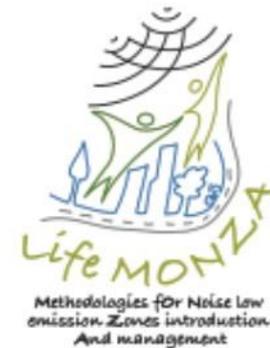




With the contribution of  
the LIFE programme of the European Union



# LIFE MONZA

## Methodologies for Noise Low Emission Zones introduction and management

### IL MONITORAGGIO CON LA RETE PROTOTIPALE DI SENSORI SMART – ATTIVITA' DI TRAINING SVOLTA SU DUE GIORNATE (29/05/2020 e 09/06/2020) DEL PERSONALE DEL COMUNE DI MONZA – AZIONE C1.3

**Materiale predisposto da:**

**Dipartimento di Ingegneria Industriale**  
*Università di Firenze*

[monica.carfagni@unifi.it](mailto:monica.carfagni@unifi.it)

Partner:



## Premessa

- Nell'ambito del progetto LIFE MONZA è stata progettata, sviluppata e testata una **rete di monitoraggio a basso costo**. In base ai risultati delle verifiche periodiche, a 30 mesi dall'installazione, la rete dei sensori a basso costo si è dimostrata **robusta ed efficace con prestazioni paragonabili a quelle delle catene di misura in classe II**.
- Riguardo all'utilizzo dei dati dei sensori a basso costo, questi risultano di interesse sia per il calcolo dei livelli di pressione sonora in termini di **LAeq settimanali** sia per la determinazione dell'indice di qualità acustica denominato **"Harmonica", calcolato e reso disponibile attraverso la "App"** sviluppata nell'ambito del progetto Life MONZA.
- **La rete di sensori a basso costo è stata sviluppata per il monitoraggio in continuo negli scenari ex ante ed ex post**, ma, al termine del progetto, il prototipo viene consegnato gratuitamente alla città di Monza che lo utilizzerà per le attività di monitoraggio almeno nei tre anni successivi alla fine del progetto LIFE MONZA.

## Obiettivi del training

### OBIETTIVI DEL TRAINING

1. **breve introduzione sulla misura del rumore e sull'utilizzo di sistemi low-cost**
2. **descrizione della rete di sensori installata nel quartiere Libertà**
3. **utilizzo dell'interfaccia, download dei dati e possibili elaborazioni attraverso l'interfaccia e post-elaborazioni (per determinare ad esempio indicatori sintetici di monitoraggio)**
4. **collegamento dei dati scaricati con l'indicatore visualizzato dalla App**
5. **verifiche on-line di corretto funzionamento**
6. **come procedere per le calibrazioni periodiche in situ**
7. **come procedere per la manutenzione di base**
8. **necessità di manutenzione nel medio-lungo periodo**

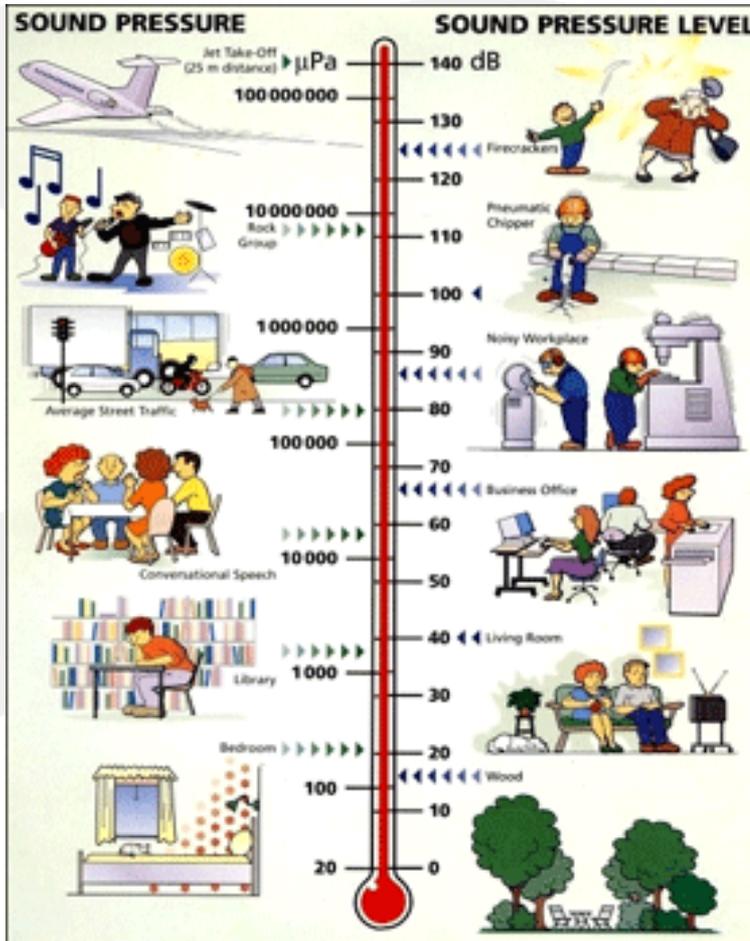
## Obiettivi del training

### OBIETTIVI DEL TRAINING

- 1. breve introduzione sulla misura del rumore e sull'utilizzo di sistemi low-cost**
2. descrizione della rete di sensori installata nel quartiere Libertà
3. utilizzo dell'interfaccia, download dei dati e possibili elaborazioni attraverso l'interfaccia e post-elaborazioni (per determinare ad esempio indicatori sintetici di monitoraggio)
4. collegamento dei dati scaricati con l'indicatore visualizzato dalla App
5. verifiche on-line di corretto funzionamento
6. come procedere per le calibrazioni periodiche in situ
7. come procedere per la manutenzione di base
8. necessità di manutenzione nel medio-lungo periodo

## Grandezze acustiche

### Il decibel (dB)



✓ Il parametro per quantificare l'intensità di un suono è l'ampiezza delle variazioni della pressione.

✓ L'orecchio umano è in grado di rilevare pressioni da **20μPa a 200 Pa**.

✓ Per evitare di lavorare con una gamma così vasta di numeri si fa ricorso al **decibel (dB)**:

$$x (dB) = \log_{10} \frac{x}{x_{rif}}$$

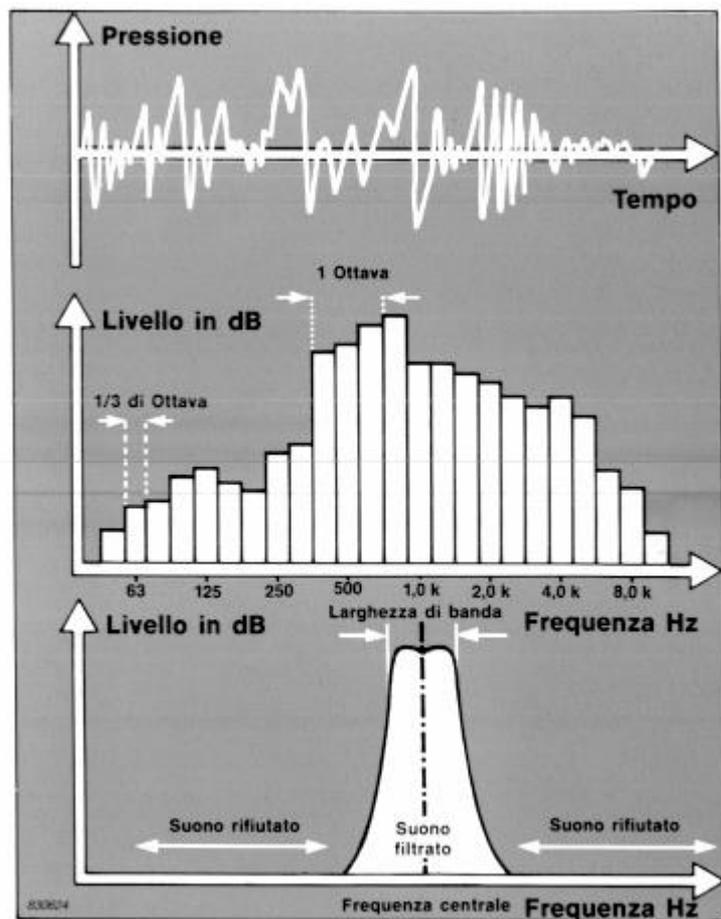
✓ Il **livello di pressione sonora (SPL)** è quindi così definito:

$$L_p = 10 \log_{10} \frac{p^2}{p_0^2}$$

✓ Il livello di riferimento per la pressione sonora è **p0=20μPa**.

## Grandezze acustiche

### Analisi in frequenza



✓ L'analisi in frequenza (FFT) fornisce lo **spettro in banda costante**.

✓ La gamma di frequenza può essere divisa in **bande**, ottenendo uno **spettro in banda percentuale costante**.

✓ Questo compito viene eseguito da filtri elettronici che bloccano tutti i suoni al di fuori della banda selezionata. Queste bande hanno normalmente una **larghezza di banda di un'ottava o di un terzo di ottava**.

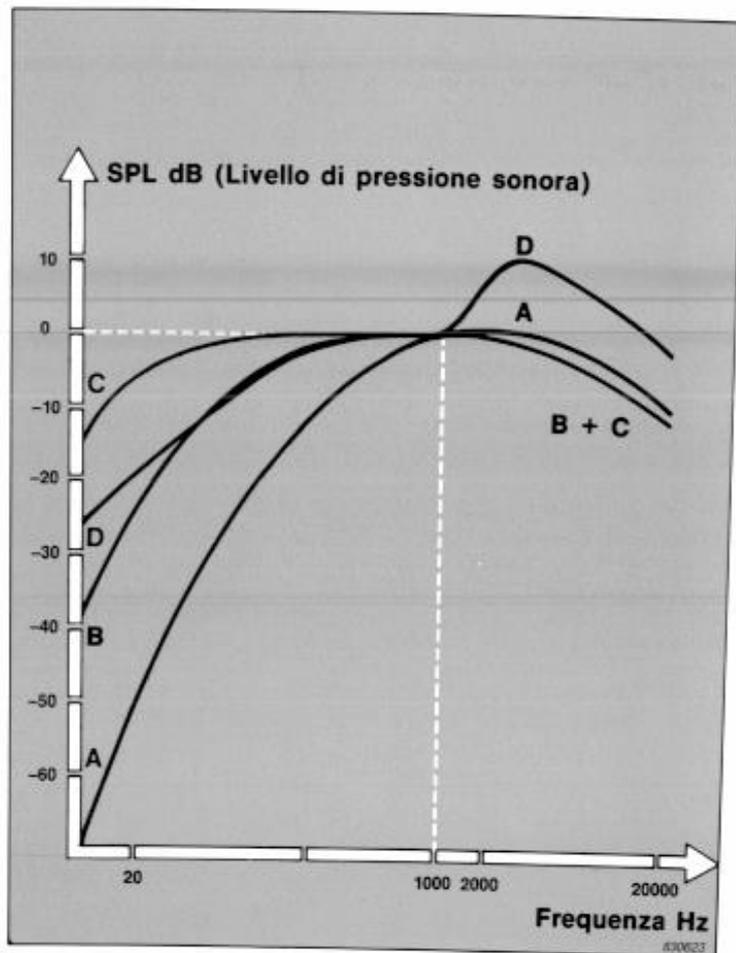
✓ La gamma di frequenza da 20 Hz a 20 kHz è divisa in 10 bande d'ottava. La frequenza centrale di una banda è due volte quella della banda precedente. La frequenza superiore di una banda è due volte la frequenza inferiore.

✓ La frequenza superiore di una banda di un terzo d'ottava è 1.26 volte la frequenza inferiore.

Fonte: materiale informativo Bruel & Kjaer

## Grandezze acustiche

### Curve di ponderazione

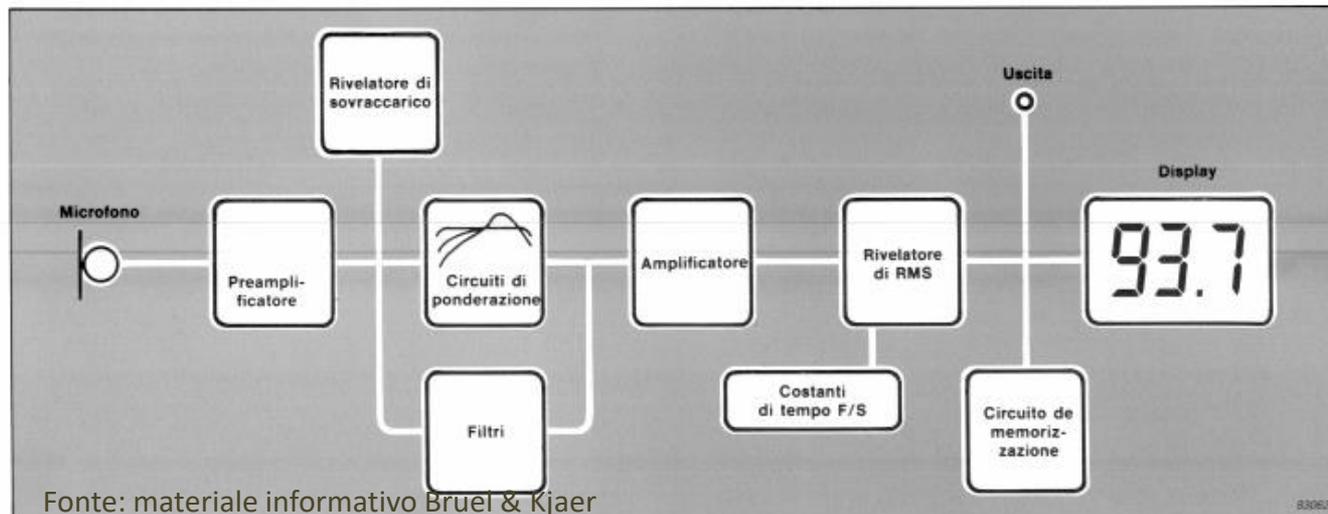


Fonte: materiale informativo Bruel & Kjaer

- ✓ Scopo del circuito di ponderazione è quello di variare la sensibilità con la frequenza, come nell'orecchio umano, simulando le curve di uguale sensazione sonora.
- ✓ Sono state sviluppate tre curve di ponderazione definite come **ponderazione A, B e C**, che rappresentano una buona approssimazione per le curve di uguale sensazione sonora rispettivamente ai bassi, medi e alti livelli di pressione sonora.
- ✓ Attualmente la ponderazione A è la più utilizzata. Il livello di pressione sonora ponderato A è indicato in **dB(A)**.
- ✓ Oltre ai circuiti di ponderazione i fonometri hanno anche un circuito **lineare** che permette al segnale di passare senza essere modificato.

## Strumenti di misura: il fonometro

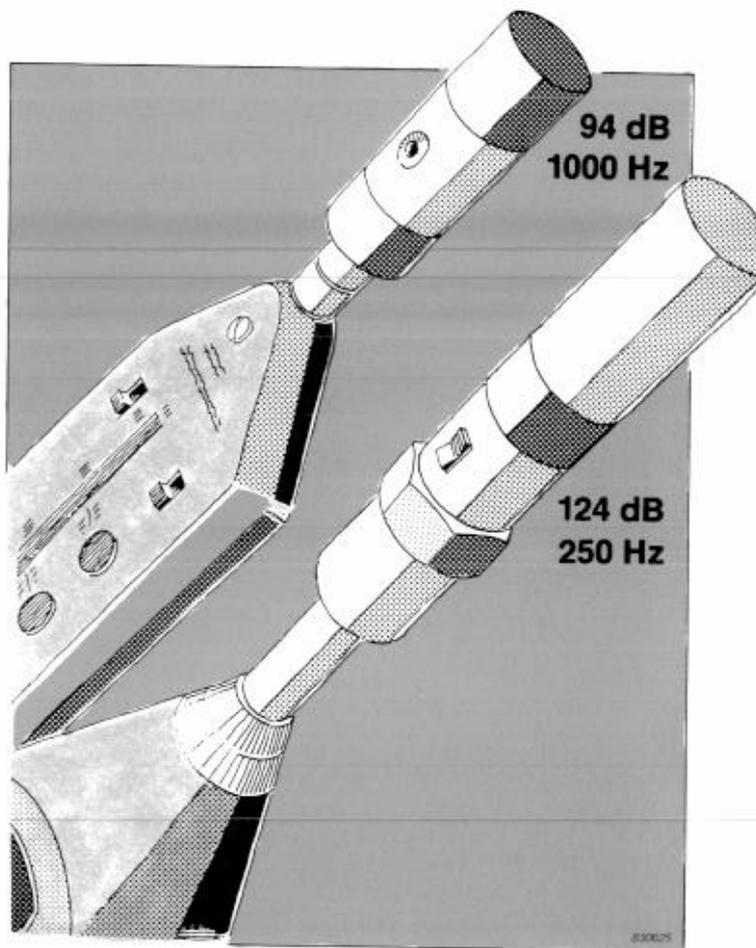
- ✓ Il **fonometro** è lo strumento per misurare i livelli di pressione sonora.
- ✓ Il **microfono** converte il suono in un segnale elettrico equivalente.
- ✓ Il segnale, molto piccolo, deve essere prima di tutto preamplificato.
- ✓ Il segnale può quindi passare attraverso un **circuito di ponderazione**, nel quale la sensibilità varia con la frequenza.
- ✓ Del segnale amplificato viene calcolato il **valore efficace (RMS)**, direttamente proporzionale alla quantità di energia contenuta nel segnale sonoro.
- ✓ In base al livello di accuratezza i fonometri sono identificati in diverse classi. Per le misure di rumore ambientale viene richiesta la classe I, mentre per le misure in ambiente di lavoro possono essere utilizzati strumenti in classe II.



Fonte: materiale informativo Bruel & Kjaer

830627

## Strumenti di misura: il calibratore



✓ La **calibrazione** (verifica del fonometro), da effettuare prima e dopo ogni serie di misure, si ottiene misurando il livello noto fornito da un **calibratore microfonico** (o pistonofono) ad una frequenza specifica.

✓ La **taratura**, da effettuarsi ogni due anni, viene realizzata da enti accreditati e prevede la verifica e la messa a punto dello strumento.

Fonte: materiale informativo Bruel & Kjaer

## Grandezze acustiche

### Parametri dell'energia sonora



✓ Il suono è una forma di **energia** e il potenziale nocivo recabile all'udito non dipende solamente dal livello, ma anche dalla **durata**.

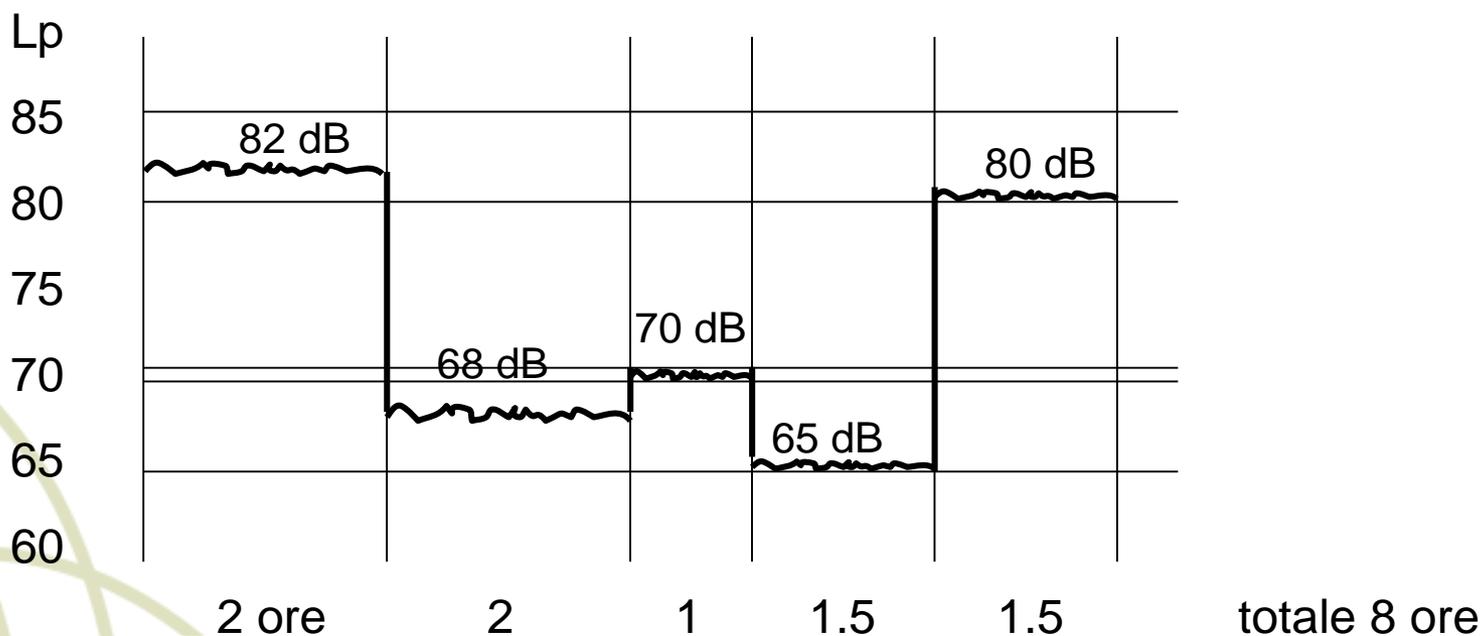
✓ Il **livello continuo equivalente di pressione sonora con curva di ponderazione A, LAeq** o **Leq(A),T** ha lo stesso contenuto di energia, a parità di tempo, del livello acustico variabile e conseguentemente lo stesso potenziale nocivo per l'udito:

$$Leq_{(A),T} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] \text{ dB(A)}$$

Fonte: materiale informativo Bruel & Kjaer

## Grandezze acustiche

**Livello continuo equivalente di pressione sonora  $L_{eq}$  – Esempio di calcolo:**



$$L_{eq(A),T} = 10 \log_{10} \left( \frac{2 * 10^{8.2} + 2 * 10^{6.8} + 1 * 10^7 + 1.5 * 10^{6.5} + 1.5 * 10^8}{8} \right)$$

# Rete monitoraggio del rumore a basso costo – Stato dell'arte

## Stato dell'arte

DREAMsys

Smart monitoring networks –  
Ghent University

SENSEable Pisa

LIFE DYNAMAP

Barcellona Noise Monitoring  
network

Low-cost monitoring systems  
based on smartphone devices –  
ARPA Piemonte

...

Smart low cost noise monitoring systems	
main characteristics arising from analyzed projects	
Short /long term noise measurement	long term noise measurement
Embedded pc monitoring system /Units with microcontroller and digital signal processor	Embedded pc monitoring system
Type of microphones	MEMS microphones ¼ - inch condenser low cost microphone
Time basis acquisition	Different values. In most frequent cases =1 sec;
Acoustic dynamic range	70 dB
Acoustic Measure range	Different ranges. 30 (40)-100 (110) dB(A)
Acoustic frequency range	20 Hz-20 kHz
Floor noise value	30-35 dB(A)
Tolerance	L <sub>Aeq</sub> ±2 dB(A)
Acoustic indicators	In all cases studies: L <sub>Aeq</sub> , L <sub>A10</sub> , L <sub>A50</sub> , L <sub>A90</sub> ; In some cases studies: L <sub>A01</sub> , L <sub>Ceq</sub> , M <sub>60</sub> , M <sub>70</sub> , N <sub>cn</sub>
Spectral data	1/3 octave
Calibration	Periodic calibration
additional characteristics	
weatherproof	Applied in all case studies
connectivity	Wifi/3G/4G
possibility of audio recording	Applied in some case studies
other properties	Extensible with temperature/humidity sensors, air pollution monitoring sensors, GPS logging etc; battery for energy storage.
Size of PCB assembly	10mm < x < 10 mm
Shape of PCB	Optimized to avoid diffraction effects
pilot area of implementation	
Urban/Suburban	Urban and sub-urban areas
Territorial scales	Different dimensions, from medium to large scale; (most frequent dimension in urban area: ≈1,00 km <sup>2</sup> )
Number of stations	Different situations. For areas of medium spatial dimensions, in most cases, from 5 to 20 units

## Obiettivi del training

### OBIETTIVI DEL TRAINING

1. breve introduzione sulla misura del rumore e sull'utilizzo di sistemi low-cost
2. **descrizione della rete di sensori installata nel quartiere Libertà**
3. utilizzo dell'interfaccia, download dei dati e possibili elaborazioni attraverso l'interfaccia e post-elaborazioni (per determinare ad esempio indicatori sintetici di monitoraggio)
4. collegamento dei dati scaricati con l'indicatore visualizzato dalla App
5. verifiche on-line di corretto funzionamento
6. come procedere per le calibrazioni periodiche in situ
7. come procedere per la manutenzione di base
8. necessità di manutenzione nel medio-lungo periodo

## Rete monitoraggio rumore a basso costo

### Obiettivi del progetto della rete smart di monitoraggio del rumore

Obiettivi per la definizione dei componenti hardware/software :

- **Utilizzare sensori e tecnologia a basso costo**
- **Acquisire dati in continuo e sul lungo periodo (fasi ante e post operam e oltre la durata del progetto)**
- **Fornire un dato “affidabile”**

Obiettivi per la progettazione della rete:

- **Garantire il monitoraggio del clima acustico all’interno dell’area di studio**

Obiettivi per la realizzazione dell’interfaccia:

- **Eseguire il download dei dati**
- **Eseguire una prima post-elaborazione automatica (identificando eventuali anomalie di misura)**

## Rete monitoraggio rumore a basso costo - Progetto

### Parametri da acquisire:

- LAeq,1s – Leq,1s (1/3 ottava)

### Trasmissione dati dalle centraline al server:

- ogni ora
- rete di trasmissione dati 3G

### Specifiche meccaniche dei sensori:

- microfono compatibile con calibratore da ½ pollice o ¼ di pollice
- presenza di adeguate protezioni da agenti atmosferici

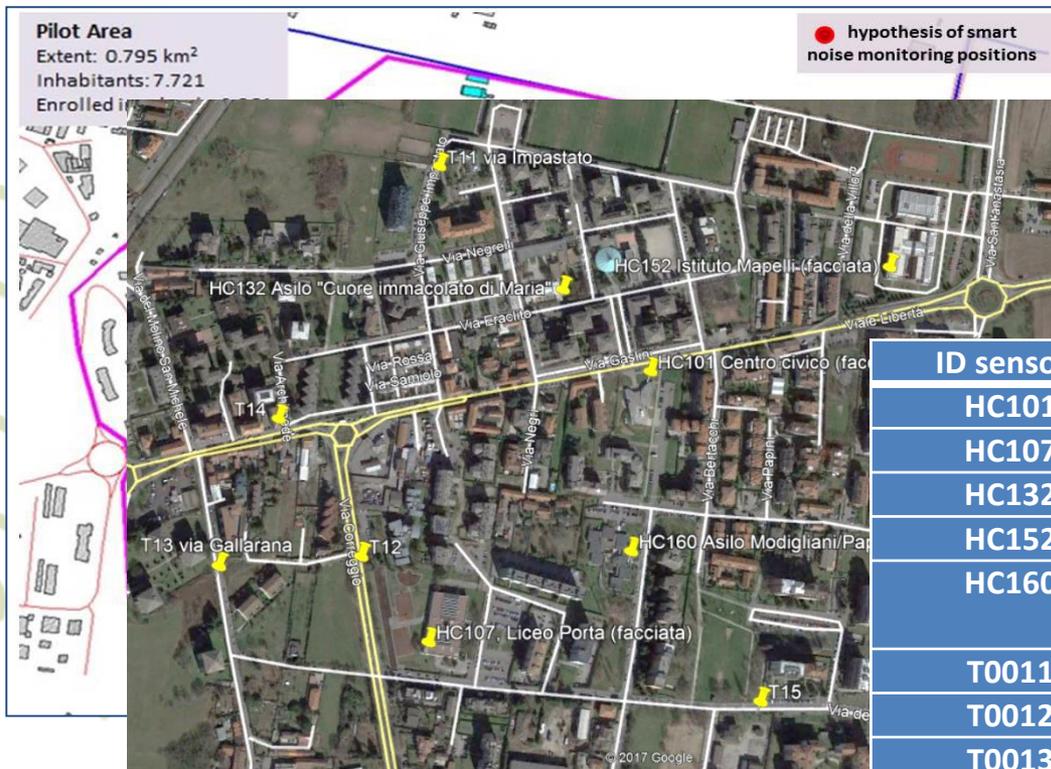
### Specifiche elettroacustiche dei sensori:

- floor noise elettrico inferiore a 35 dB(A) e THD inferiore a 1% a 105 dB(A) SPL
- risposta in frequenza ai toni puri a 31.5, 40, 50, ..., 8000 Hz entro le specifiche della classe I  $\pm$  1dB



## Rete monitoraggio rumore a basso costo - Progetto

La rete è composta da 10 sensori distribuiti nel quartiere Libertà, 3 di questi sull'asse principale di Viale della Libertà e gli altri distribuiti collocati in corrispondenza di ricettori sensibili o comunque in modo tale da avere una copertura omogenea dell'area.



ID sensore	Coordinate	Indirizzo
HC101	45.590565, 9.303035	Viale Libertà', 136
HC107	45.587653, 9.299737	Via della Guerrina, 16
HC132	45.591485, 9.301673	Via Parmenide, 3
HC152	45.591744, 9.306767	Viale Libertà', 4
HC160	45.588607, 9.302743	Via Amedeo Modigliani, 48
T0011	45.592918, 9.299698	Via Giuseppe Impastato
T0012	45.588552, 9.298692	Via Allegri
T0013	45.588451, 9.296561	Via Gallarana
T0014	45.590042, 9.297349	Viale Libertà
T0015	45.587038, 9.304657	Via della Guerrina

## Rete monitoraggio rumore a basso costo - Progetto

In 5 postazioni sono state previste installazioni in facciata con allaccio alla rete elettrica.



## Rete monitoraggio rumore a basso costo - Progetto

In 5 postazioni sono state previste installazioni su palo della luce con alimentazione a pannello solare.



## Verifica di affidabilità

La problematica principale dei sistemi low-cost è la stabilità nel tempo della risposta.

Soluzione proposta:

- **Controlli preliminari**
- **Controlli periodici in situ**

## Rete monitoraggio rumore a basso costo – verifiche di affidabilità

### Controlli preliminari

**Controlli periodici nel corso di 2 mesi effettuati su un primo sistema prototipale installato presso UNIFI (Polo scientifico di Sesto Fiorentino)**

Controlli effettuati:

- controllo periodico della risposta a 1 kHz nel corso di 2 mesi di esercizio outdoor. Requisito per superare il collaudo: risposta entro 0.5 dB rispetto al segnale fornito con calibratore in classe I;
- confronto periodico nel corso di 2 mesi di esercizio outdoor con affiancamento catena di misura in classe I per la misura di rumore su intervalli di misura di 1 minuto in un range dinamico compreso tra 45 e 105 dB. Requisito per superare il collaudo: scostamento dei valori sul parametro LAeq < 1,5 dB(A).

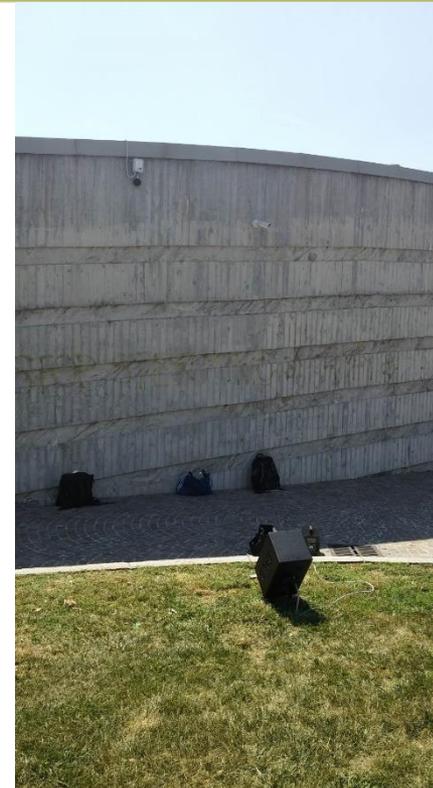
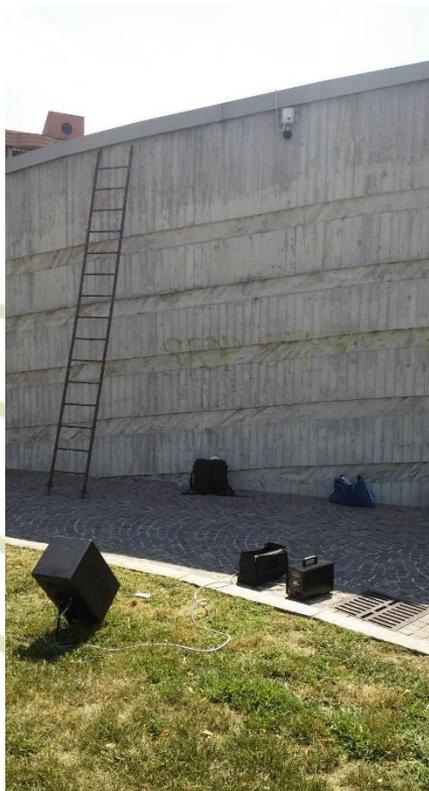
## Controlli periodici in situ

### Controlli periodici (ogni 4 mesi) effettuati nell'area pilota

#### Controlli effettuati:

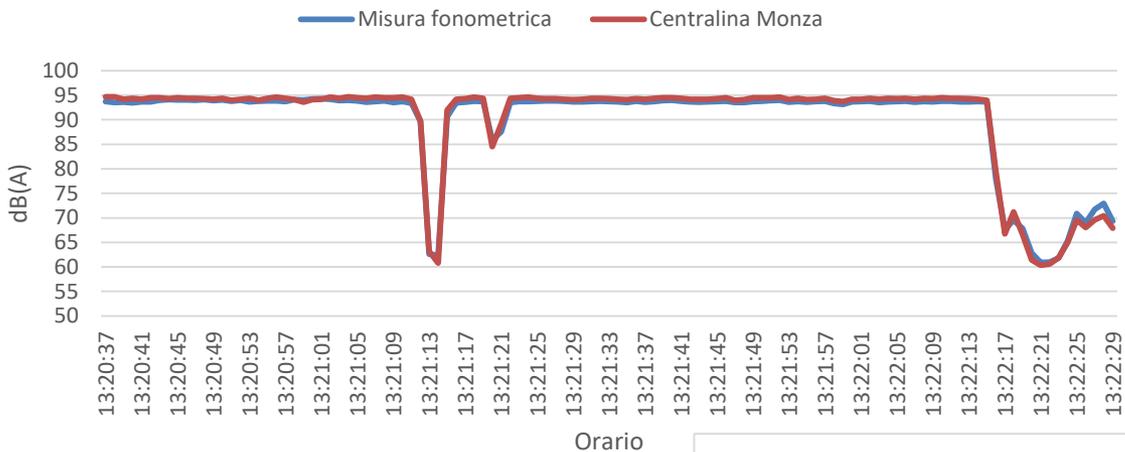
- controllo della risposta a 1 kHz rispetto al segnale fornito con calibratore in classe I;
- confronto con affiancamento catena di misura in classe I per la misura di rumore su intervalli di misura di 1 minuto (controlli eseguiti con rumore da traffico stradale, rumore rosa, ...).

## Rete monitoraggio a basso costo vs sistema di misura in classe I



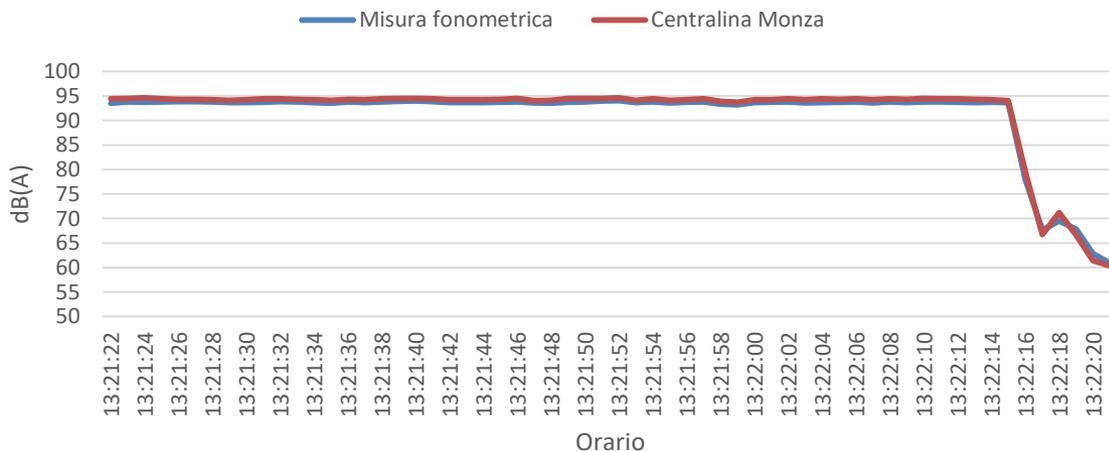
# Rete monitoraggio a basso costo vs sistema di misura in classe I

18-07-2017 Misura Pink noise



**Controllo sensore  
 «Centro civico»**

18-07-2017 Misura Pink noise 1 minuto

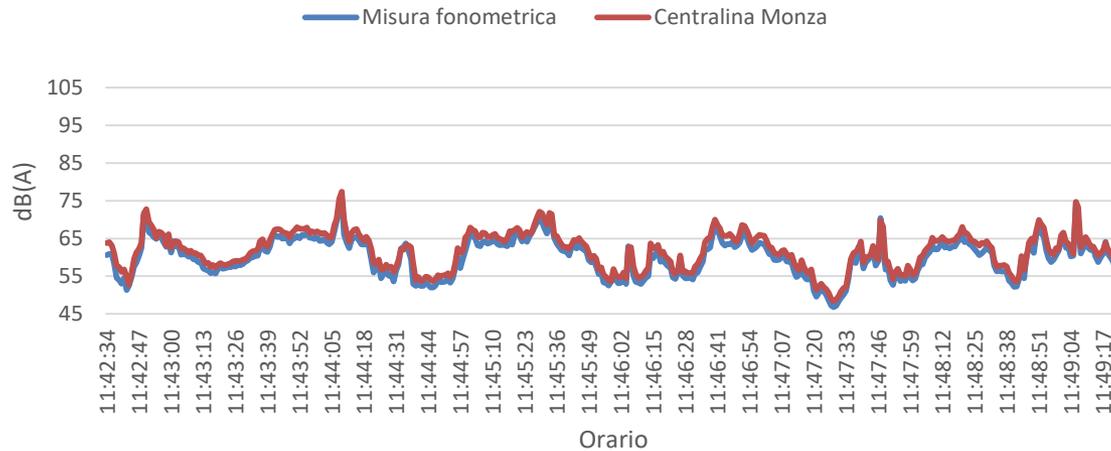


Confronto medie 1 min

	Fonometro	Centralina Monza
Pink noise	96	96
Misura traffico	62,4	64,0
Misura 1 m da facciata	61,2	61,5

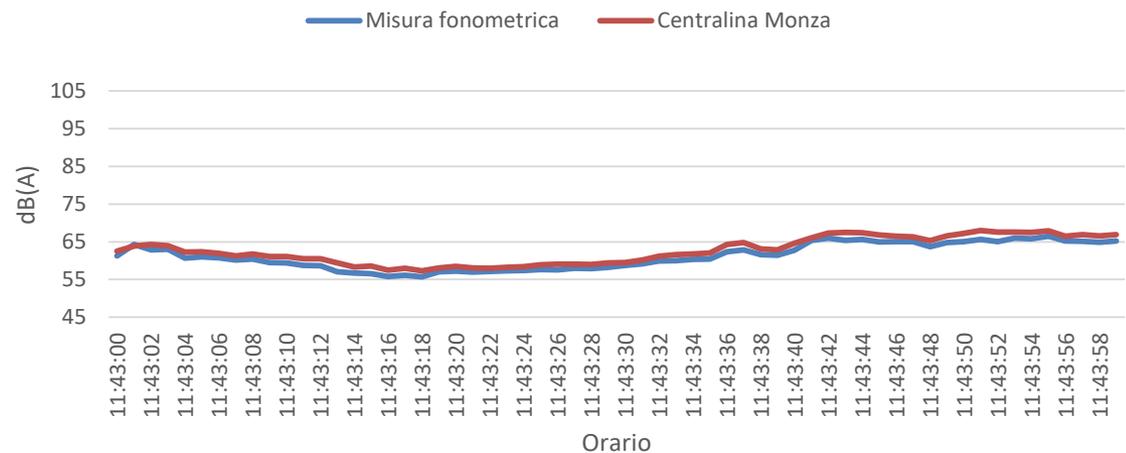
# Rete monitoraggio a basso costo vs sistema di misura in classe I

18-07-2017 Misura traffico



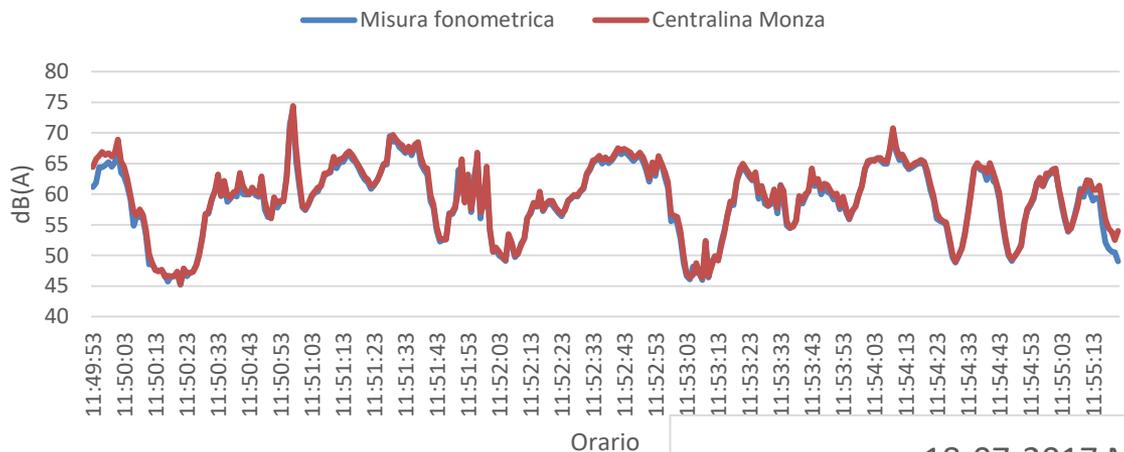
**Controllo sensore  
«Centro civico»**

18-07-2017 Misura traffico 1 minuto



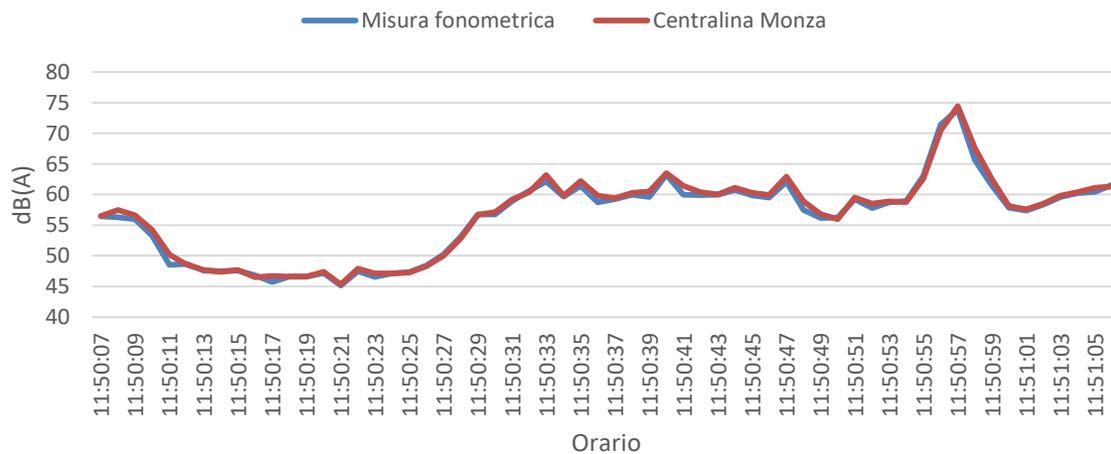
# Rete monitoraggio a basso costo vs sistema di misura in classe I

18-07-2017 Misura 1 m da facciata



**Controllo sensore  
«Centro civico»**

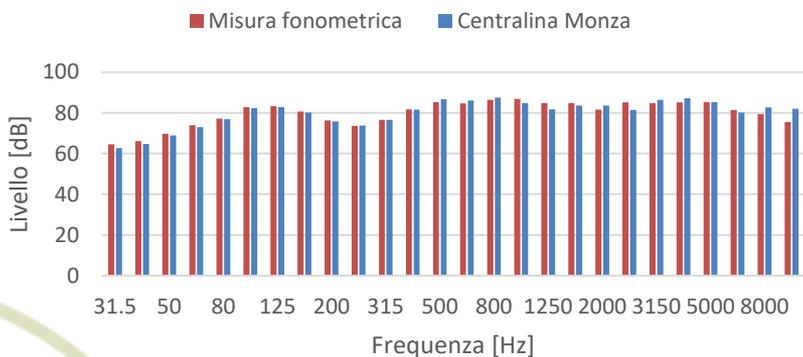
18-07-2017 Misura 1 m da facciata 1 minuto



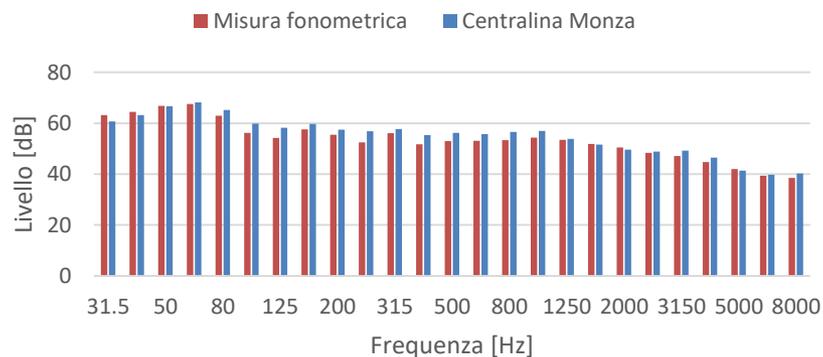
# Rete monitoraggio a basso costo vs sistema di misura in classe I

## Controllo sensore «Centro civico»

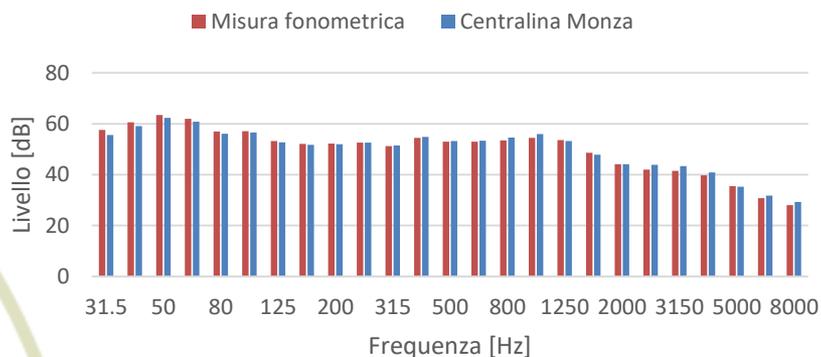
Spettro range 31,5-8000 Hz, 1 minuto -  
Rumore rosa



Spettro range 31,5-8000 Hz, 1 minuto -  
Misura traffico



Spettro range 31,5-8000 Hz, 1 minuto - 1 m  
da facciata



# Rete monitoraggio a basso costo vs sistema di misura in classe I

## Correzione di calibrazione

Differenza tra il valore di riferimento pari a 94 dB a 1 kHz e il livello di pressione sonora rilevato dal sensore. Si valuta utilizzando un calibratore di pressione sonora di classe I, inserendo il microfono nel calibratore. Data la posizione dei sensori ad un'altezza di 4 m da terra, l'attività richiede una piattaforma sopraelevata o una scala.

	19/06/2017	21/11/2017	28/03/2018	09/07/2018	09/01/2019	13/05/2019	17/12/2019
T0011	0,4	-2,3	-2,3	-2,3	-1,1		
T0012	-0,1	-2,9	-3,1	-3,3			-3,3
T0013	-0,1	-3,1	-3,1	-3,2	-3,4		-3,8
T0014	0,2	-2,4	-2,5	-3,1	-3,4		0
T0015	0,7	-2,5	-2,3	-0,8	-1,1		-0,5
hb101	-0,6	0,8	-0,1	-0,2	0	-0,1	
hb107		-0,5	-0,8	-1,1	-0,6	-1,1	
hb132		-0,1	-0,7		-1	-1	
hb152		0	-0,6	-0,7	-0,7	-0,9	
hb160		0,1	-0,7		-0,7		

## Rete monitoraggio a basso costo vs sistema di misura in classe I

### Correzione di posizione

Differenza tra il livello di pressione sonora (L<sub>Aeq,1h</sub>) fornito dal sensore e dal sistema in classe I, ottenuta a seguito di misure di durata pari a 1 ora posizionando il microfono vicino al sensore ma in condizioni di campo libero, cioè ad almeno 1m dal palo per le installazioni su palo e ad 1m dalla superficie della facciata per le installazioni su facciata.

ID sensore	Data	Orario	L <sub>Aeq,1h</sub> strumento classe I	L <sub>Aeq,1h</sub> sensore smart*	Correzione campo libero
hb101	06-mag-19	17:24:34-18:24:34	60,9	61,5+0.1	-0,7
hb107	07-mag-19	10:47:16-11:47:16	55,7	58,6+1.1	-4,0
hb132	06-mag-19	16:07:34-17:07:34	57,2	59,5+1.0	-3,3
hb152	06-mag-19	14:50:56-15:50:56	57,8	57,8+0.9	-0,9
hb160	07-mag-19	09:33:01-10:33:01	60,7	62,1+0.7	-2,1
T0011	06-mag-19	14:51:25-15:51:25	51,1	49,1+1,1	0,9
T0012	07-mag-19	10:33:55-11:33:55	66,8	58,8+3,3	4,7
T0013	07-mag-19	09:26:14-10:26:14	63,3	59,7+3,4	0,2
T0014	07-mag-19	12:02:36-13:02:36	68,3	66,1+3,4	-1,2
T0015	06-mag-19	17:37:32-18:37:32	69,9	69,3+1,1	-0,5

\* la correzione rispetto al segnale di calibrazione viene applicata ai livelli di rumore determinati per i sensori smart.

## Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – Obiettivi

### OBIETTIVI DEL TRAINING

1. breve introduzione sulla misura del rumore e sull'utilizzo di sistemi low-cost
2. descrizione della rete di sensori installata nel quartiere Libertà
3. **utilizzo dell'interfaccia, download dei dati e possibili elaborazioni attraverso l'interfaccia e post-elaborazioni (per determinare ad esempio indicatori sintetici di monitoraggio)**
4. **collegamento dei dati scaricati con l'indicatore visualizzato dalla App**
5. **verifiche on-line di corretto funzionamento**
6. **come procedere per le calibrazioni periodiche in situ**
7. **come procedere per la manutenzione di base**
8. **necessità di manutenzione nel medio-lungo periodo**

## Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – Interfaccia

### Descrizione generale di server e interfaccia:

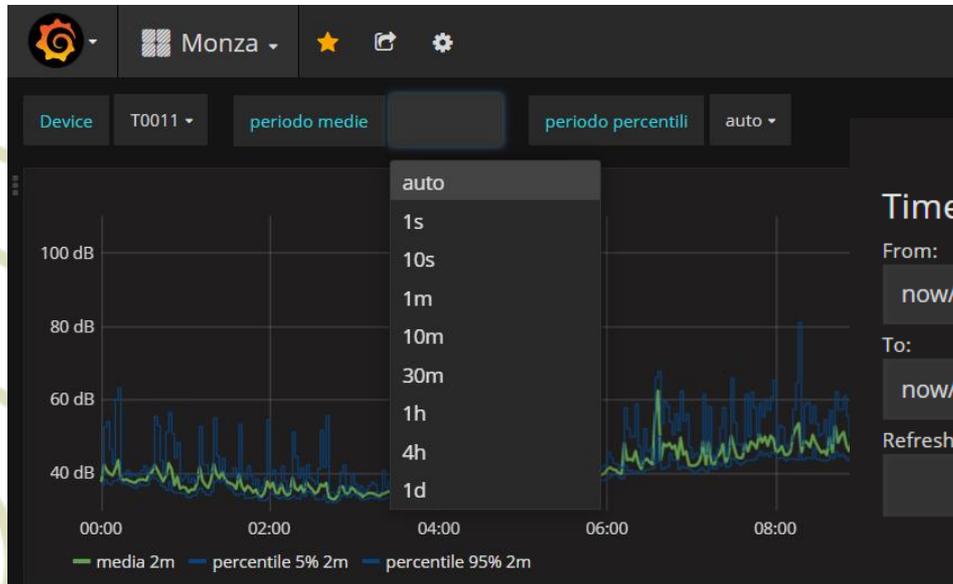
- Il server è ubicato presso il comune
- Viene utilizzato un sistema Cloud Microsoft Azure
- Viene utilizzato un database opensource «InfluxdB» (database specializzato per la gestione delle storie temporali)
- L'interfaccia web è basata sulla piattaforma «Grafana» anch'essa opensource

# Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – Interfaccia

## Dati scaricabili:

Leq e spettri relativi a intervalli temporali scelti dall'utente

Periodo medie



Intervalli temporali

**Time range**

From: now/d [calendar icon]

To: now/d [calendar icon]

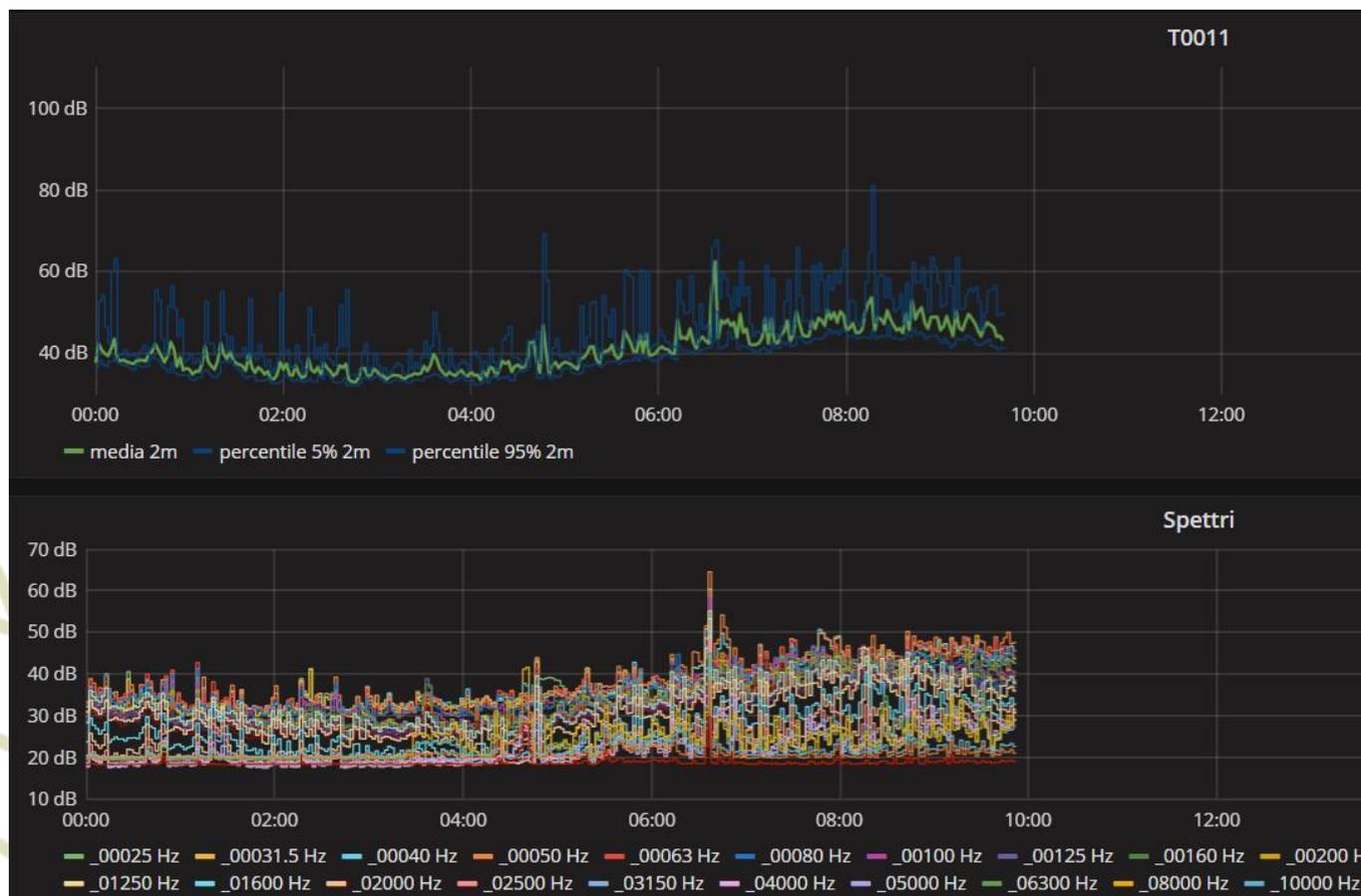
Refreshing every: [dropdown] [Apply]

**Quick ranges**

- Last 2 days
- Last 7 days
- Last 30 days
- Last 90 days
- Last 6 months
- Last 1 year
- Last 2 years
- Last 5 years
- Yesterday
- Day before yesterday
- This day last week
- Previous week
- Previous month
- Previous year

# Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – Interfaccia

## Visualizzazione livelli sonori e spettri in frequenza



## Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – Interfaccia

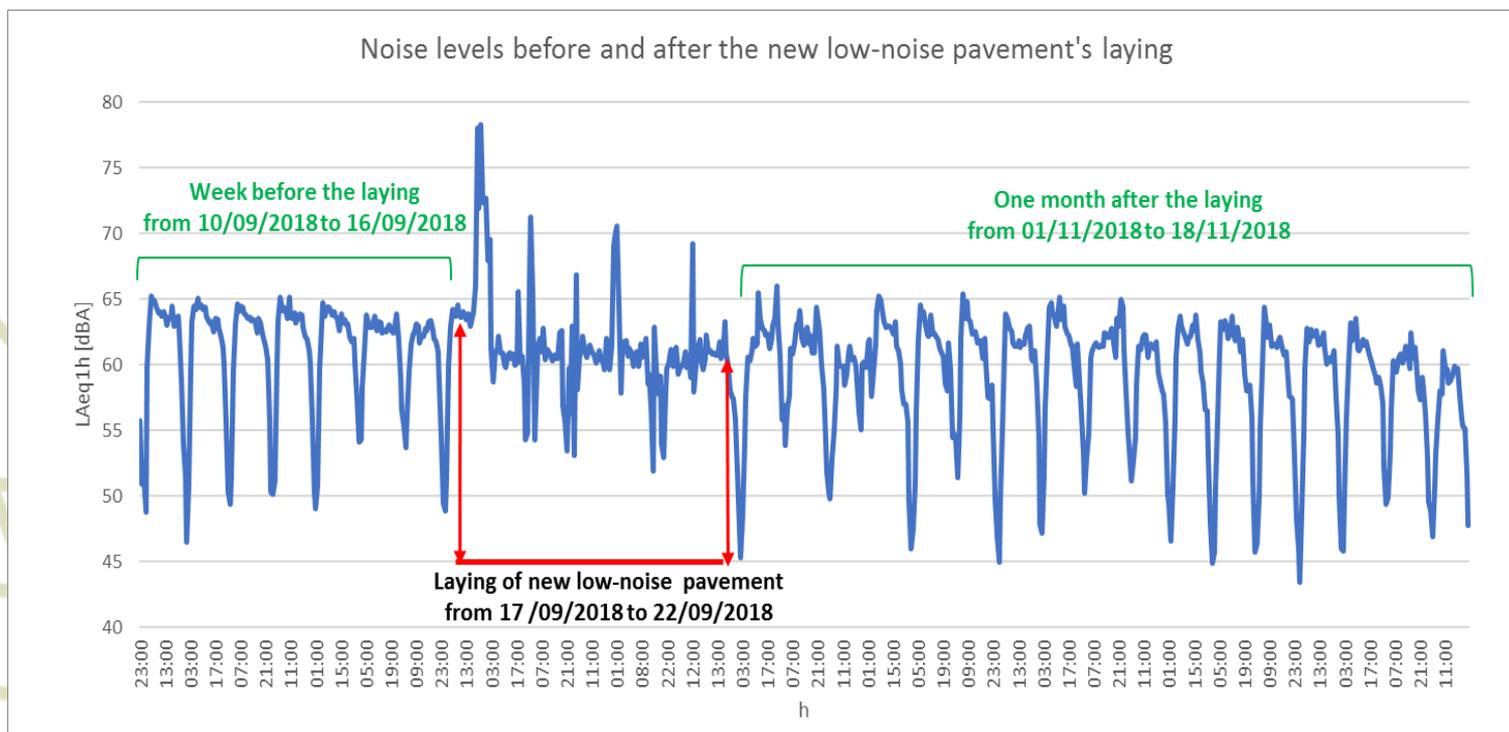
### Possibile utilizzo dei dati acquisiti con la rete dei sensori smart

- **Calcolo dei livelli di pressione sonora in termini di LAeq settimanale diurno e notturno**, parametri utilizzati, insieme ad altri indicatori ambientali, per monitorare la qualità ambientale all'interno dell'area pilota del progetto Life MONZA e confrontabile con i limiti imposti (se applicate le correzioni di posizione e di calibrazione)
- **Analisi efficacia** interventi nell'area pilota sia per analisi di breve periodo che di lungo periodo
- **Calcolo dell'indice "Harmonica"** pubblicato e reso disponibile con aggiornamento in tempo reale (ogni ora) attraverso la "App" sviluppata nell'ambito del progetto Life MONZA

## Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – Utilizzo dati

### Utilizzo dei dati acquisiti con la rete dei sensori smart

- **Analisi efficace** interventi nell'area pilota sia per analisi di breve periodo che di lungo periodo



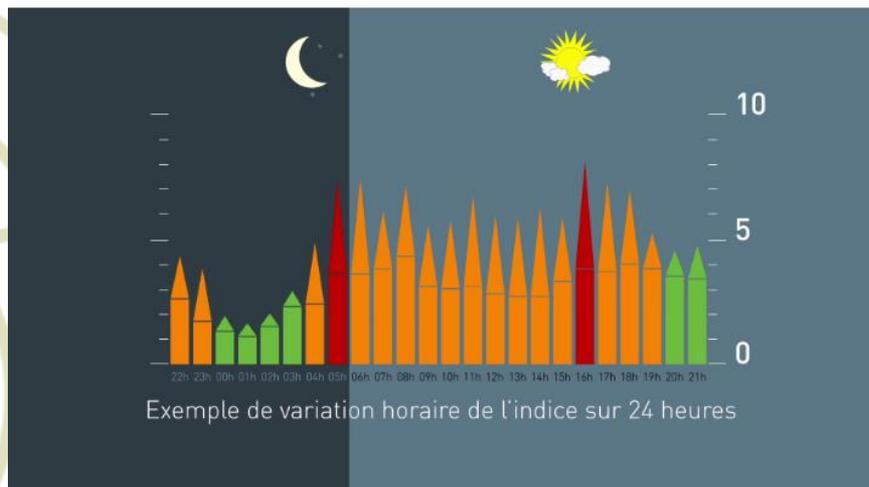
Livelli di rumore registrati dal sensore HC101 (in facciata del Centro Civico) prima, durante e dopo la posa del nuovo manto stradale.

## Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – Utilizzo dati

### Utilizzo dei dati acquisiti con la rete dei sensori smart

- **Calcolo dell'indice "Harmonica"** pubblicato e reso disponibile con aggiornamento in tempo reale (ogni ora) attraverso la "App" sviluppata nell'ambito del progetto Life MONZA

$$HI = 0.2 \cdot (L_{A95_{eq}} - 30) + 0.25 \cdot (L_{A_{eq}} - L_{A95_{eq}})$$



Per ulteriori informazioni  
<http://www.noiseineu.eu/>

È importante sottolineare che i  
**valori assunti dall'indice non  
sono associabili ai limiti**

## Obiettivi del training

### OBIETTIVI DEL TRAINING

1. breve introduzione sulla misura del rumore e sull'utilizzo di sistemi low-cost
2. descrizione della rete di sensori installata nel quartiere Libertà
3. utilizzo dell'interfaccia, download dei dati e possibili elaborazioni attraverso l'interfaccia e post-elaborazioni (per determinare ad esempio indicatori sintetici di monitoraggio)
4. **collegamento dei dati scaricati con l'indicatore visualizzato dalla App**
5. verifiche on-line di corretto funzionamento
6. come procedere per le calibrazioni periodiche in situ
7. come procedere per la manutenzione di base
8. necessità di manutenzione nel medio-lungo periodo

## Collegamento dei dati scaricati con l'indicatore Harmonica

### **Nell'interfaccia sono facilmente scaricabili i dati per ricavare l'indice Harmonica visualizzato dalla App**

- Nel calcolo vengono forniti il valore di background (altezza rettangolo) più la rumorosità di picco (altezza del triangolo)
- Dalla somma delle due componenti si ottiene il valore orario dell'indice Harmonica

## Obiettivi del training

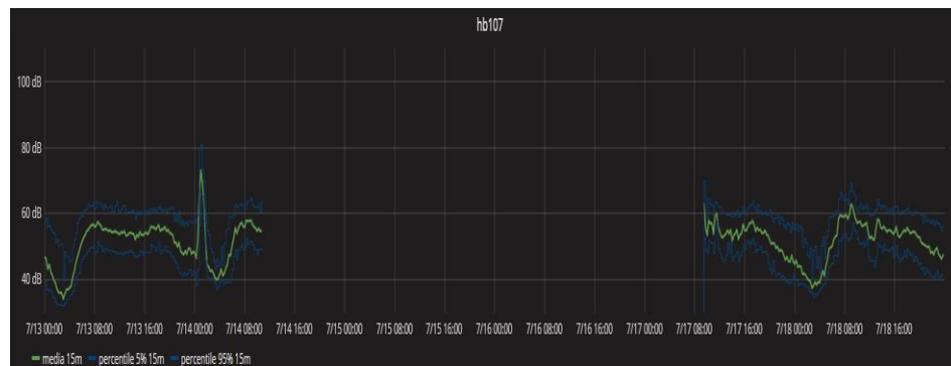
### OBIETTIVI DEL TRAINING

1. breve introduzione sulla misura del rumore e sull'utilizzo di sistemi low-cost
2. descrizione della rete di sensori installata nel quartiere Libertà
3. utilizzo dell'interfaccia, download dei dati e possibili elaborazioni attraverso l'interfaccia e post-elaborazioni (per determinare ad esempio indicatori sintetici di monitoraggio)
4. collegamento dei dati scaricati con l'indicatore visualizzato dalla App
5. **verifiche on-line di corretto funzionamento**
6. **come procedere per le calibrazioni periodiche in situ**
7. **come procedere per la manutenzione di base**
8. **necessità di manutenzione nel medio-lungo periodo**

## Verifiche on-line di corretto funzionamento

### Cosa verificare?

- No dati (possibile causa 1: caduta alimentazione)
- No dati (possibile causa 2: problema di comunicazione). In questo caso, c'è comunque un buffer di sicurezza (in questo caso i dati non vengono persi se il problema ha una durata limitata a qualche ora)
- Livelli che rimangono fuori gamma per molto tempo (sotto 27 dB o sopra 120 dB) in assenza di eventi meteorologici avversi
- Pioggia (rumore alto e poi quando si bagna va sotto 30 dB)
- Controlli più fini potrebbero essere fatti in riferimento agli andamenti tipici



## Obiettivi del training

### OBIETTIVI DEL TRAINING

1. breve introduzione sulla misura del rumore e sull'utilizzo di sistemi low-cost
2. descrizione della rete di sensori installata nel quartiere Libertà
3. utilizzo dell'interfaccia, download dei dati e possibili elaborazioni attraverso l'interfaccia e post-elaborazioni (per determinare ad esempio indicatori sintetici di monitoraggio)
4. collegamento dei dati scaricati con l'indicatore visualizzato dalla App
5. verifiche on-line di corretto funzionamento
6. **come procedere per le calibrazioni periodiche in situ**
7. **come procedere per la manutenzione di base**
8. **necessità di manutenzione nel medio-lungo periodo**

## Come procedere per le calibrazioni periodiche in situ?

- Ogni 6-12 mesi prevedere una calibrazione con calibratore monofrequenza (1 kHz – 94 dB)



## Obiettivi del training

### OBIETTIVI DEL TRAINING

1. breve introduzione sulla misura del rumore e sull'utilizzo di sistemi low-cost
2. descrizione della rete di sensori installata nel quartiere Libertà
3. utilizzo dell'interfaccia, download dei dati e possibili elaborazioni attraverso l'interfaccia e post-elaborazioni (per determinare ad esempio indicatori sintetici di monitoraggio)
4. collegamento dei dati scaricati con l'indicatore visualizzato dalla App
5. verifiche on-line di corretto funzionamento
6. come procedere per le calibrazioni periodiche in situ
- 7. come procedere per la manutenzione di base**
- 8. necessità di manutenzione nel medio-lungo periodo**

## Come procedere per la manutenzione di base

- Controllo manuale periodico palla antivento (toccarla per vedere se sfarina, eventuale presenza di animali all'interno, procedere con la pulizia manuale)
- Controllo visivo integrità delle scatole
- Controllo visivo e eventuale pulizia pannello solare (eliminazione foglie, e pulizia con sola acqua e panno)

## Obiettivi del training

### OBIETTIVI DEL TRAINING

1. breve introduzione sulla misura del rumore e sull'utilizzo di sistemi low-cost
2. descrizione della rete di sensori installata nel quartiere Libertà
3. utilizzo dell'interfaccia, download dei dati e possibili elaborazioni attraverso l'interfaccia e post-elaborazioni (per determinare ad esempio indicatori sintetici di monitoraggio)
4. collegamento dei dati scaricati con l'indicatore visualizzato dalla App
5. verifiche on-line di corretto funzionamento
6. come procedere per le calibrazioni periodiche in situ
7. come procedere per la manutenzione di base
8. **necessità di manutenzione nel medio-lungo periodo**

## Necessità di manutenzione nel medio-lungo periodo

Attivazione di servizio di manutenzione periodico (nel progetto è stato previsto un budget di 5.000 €/anno per questa attività afterlife) che preveda:

- Verifiche software e interfaccia
- Verifiche da remoto di eventuali problematiche sui sensori, attivando controlli automatici sulla storia temporale ed in frequenza
- Sostituzione batteria e microfoni in caso di deperimento
- Controllo di calibrazione annuale con calibratore monofrequenza (1 kHz - 94 dB)



**Grazie per l'attenzione**



With the contribution of  
the LIFE programme of the European Union



## LIFE MONZA

# Methodologies for Noise Low Emission Zones introduction and management

**IL MONITORAGGIO CON LA RETE PROTOTIPALE DI SENSORI SMART – ATTIVITA' DI TRAINING SVOLTA SU DUE GIORNATE (29/05/2020 e 09/06/2020) DEL PERSONALE DEL COMUNE DI MONZA – AZIONE C1.3**

**Materiale predisposto da:**

**Dipartimento di Ingegneria Industriale**  
**Università di Firenze**

[monica.carfagni@unifi.it](mailto:monica.carfagni@unifi.it)

Partner:



**ISPRA**  
Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale



**COMUNE DI  
MONZA**



**UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE**



**Vie en.ro.se.**  
Ingegneria