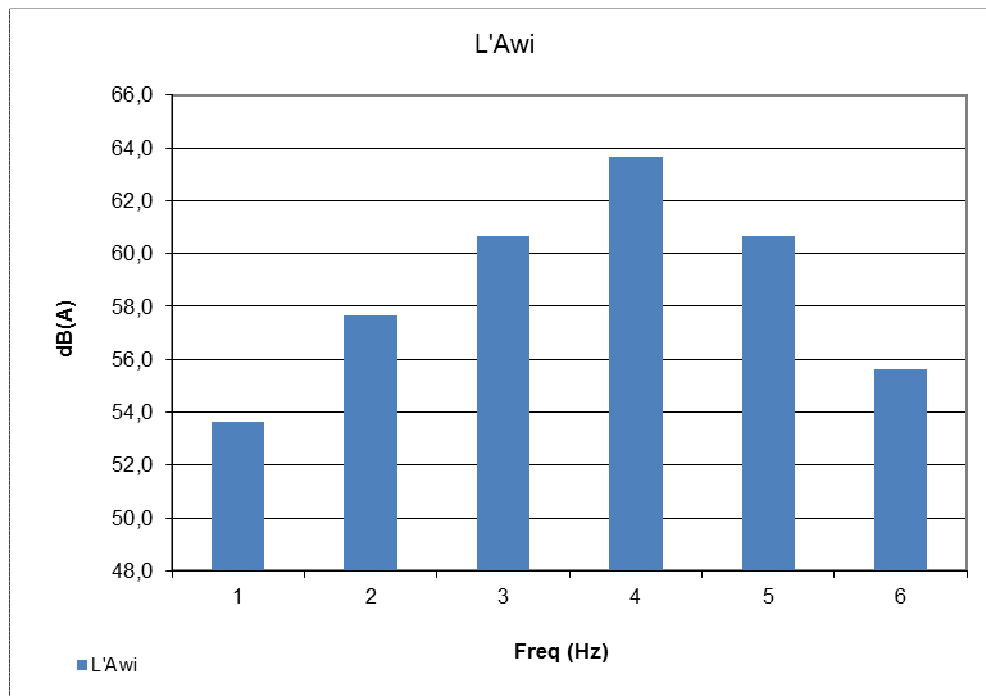


**LIVELLO POTENZA SORGENTE TRAFFICO****PERIODO RIFERIMENTO DIURNO****Modello CETUR**

Via Giacomo Leopardi

Freq	EVL + 10 log(QVL)	EPL+10log(QPI)	R(j)					L'Awi
125	45,5897	43,4	14	36221,8	21877,62	47,64172		53,6
250	45,5897	43,4	10	36221,8	21877,62	47,64172		57,6
500	45,5897	43,4	7	36221,8	21877,62	47,64172		60,6
1000	45,5897	43,4	4	36221,8	21877,62	47,64172		63,6
2000	45,5897	43,4	7	36221,8	21877,62	47,64172		60,6
4000	45,5897	43,4	12	36221,8	21877,62	47,64172		55,6

EVL 32,4  
 E1 28,6  
 QVL 20,84347  
 EPL 42,6  
 E4 33,4  
 QPL 1,202264  
 Q leggeri 50 Veicoli/ora  
 Q pesanti 10 Veicoli/ora

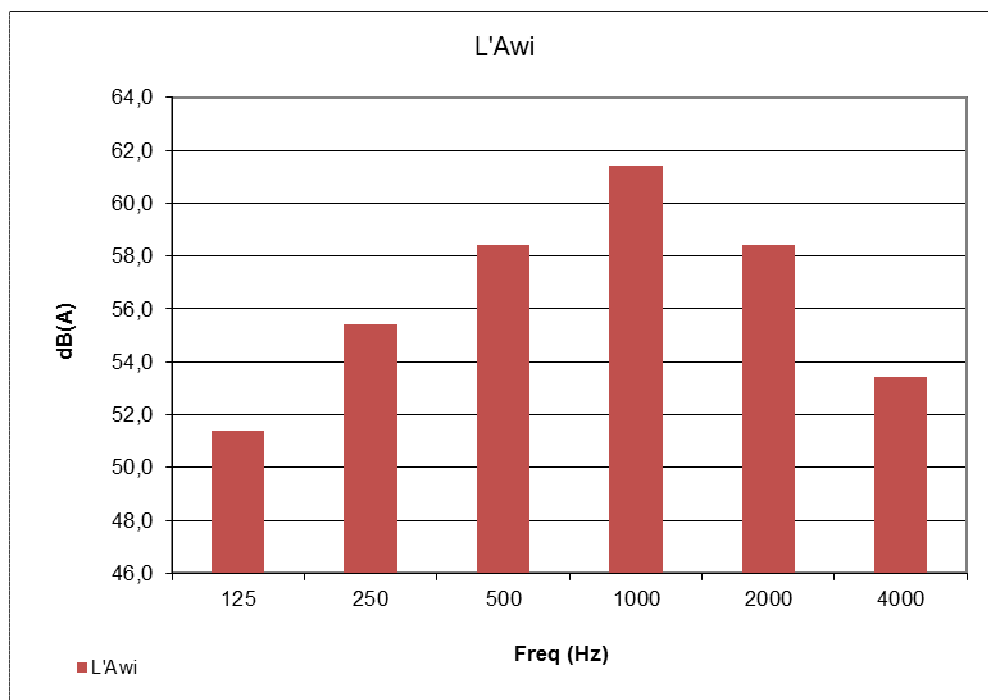


**LIVELLO POTENZA SORGENTE TRAFFICO****PERIODO RIFERIMENTO DIURNO****Modello CETUR**

Via dei Tigli

Freq	EVL + 10 log(QVL)	EPL+10log(QPL)	R(j)				L'Awi
125	45,13213	33,4	14	32599,62	2187,762	45,41422	51,4
250	45,13213	33,4	10	32599,62	2187,762	45,41422	55,4
500	45,13213	33,4	7	32599,62	2187,762	45,41422	58,4
1000	45,13213	33,4	4	32599,62	2187,762	45,41422	61,4
2000	45,13213	33,4	7	32599,62	2187,762	45,41422	58,4
4000	45,13213	33,4	12	32599,62	2187,762	45,41422	53,4

EVL 30,7  
 E1 28,6  
 QVL 27,74678  
 EPL 42,7  
 E4 33,4  
 QPL 0,11749  
 Q leggeri 45 Veicoli/ora  
 Q pesanti 1 Veicoli/ora



**LIVELLO POTENZA SORGENTE TRAFFICO****PERIODO DI RIFERIMENTO NOTTURNO****Modello CETUR**

Via Bologna

Freq	EVL + 10 log(QVL)	EPL+10log(QPI)	R(j)				L'Awi
125	54,62059991	49,93212514	14	289774,38	98449,27	55,89082	61,9
250	54,62059991	49,93212514	10	289774,38	98449,27	55,89082	65,9
500	54,62059991	49,93212514	7	289774,38	98449,27	55,89082	68,9
1000	54,62059991	49,93212514	4	289774,38	98449,27	55,89082	71,9
2000	54,62059991	49,93212514	7	289774,38	98449,27	55,89082	68,9
4000	54,62059991	49,93212514	12	289774,38	98449,27	55,89082	63,9

EVL 32,4

E1 28,6

QVL 166,7477534

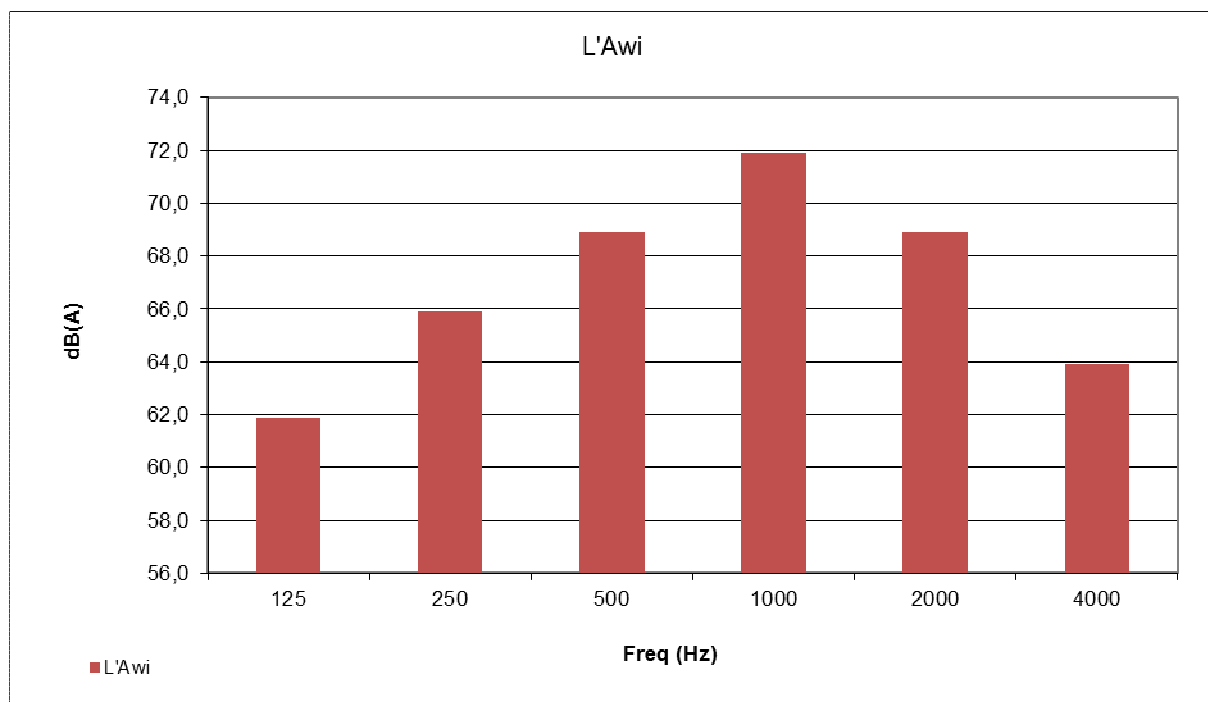
EPL 42,6

E4 33,4

QPL 5,410189956

Q leggeri 400 Veicoli/ora

Q pesanti 45 Veicoli/ora



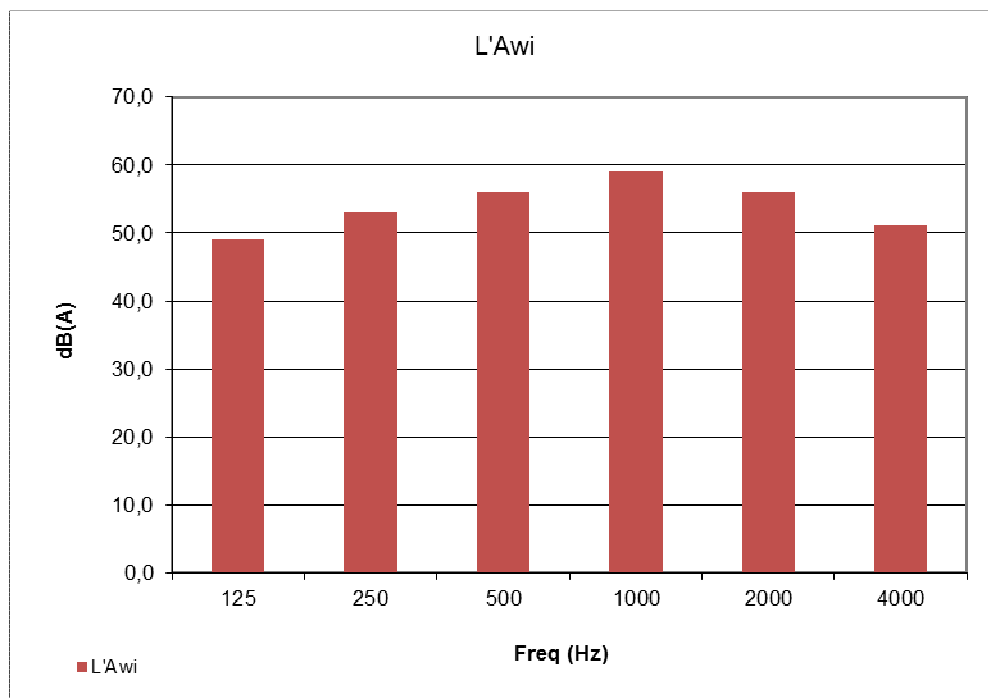


**LIVELLO POTENZA SORGENTE TRAFFICO****PERIODO DI RIFERIMENTO NOTTURNO****Modello CETUR**

Via Giacomo Leopardi

Freq	EVL + 10 log(QVL)	EPL+10log(QPI)	R(j)				L'Awi
125	42,5794	33,4	14	18110,9	2187,762	43,07467	49,1
250	42,5794	33,4	10	18110,9	2187,762	43,07467	53,1
500	42,5794	33,4	7	18110,9	2187,762	43,07467	56,1
1000	42,5794	33,4	4	18110,9	2187,762	43,07467	59,1
2000	42,5794	33,4	7	18110,9	2187,762	43,07467	56,1
4000	42,5794	33,4	12	18110,9	2187,762	43,07467	51,1

EVL 32,4  
 E1 28,6  
 QVL 10,42173  
 EPL 42,6  
 E4 33,4  
 QPL 0,120226  
 Q leggeri 25 Veicoli/ora  
 Q pesanti 1 Veicoli/ora

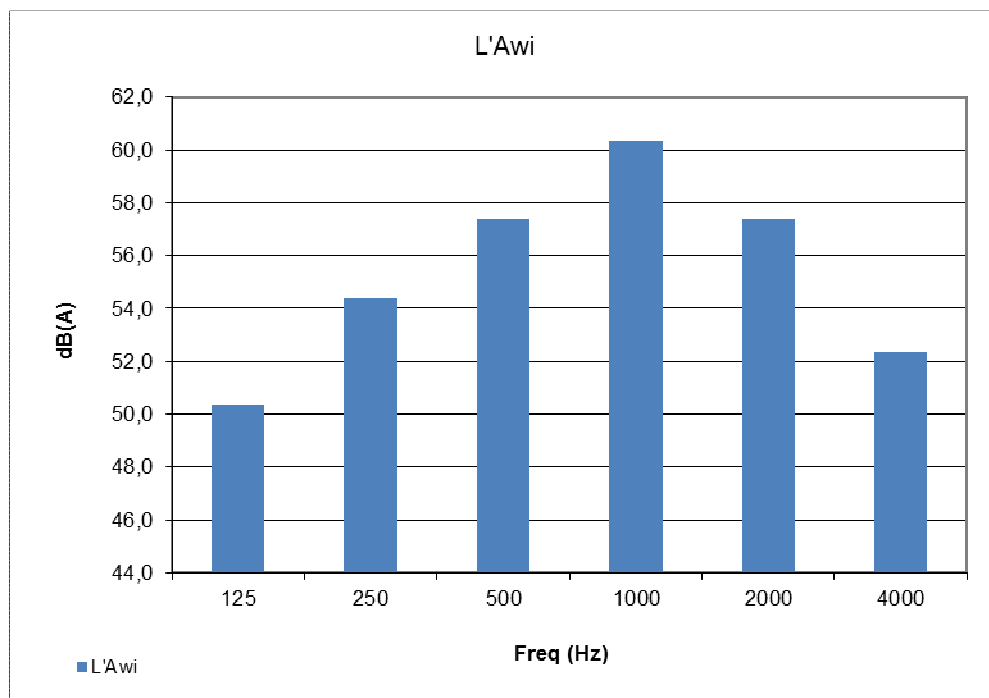


**LIVELLO POTENZA SORGENTE TRAFFICO****PERIODO DI RIFERIMENTO NOTTURNO****Modello CETUR**

Via dei Tigli

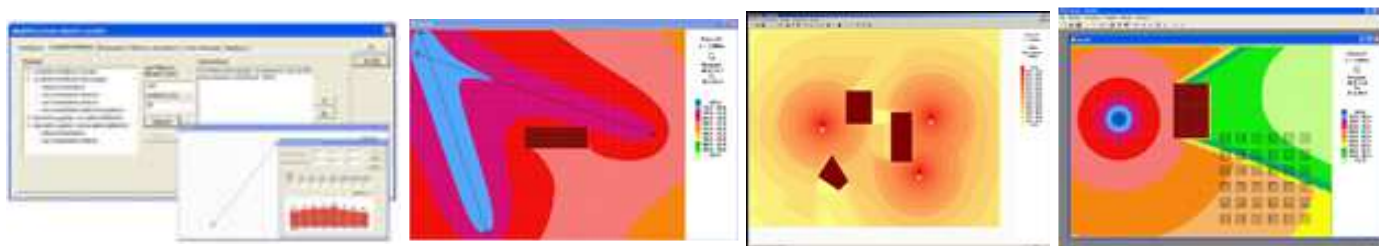
Freq	EVL + 10 log(QVL)	EPL+10log(QPI)	R(j)				L'Awi
125	39,39181	42,7	14	8693,232	18620,87	44,36387	50,4
250	39,39181	42,7	10	8693,232	18620,87	44,36387	54,4
500	39,39181	42,7	7	8693,232	18620,87	44,36387	57,4
1000	39,39181	42,7	4	8693,232	18620,87	44,36387	60,4
2000	39,39181	42,7	7	8693,232	18620,87	44,36387	57,4
4000	39,39181	42,7	12	8693,232	18620,87	44,36387	52,4

EVL 30,7  
 E1 28,6  
 QVL 7,39914  
 EPL 42,7  
 E4 33,4  
 QPL 1  
 Q leggeri 12 Veicoli/ora  
 Q pesanti 0 Veicoli/ora



## APPENDICE F: Il software Prelude Ray

PRELUDE è un software di calcolo previsionale che costituisce un importante strumento di supporto per la elaborazione della documentazione di impatto acustico e della valutazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'articolo 8 della Legge n. 447 del 1995 sull'inquinamento acustico. Il software consente di valutare la rumorosità che si propaga in ambiente esterno e generata da diverse categorie di sorgenti sonore; lo standard di riferimento è la norma ISO 9613 - 2 e la stima è realizzata su spettri del rumore per bande di ottava. Il calcolo previsionale permette valutazioni di sorgenti sonore puntiformi e lineari e include la possibilità di simulare la rumorosità generata dalle installazioni impiantistiche.



PRELUDE offre diverse soluzioni circa la restituzione dei risultati della previsione in base alle specifiche esigenze progettuali. I livelli di rumore possono essere rappresentati attraverso mappe colorate isolivello oppure possono essere rappresentati attraverso matrici di valori definibili dall'utente. I risultati del calcolo puntuale possono essere esportati nei più diffusi fogli di calcolo, le mappe isofoniche possono essere salvate come immagini (jpeg, bitmap, png) ed è disponibile un applicativo di creazione automatica di report che favorisce l'integrazione dei risultati ottenuti all'interno della documentazione tecnica. Il software può essere utilizzato per prevedere gli effetti acustici generati da sorgenti non ancora esistenti oppure può essere utilizzato per estendere all'area di interesse i risultati provenienti da accertamenti fonometrici puntuali realizzate sul campo. Le caratteristiche di PRELUDE ne consentono dunque un generale utilizzo nell'ambito dello sviluppo degli elaborati tecnici richiesti dagli enti pubblici e di controllo in ordine a quanto prescritto all'articolo 8 della Legge n. 447 del 1995 e relative disposizioni attuative regionali e comunali.

### Scheda tecnica

Con PRELUDE è possibile simulare la presenza di sorgenti sonore puntiformi e lineari che generano una rumorosità che si propaga in campo libero oppure schermato da ostacoli quali barriere fonoassorbenti o fabbricati in genere; il software include la possibilità di prevedere gli effetti acustici generati da sistemi di ventilazione a condotte.

La possibilità offerta dal software di simulare sorgenti sonore lineari consente di effettuare stime di impatto per le infrastrutture di trasporto quali le strade e le ferrovie; operando con le sorgenti puntiformi si riescono a valutare gli effetti acustici indotti da installazioni impiantistiche di vario genere.

La struttura del software è articolata su tre livelli di menu che consentono a) di creare lo scenario di propagazione, b) di caratterizzare le sorgenti di rumore e c) di definire il tipo di layout dei risultati.

La definizione dell'area di lavoro, delle sorgenti sonore e degli ostacoli è facilitata dall'utilizzo del mouse e da apposite finestre di input che consentono l'introduzione degli spettri di potenza sonora per ogni sorgente definita; ulteriori finestre di input facilitano l'inserimento delle variabili che caratterizzano l'assorbimento atmosferico e l'effetto del suolo che condizionano l'attenuazione sonora.

I risultati del calcolo puntuale possono essere esportati nei più diffusi fogli di calcolo, le mappe isofoniche possono essere salvate come immagini (jpeg, bitmap, png) ed è disponibile un applicativo di creazione automatica di report che favorisce l'integrazione dei risultati ottenuti all'interno della documentazione tecnica.

La possibilità di visualizzare i risultati attraverso mappe isofoniche consente immediate verifiche in ordine all'accertamento dei limiti di riferimento.

Nelle valutazioni previsionali di clima acustico PRELUDE offre la possibilità di simulare gli effetti generati - ad esempio - da infrastrutture stradali o ferroviarie che propagano i loro livelli in campo libero oppure schermato da barriere o edifici. Nella progettazione dei sistemi di mitigazione è possibile effettuare il dimensionamento delle barriere in funzione della ubicazione dei possibili ricettori esposti.

PRELUDE identifica la quota di rumorosità indotta da ogni sorgente sonora; è dunque possibile individuare una priorità di risanamento in funzione delle criticità acustiche prodotte dalle diverse sorgenti simulate.

#### *Caratteristiche tecniche*

#### **AREA DI LAVORO**

Superficie massima di calcolo

Visualizzazione immagini per inserimento degli oggetti

#### **OSTACOLI ALLA PROPAGAZIONE**

Numero massimo di ostacoli

Tipologia di ostacolo

Numero massimo di nodi per la barriera

Numero massimo di nodi per l'edificio

#### **SORGENTI SONORE**

Numero massimo di sorgenti

Tipologia di sorgente

Numero massimo di nodi per la sorgente lineare

#### **RICETTORI DI CALCOLO**

Numero massimo di ricettori di calcolo

Opzione crea matrice ricettori

#### **MAPPE DELLA RUMOROSITA'**

Stima mappe isofoniche colorate parallele al suolo

#### **CALCOLO DELLA PROPAGAZIONE**

Riferimento alla ISO 9613 - 2

Riflessioni / Direttività sorgenti

Quota massima impostabile per la previsione e per le sorgenti sonore

Risultati complessivi

Ottimizzazioni tempi di calcolo

Opzione interroga punto in tempo reale

#### **RESTITUZIONE DEI RISULTATI**

Esportazione delle mappe isofoniche

Gradienti personalizzabili per i colori mappe isofoniche

Output risultati ricettori su fogli di calcolo

Esportazione dati numerici mappe isofoniche

#### **SORGENTI IMPIANTISTICHE**

Stima emissioni sonore installazioni impiantistiche

#### **PRELUDE**

Illimitata

Si

Illimitato

Barriera/Edificio

2

Illimitato

Illimitato

Puntiforme/Lineare

2

Illimitato

Si

Si

Si

No

Illimitata

Bande di ottava

Si

Si

Si

Si

Si

Si

Si

## APPENDICE G: Livelli emissioni sonore sorgenti UTA



## Scheda livelli sonori 02122016-2/01

Cliente	Studio di Ingegneria Gigli	Alla c.a.	Ing. Maurizio Interrante
Progetto	CLINICA COGEFER	Tipologia	Mandata e ripresa
Nostro responsabile	Flavio Teruzzi	Pos.	UTA 1 Camera mortuaria
Riferimento	UTA 1 Camera mortuaria	Quantità	1
Grandezza Mandata	CKL 4400	Portata aria Mandata	3500 m³/h
Grandezza Ripresa	CKL 4400	Portata aria Ripresa	3500 m³/h

**Mandata**

Pannellatura	A1 Pannellatura 50 mm	Modello ventilatore	Ventilatore EC VM400-3,0/400EC-2550
Numero giri ventilatore	1868 1/min	rs57,6	xc1514
		Pressione totale	712 Pa

**Livello sonoro della macchina**

Frequenza (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
----------------	----	-----	-----	-----	------	------	------	------	--------

**Moduli lato aspirazione**

Potenza sonora irradiata dal ventil. 71,0 72,4 75,6 74,2 71,1 71,8 67,6 64,3 81,1 dB

Filtro a pannello F7, piastre in controcorrente

Potenza sonora dopo l'assorbimento acustico dei componenti A-bewertet als Einwertangabe 66,0 dB(A)

unbewertet im Oktavband 68,0 65,4 68,6 63,2 61,1 56,8 45,6 36,3 73,2 dB

**Moduli lato pressione**

Potenza sonora irradiata dal ventil. 73,4 74,5 80,3 80,0 80,8 78,8 74,6 68,8 86,9 dB

Scambiatore, Batteria acqua refrigerata

Potenza sonora dopo l'assorbimento acustico dei componenti A-bewertet als Einwertangabe 75,6 dB(A)

unbewertet im Oktavband 70,4 69,5 73,3 71,0 68,8 70,8 65,6 52,8 78,9 dB

**Livello sonoro misurato di fianco alla unità (in campo aperto)**

irradiato attraverso la pannellatura

Potenza sonora 61,4 dB(A)

Pressione sonora

in 1 m di distanza 47,6 dB(A)

**Ripresa**

Pannellatura	A1 Pannellatura 50 mm	Modello ventilatore	Ventilatore EC VM400-3,0/400EC-2550
Numero giri ventilatore	1753 1/min	rs55,4	xc1514
		Pressione totale	613 Pa

**Livello sonoro della macchina**

Frequenza (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
----------------	----	-----	-----	-----	------	------	------	------	--------

**Moduli lato aspirazione**

Potenza sonora irradiata dal ventil. 69,1 69,9 73,3 72,3 69,8 70,3 66,1 62,4 79,2 dB

Filtro a pannello M5, piastre in controcorrente

Potenza sonora dopo l'assorbimento acustico dei componenti A-bewertet als Einwertangabe 64,3 dB(A)

unbewertet im Oktavband 66,1 62,9 66,3 61,3 59,8 55,3 44,1 34,4 71,1 dB

**Moduli lato pressione**

Potenza sonora irradiata dal ventil. 71,2 72,3 77,7 77,9 79,3 77,2 72,6 66,9 84,9 dB

Potenza sonora dopo l'assorbimento acustico dei componenti A-bewertet als Einwertangabe 83,4 dB(A)

unbewertet im Oktavband 71,2 72,3 77,7 77,9 79,3 77,2 72,6 66,9 84,9 dB

**Livello sonoro misurato di fianco alla unità (in campo aperto)**

irradiato attraverso la pannellatura



Potenza sonora 59,2 dB(A)

Pressione sonora

in 1 m di distanza

45,4 dB(A)

**Potenza sonora con entrambe i ventilatori affiancati in funzione (in campo libero)**

irradiato attraverso la pannellatura

Potenza sonora

63,5 dB(A)

Pressione sonora

in+ 1 m di distanza

49,7 dB(A)

**Scheda livelli sonori 02122016-2/02**

Cliente	Studio di Ingegneria Gigli	Alla c.a.	Ing. Maurizio Interrante
Progetto	CLINICA COGEFER	Tipologia	Mandata e ripresa
Nostro responsabile	Flavio Teruzzi	Pos.	UTA 2 Cucina-pranzo
Riferimento	UTA 2 Cucina-pranzo	Quantità	1
Grandezza Mandata	CKL 2200	Portata aria Mandata	2200 m³/h
Grandezza Ripresa	CKL 2200	Portata aria Ripresa	2200 m³/h

**Mandata**

Pannellatura	A1 Pannellatura 50 mm	Modello ventilatore	Ventilatore EC VM280-1,0/400EC-3100
Numero giri ventilatore	2960 1/min	rs56,4	xc1486
		Pressione totale	817 Pa

**Livello sonoro della macchina**

Frequenza (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
----------------	----	-----	-----	-----	------	------	------	------	--------

**Moduli lato aspirazione**

Potenza sonora irradiata dal ventil. 70,3 65,3 78,9 74,8 70,1 70,5 68,6 63,9 81,8 dB

Filtro a pannello F7, piastre in controcorrente

Potenza sonora dopo l'assorbimento acustico dei componenti A-bewertet als Einwertangabe 66,7 dB(A)

unbewertet im Oktavband 67,3 58,3 71,9 63,8 60,1 55,5 46,6 35,9 74,0 dB

**Moduli lato pressione**

Potenza sonora irradiata dal ventil. 73,1 67,6 79,4 76,8 78,5 77,5 73,5 68,9 85,0 dB

Scambiatore, Batteria acqua refrigerata

Potenza sonora dopo l'assorbimento acustico dei componenti A-bewertet als Einwertangabe 73,9 dB(A)

unbewertet im Oktavband 70,1 62,6 72,4 67,8 66,5 69,5 64,5 52,9 77,1 dB

**Livello sonoro misurato di fianco alla unità (in campo aperto)**

irradiato attraverso la pannellatura

Potenza sonora 61,1 dB(A)

Pressione sonora

in 1 m di distanza 48,4 dB(A)

**Ripresa**

Pannellatura	A1 Pannellatura 50 mm	Modello ventilatore	Ventilatore EC VM280-1,0/400EC-3100
Numero giri ventilatore	2900 1/min	rs55,7	xc1486
		Pressione totale	766 Pa

**Livello sonoro della macchina**

Frequenza (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
----------------	----	-----	-----	-----	------	------	------	------	--------

**Moduli lato aspirazione**

Potenza sonora irradiata dal ventil. 70,2 65,3 78,7 74,2 69,2 69,9 68,1 63,3 81,5 dB

Filtro a pannello M5, piastre in controcorrente

Potenza sonora dopo l'assorbimento acustico dei componenti A-bewertet als Einwertangabe 66,2 dB(A)

unbewertet im Oktavband 67,2 58,3 71,7 63,2 59,2 54,9 46,1 35,3 73,8 dB

**Moduli lato pressione**

Potenza sonora irradiata dal ventil. 72,8 67,4 78,6 76,1 77,7 76,9 73,0 68,2 84,3 dB

Potenza sonora dopo l'assorbimento acustico dei componenti A-bewertet als Einwertangabe 82,6 dB(A)

unbewertet im Oktavband 72,8 67,4 78,6 76,1 77,7 76,9 73,0 68,2 84,3 dB

**Livello sonoro misurato di fianco alla unità (in campo aperto)**

irradiato attraverso la pannellatura

Potenza sonora 60,4 dB(A)

Pressione sonora  
in 1 m di distanza 47,7 dB(A)

**Potenza sonora con entrambe i ventilatori affiancati in funzione (in campo libero)**

irradiato attraverso la pannellatura

Potenza sonora 63,8 dB(A)

Pressione sonora

in+ 1 m di distanza 51,1 dB(A)

**Scheda livelli sonori 02122016-2/03**

Cliente	Studio di Ingegneria Gigli	Alla c.a.	Ing. Maurizio Interrante
Progetto	CLINICA COGEFER	Tipologia	Mandata e ripresa
Nostro responsabile	Flavio Teruzzi	Pos.	UTA 3 Degenze
Riferimento	UTA 3 Degenze	Quantità	1
Grandezza Mandata	CKL 2200	Portata aria Mandata	2000 m³/h
Grandezza Ripresa	CKL 2200	Portata aria Ripresa	2000 m³/h

**Mandata**

Pannellatura	A1 Pannellatura 50 mm	Modello ventilatore	Ventilatore EC VM280-1,0/400EC-3100
Numero giri ventilatore	2868 1/min	rs56,3	xc1486
		Pressione totale	802 Pa

**Livello sonoro della macchina**

Frequenza (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
----------------	----	-----	-----	-----	------	------	------	------	--------

**Moduli lato aspirazione**

Potenza sonora irradiata dal ventil. 69,4 64,3 79,6 73,8 68,7 70,1 68,1 62,8 81,8 dB

Filtro a pannello F7, piastre in controcorrente

Potenza sonora dopo l'assorbimento acustico dei componenti A-bewertet als Einwertangabe 66,5 dB(A)

unbewertet im Oktavband 66,4 57,3 72,6 62,8 58,7 55,1 46,1 34,8 74,2 dB

**Moduli lato pressione**

Potenza sonora irradiata dal ventil. 72,2 66,6 80,0 75,8 77,6 76,8 73,1 67,9 84,6 dB

Scambiatore, Batteria acqua refrigerata

Potenza sonora dopo l'assorbimento acustico dei componenti A-bewertet als Einwertangabe 73,3 dB(A)

unbewertet im Oktavband 69,2 61,6 73,0 66,8 65,6 68,8 64,1 51,9 76,9 dB

**Livello sonoro misurato di fianco alla unità (in campo aperto)**

irradiato attraverso la pannellatura

Potenza sonora 61,0 dB(A)

Pressione sonora

in 1 m di distanza 48,3 dB(A)

**Ripresa**

Pannellatura	A1 Pannellatura 50 mm	Modello ventilatore	Ventilatore EC VM280-1,0/400EC-3100
Numero giri ventilatore	2815 1/min	rs55,4	xc1486
		Pressione totale	760 Pa

**Livello sonoro della macchina**

Frequenza (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
----------------	----	-----	-----	-----	------	------	------	------	--------

**Moduli lato aspirazione**

Potenza sonora irradiata dal ventil. 69,0 64,0 78,1 73,4 68,3 69,6 67,8 62,3 80,8 dB

Filtro a pannello M5, piastre in controcorrente

Potenza sonora dopo l'assorbimento acustico dei componenti A-bewertet als Einwertangabe 65,6 dB(A)

unbewertet im Oktavband 66,0 57,0 71,1 62,4 58,3 54,6 45,8 34,3 73,0 dB

**Moduli lato pressione**

Potenza sonora irradiata dal ventil. 71,7 66,1 78,7 75,3 77,5 76,3 72,7 67,3 84,0 dB

Potenza sonora dopo l'assorbimento acustico dei componenti A-bewertet als Einwertangabe 82,2 dB(A)

unbewertet im Oktavband 71,7 66,1 78,7 75,3 77,5 76,3 72,7 67,3 84,0 dB

**Livello sonoro misurato di fianco alla unità (in campo aperto)**

irradiato attraverso la pannellatura

Potenza sonora 60,1 dB(A)

Pressione sonora  
in 1 m di distanza 47,4 dB(A)

**Potenza sonora con entrambe i ventilatori affiancati in funzione (in campo libero)**

irradiato attraverso la pannellatura

Potenza sonora 63,6 dB(A)

Pressione sonora

in+ 1 m di distanza 50,9 dB(A)



**Scheda livelli sonori 02122016-2/03**

Cliente	Studio di Ingegneria Gigli	Alla c.a.	Ing. Maurizio Interrante
Progetto	CLINICA COGEFER	Tipologia	Mandata e ripresa
Nostro responsabile	Flavio Teruzzi	Pos.	UTA 3 Degenze
Riferimento	UTA 3 Degenze	Quantità	1
Grandezza Mandata	CKL 2200	Portata aria Mandata	2000 m³/h
Grandezza Ripresa	CKL 2200	Portata aria Ripresa	2000 m³/h

**Mandata**

Pannellatura	A1 Pannellatura 50 mm	Modello ventilatore	Ventilatore EC VM280-1,0/400EC-3100
Numero giri ventilatore	2868 1/min	rs56,3	xc1486
		Pressione totale	802 Pa

**Livello sonoro della macchina**

Frequenza (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
----------------	----	-----	-----	-----	------	------	------	------	--------

**Moduli lato aspirazione**

Potenza sonora irradiata dal ventil.	69,4	64,3	79,6	73,8	68,7	70,1	68,1	62,8	81,8 dB
--------------------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	---------

Filtro a pannello F7, piastre in controcorrente

Potenza sonora dopo l'assorbimento acustico dei componenti A-bewertet als Einwertangabe	66,5 dB(A)								
---	------------	--	--	--	--	--	--	--	--

unbewertet im Oktavband	66,4	57,3	72,6	62,8	58,7	55,1	46,1	34,8	74,2 dB
-------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	---------

**Moduli lato pressione**

Potenza sonora irradiata dal ventil.	72,2	66,6	80,0	75,8	77,6	76,8	73,1	67,9	84,6 dB
--------------------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	---------

Scambiatore, Batteria acqua refrigerata

Potenza sonora dopo l'assorbimento acustico dei componenti A-bewertet als Einwertangabe	73,3 dB(A)								
---	------------	--	--	--	--	--	--	--	--

unbewertet im Oktavband	69,2	61,6	73,0	66,8	65,6	68,8	64,1	51,9	76,9 dB
-------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	---------

**Livello sonoro misurato di fianco alla unità (in campo aperto)**

irradiato attraverso la pannellatura

Potenza sonora	61,0 dB(A)								
----------------	------------	--	--	--	--	--	--	--	--

Pressione sonora in 1 m di distanza	48,3 dB(A)								
--	------------	--	--	--	--	--	--	--	--

**Ripresa**

Pannellatura	A1 Pannellatura 50 mm	Modello ventilatore	Ventilatore EC VM280-1,0/400EC-3100
Numero giri ventilatore	2815 1/min	rs55,4	xc1486
		Pressione totale	760 Pa

**Livello sonoro della macchina**

Frequenza (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
----------------	----	-----	-----	-----	------	------	------	------	--------

**Moduli lato aspirazione**

Potenza sonora irradiata dal ventil.	69,0	64,0	78,1	73,4	68,3	69,6	67,8	62,3	80,8 dB
--------------------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	---------

Filtro a pannello M5, piastre in controcorrente

Potenza sonora dopo l'assorbimento acustico dei componenti A-bewertet als Einwertangabe	65,6 dB(A)								
---	------------	--	--	--	--	--	--	--	--

unbewertet im Oktavband	66,0	57,0	71,1	62,4	58,3	54,6	45,8	34,3	73,0 dB
-------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	---------

**Moduli lato pressione**

Potenza sonora irradiata dal ventil.	71,7	66,1	78,7	75,3	77,5	76,3	72,7	67,3	84,0 dB
--------------------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	---------

Potenza sonora dopo l'assorbimento acustico dei componenti A-bewertet als Einwertangabe	82,2 dB(A)								
---	------------	--	--	--	--	--	--	--	--

unbewertet im Oktavband	71,7	66,1	78,7	75,3	77,5	76,3	72,7	67,3	84,0 dB
-------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	---------

**Livello sonoro misurato di fianco alla unità (in campo aperto)**

irradiato attraverso la pannellatura

Potenza sonora	60,1 dB(A)								
----------------	------------	--	--	--	--	--	--	--	--

Pressione sonora  
in 1 m di distanza 47,4 dB(A)

**Potenza sonora con entrambe i ventilatori affiancati in funzione (in campo libero)**

irradiato attraverso la pannellatura

Potenza sonora 63,6 dB(A)

Pressione sonora

in+ 1 m di distanza 50,9 dB(A)

**Scheda livelli sonori 02122016-2/05**

Cliente	Studio di Ingegneria Gigli	Alla c.a.	Ing. Maurizio Interrante
Progetto	CLINICA COGEFER	Tipologia	Mandata
Nostro responsabile	Flavio Teruzzi	Pos.	UTA 5 Inceneritore
Riferimento	UTA 5 Inceneritore	Quantità	1
Grandezza Mandata	KG Top 21	Portata aria Mandata	1000 m³/h

Mandata			
Pannellatura	50 mm	Modello ventilatore	Ventilatore Plug-Fan F225C - 0,75 - 3000 IE2 RML
Numero giri ventilatore	2266 1/min	Pressione totale	rs36,8 xc1300 235 Pa

**Livello sonoro della macchina**

Frequenza (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
<b>Moduli lato aspirazione</b>									
Potenza sonora irradiata dal ventil.	55,3	54,8	60,7	61,5	58,3	58,7	55,0	53,6	67,2 dB
Potenza sonora dopo l'assorbimento acustico dei componenti A-bewertet als Einwertangabe unbewertet im Oktavband	55,3	54,8	60,7	61,5	58,3	58,7	55,0	53,6	64,9 dB(A) 67,2 dB
<b>Moduli lato pressione</b>									
Potenza sonora irradiata dal ventil.	56,1	57,0	63,2	64,4	67,2	66,2	61,3	57,6	72,3 dB
Potenza sonora dopo l'assorbimento acustico dei componenti A-bewertet als Einwertangabe unbewertet im Oktavband	56,1	57,0	63,2	64,4	67,2	66,2	61,3	57,6	71,5 dB(A) 72,3 dB

**Livello sonoro misurato di fianco alla unità (in campo aperto)**

irradiato attraverso la pannellatura

Potenza sonora	41,0 dB(A)
Pressione sonora	
in 1 m di distanza	28,8 dB(A)

**APPENDICE H: Foto rilievi fonometrici**

Foto dell'Area sede dell'intervento residenziale

Foto 1 - Posizione P1

Foto 4 – Posizione P2

Foto 3 – Posizione P3

Foto 4 – Posizione P4

## **APPENDICE I: Copia nomina Tecnico competente in acustica Ing. Alessandro Gigli**

Alessandro Gigli, nato a Taranto il 09-04-1978, cod. fiscale GGLLSN78D09L049V, iscritto all'Ordine degli ingegneri della Provincia di Ferrara al nr. 1656, tecnico competente in Acustica Ambientale secondo la L. nr. 447/95, art. 2 – L.R.nr. 3/99, art. 124 iscrizione all'Albo Provinciale di Ferrara al nr. PG 4693/2010.

## **APPENDICE L: Strumentazione Utilizzata e Certificati Taratura Fonometro**

L'apparecchiatura utilizzata per la campagna di misura consiste in un fonometro analizzatore ed integratore di classe 1, rispondente interamente a quanto richiesto dall'articolo 2 del Dec. Min. Amb. 16/03/98 e conforme alle normative EN 60651/1194 e EN 601084/194, dotato di filtri conformi alla norma EN 61260/1995 (IEC 1260 ) e microfono conforme ala EN 61094/1994 , EN 61094/1993 e EN 61094/1995 ricontrollato prima e dopo le misure mediante calibratore di classe 1 secondo la norma IEC 942/1988 .

In particolare la strumentazione utilizzata è composta da:

- Fonometro -
- 
- Calibratore -
- 
- Taratura -

Analizzatore Sonoro di precisione DELTA OHM HDcon microfono MK 221 DELTA OHM HD2020 La taratura dello strumento e del calibratore è stata eseguita presso ente certificato e sono in corso di validità.