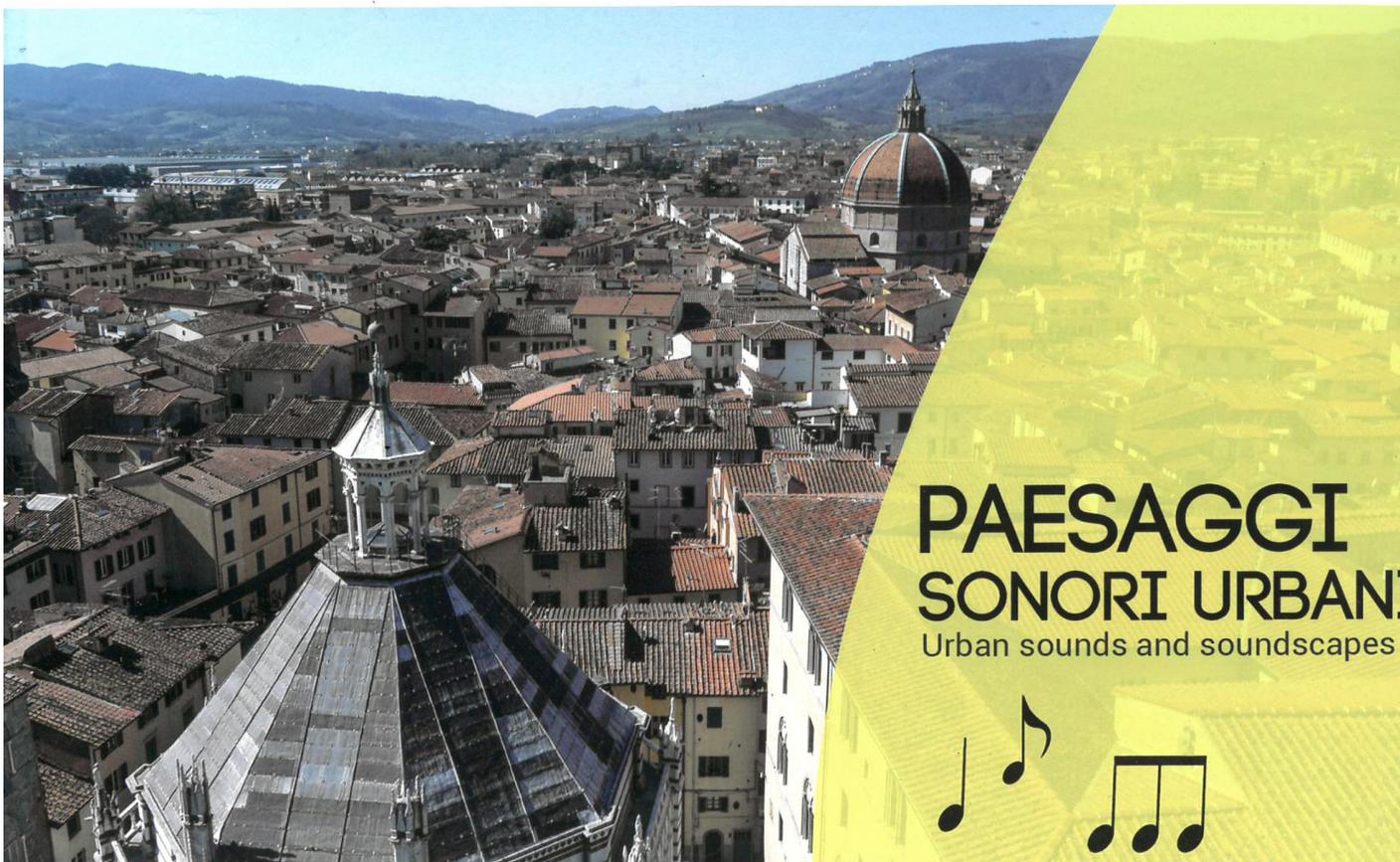


# **bollettino ingegneri**

bimestrale di ingegneria e architettura

**Numero 1-2 2018**

**aggiornamenti Gennaio - Aprile**



## **PAESAGGI SONORI URBANI**

Urban sounds and soundscapes



**testo scientifico, notiziario, ediguida  
prezzario dei materiali e delle opere**

**PAESAGGI SONORI URBANI**

**NOISE AND THE CITY**

**L'anima sonora delle città**

**Numero monografico a cura di Sergio LUZZI**

*Contributi di*

**Francesco BALDI, Giovanni BRAMBILLA,  
Salvatore CURCURUTO et altri, Natacha FABBRI,  
Fabio LO CASTRO et altri, Sergio LUZZI,  
Maria Patrizia ORLANDO, Alessandro PAGNINI,  
Gianni PAVAN, Antonella RADICCHI, Ab ROGERS,  
Brigitte SCHULTE-FORTKAMP, Elena SHLIENKOVA,  
Giovanni ZAMBON**

**1-2 2018**  
ISSN 2035 - 2417 Contiene I.R.  
Poste Italiane s.p.a. - Sped. Abb. Post.  
D.L. 353/2003 (conv. L.27/02/2004 n° 46)  
art., c. 1, DBC FIRENZE I  
Per mancato recapito inviare a Firenze CMP  
per restituzione al mittente previo pagamento resi

# LE “NOISE LOW EMISSION ZONES” COME SOLUZIONE PER IL CONTROLLO DEL RUMORE IN AMBITO URBANO IL PROGETTO LIFE MONZA

## Autori

Salvatore CURCURUTO<sup>1</sup>, Giuseppe MARSICO<sup>1</sup>, Enrico MAZZOCCHI<sup>1</sup>, Rosalba SILVAGGIO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ISPRA

Monica CARFAGNI<sup>2</sup>, Chiara BARTALUCCI<sup>2</sup>, Francesco BORCHI<sup>2</sup>, Rocco FURFERI<sup>2</sup>,

Lapo GOVERNI<sup>2</sup>, Alessandro LAPINI<sup>2</sup>, Yary VOLPE<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università degli Studi di Firenze

Giulio ARCANGELI<sup>3</sup>, Nicola MUCCI<sup>3</sup>, Saverio CAINI<sup>3</sup>, Chiara LORINI<sup>4</sup>, Guglielmo BONACCORSI<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Dipartimento di Medicina Sperimentale e Clinica (DMSC), Università degli Studi di Firenze

<sup>4</sup> Dipartimento di Scienze della Salute (DSS), Università degli Studi di Firenze

Raffaella BELLOMINI<sup>5</sup>, Lucia BUSA<sup>5</sup>

Vie en.ro.se S.r.l., Firenze

## INQUADRAMENTO DEL PROGETTO E STATO DELL'ARTE

Le zone a basse emissioni (*LEZ*), in quanto aree urbane soggette a restrizioni del traffico stradale, sono state implementate al fine di rispettare gli obiettivi di qualità dell'aria introdotti dalla direttiva europea 2008/50/CE, come misura in grado di migliorare la qualità ambientale e ridurre i rischi per la salute dovuti al traffico stradale.

Attualmente, le *LEZ* sono state introdotte in più di 100 città in Europa e sono state prese come riferimento anche in altre città del mondo. In Germania, Danimarca, Olanda, Svezia e Repubblica Ceca esiste già una legislazione nazionale sulle *LEZ*, ma le procedure di attuazione variano ampiamente tra le città; sono utilizzati approcci diversi e non esiste un quadro giuridico condiviso a livello UE. Esistono diverse tipologie di *LEZ* basate: su varie classi di veicoli più inquinanti, a cui è vietato l'accesso nell'area, su diversi limiti di velocità, su diversi periodi di tempo in cui sono applicate le restrizioni, ecc. I Comuni possono scegliere i tipi di veicoli da limitare in una *LEZ* in base al necessario grado di riduzione delle emissioni - solo veicoli pesanti, o anche veicoli leggeri, autovetture, motocicli e scooter - e su una valutazione prettamente locale. L'introduzione delle *LEZ* permette di ridurre il traffico stradale, ottimizzare i flussi di traffico e indurre le persone a utilizzare meno le automobili, migliorare il trasporto pubblico e definire effetti positivi sulla gestione della mobilità, sul benessere sociale e sull'impatto ambientale.

Se da un lato gli effetti dell'implementazione delle *LEZ* sul miglioramento della qualità dell'aria siano stati ampiamente analizzati e, nella maggior parte dei casi, esse rappresentino una misura efficace per ridurre i livelli di inquinanti atmosferici legati al traffico, dall'altro lato gli effetti dei po-

tenziali benefici relativi alla riduzione del rumore non sono stati affrontati in modo completo.

Sebbene la Direttiva UE 2008/50/CE sulla qualità dell'aria consideri l'istituzione di *LEZ* come misura da adottare nei piani di azione per la qualità dell'aria, così non è per quanto riguarda la Direttiva UE 2002/49/CE (comunemente richiamata con “END”, *Environmental Noise Directive*), relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. Tuttavia, l'allegato V della END, *Requisiti minimi per i piani d'azione*, suggerisce alcuni esempi di azioni che le autorità competenti dovrebbero prendere in considerazione, e fra questi la modifica dei piani del traffico e dell'uso del territorio, tutte tematiche che possono essere ricondotte all'introduzione ed alla gestione delle zone a basse emissioni di rumore (*NoiseLEZ*).

## OBIETTIVI DEL PROGETTO

Il progetto LIFE MONZA ha come obiettivo principale quello di sviluppare una metodologia facilmente replicabile e delle linee guida per l'identificazione e la gestione della *NoiseLEZ*, da intendersi come un'area urbana dove sono presenti livelli significativi di rumore e in cui vengono implementate restrizioni al traffico stradale.

In particolare, l'obiettivo dell'introduzione della *NoiseLEZ* è quello di aumentare la qualità dell'aria, ridurre la rumorosità ed introdurre effetti complementari positivi anche sulla qualità della vita e le condizioni di benessere degli abitanti.

A livello dimostrativo e di test, il metodo proposto e i suoi effetti vengono testati, nell'ambito del progetto, nell'area pilota situata nel quartiere Libertà del Comune di Monza. L'area pilota è caratterizzata da livelli medi significativi di inquinamento acustico ed è identificata come area critica nel Piano d'Azione sul rumore attuato dalla

città di Monza in base ai requisiti della *END*.

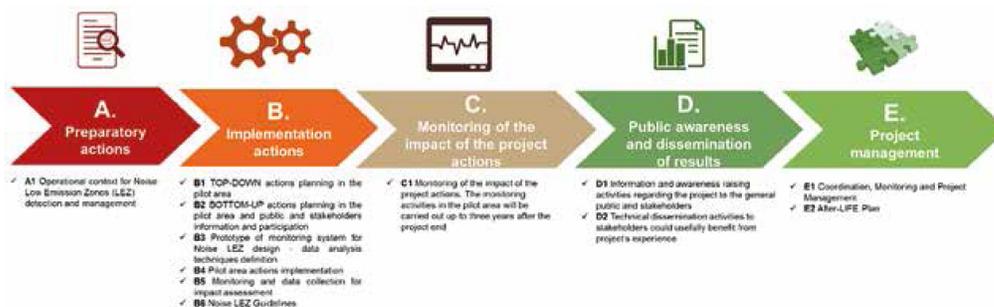
Per il raggiungimento delle finalità del progetto, sono state definite una serie di azioni, che, in modo concorrente, hanno lo scopo di contribuire al conseguimento dell'obiettivo.

Il primo gruppo di azioni riguarda specifiche misure, adottate dal Comune, in grado di trasformare l'area pilota in una *NoiseLEZ* permanente, e consistenti in interventi infrastrutturali e sulla gestione del traffico (*top-down measures*).

Il secondo gruppo di azioni riguardano il coinvolgimento delle persone in un sistema di gestione attivo delle scelte di stili di vita più sostenibili (*bottom-up measures*) legati alla riduzione del rumore e al miglioramento della qualità dell'aria e delle condizioni di benessere nell'ambiente di vita e di lavoro.

## STRUTTURA DEL PROGETTO E STATO DI AVANZAMENTO DELLE ATTIVITÀ

Il progetto Life MONZA è strutturato in cinque parti principali, ognuna delle quali consiste in diverse azioni come mostrato nello schema seguente.



Nella parte A sono incluse le azioni preparatorie. In particolare, è stata svolta l'azione A1, conclusa a dicembre 2016 con la redazione dell'abaco sul contesto operativo della *NoiseLEZ*: l'abaco comprende diverse sezioni di approfondimento dedicate alle tematiche di interesse del progetto quali il quadro legislativo delle *NoiseLEZ*, le azioni che si possono adottare ed i relativi effetti, il monitoraggio del rumore con sistemi tradizionali e a basso costo, il monitoraggio della qualità dell'aria, del traffico e della salute.

Nella parte B sono incluse le azioni implementative. Le azioni della parte B rappresentano il vero cuore del progetto LIFE MONZA poiché comprendono tutti gli interventi concreti da attuare nell'area pilota e tutte le attività di monitoraggio. In tale ambito, i principali risultati ottenuti sono i seguenti:

- progetto esecutivo per la realizzazione di tutti

gli interventi nell'area pilota (Azione B.1)

- progettazione e somministrazione di un questionario incentrato su salute, abitudini di mobilità e percezione del rumore (Azione B.2)
- progettazione e installazione di un sistema prototipale di monitoraggio continuo del rumore, composto da 10 sensori microfoni a basso costo collocati lungo Viale Libertà e lungo altre strade limitrofe (Azione B.3)
- monitoraggio periodico della qualità dell'aria, del traffico stradale e del rumore utilizzando sistemi di monitoraggio tradizionali che a basso costo (azione B.5)

Infine, l'obiettivo principale della parte C è quello di verificare che le azioni di implementazione appartenenti al pacchetto B siano progressivamente realizzate secondo gli obiettivi originariamente definiti e che i risultati quantitativi attesi siano raggiunti. Sarà sviluppato un indice globale (*Global Index - GI*) che combina qualità dell'aria, inquinamento acustico, traffico stradale, parametri socio-economici e sanitari e un indice globale semplificato (*Smart Global Index - SGI*), ovvero una versione più semplice del GI, comprendente almeno gli indicatori di rumore.

## APPROFONDIMENTO DI ALCUNE ATTIVITÀ IN CORSO

Tra le attività previste nel programma e riconducibili alla parte B, ed in particolare all'azione B.2, di sicuro interesse conoscitivo e pratico-operativo è lo studio degli effetti delle azioni previste dal progetto LIFE MONZA (interventi infrastrutturali, organizzativi e di sensibilizzazione) sul sistema sociale locale. Per esaminare tali potenziali cambiamenti, si è stabilito di fare ricorso a metodi di ricerca tesi a rilevare, analizzare e valutare giudizi, percezioni e atteggiamenti della popolazione interessata nei riguardi di una serie di aspetti legati alla vivibilità del quartiere e alle condizioni di benessere ambientale e sociale.

A tal fine, è stata inizialmente condotta un'analisi della letteratura scientifica al fine di identificare il questionario che meglio rispondeva alle esi-

genze del progetto, in particolare la capacità di rilevare la differenza della qualità di vita determinata dagli interventi strutturali realizzati nel corso del progetto, e la possibilità di essere autosomministrato. L'analisi della letteratura scientifica ha permesso di identificare il questionario WHO Quality of Life-BREF (WHOQOL-BREF) come lo strumento ottimale per la valutazione della qualità della vita nell'ambito del progetto, grazie alla presenza di uno specifico dominio sull'ambiente e la precedente validazione della versione in lingua italiana. Per limitazioni di spazio, sono state selezionate cinque domande principali relative alla valutazione della qualità della vita, alle quali sono state aggiunte quattro domande per la valutazione dell'annoyance.

A tal fine è stata progettata e avviata un'inchiesta campionaria di tipo diacronico, della quale, di seguito, saranno illustrate le principali caratteristiche. Al disegno e alla realizzazione dell'indagine partecipa il Dipartimento di Comunicazione e Ricerca Sociale della Sapienza Università di Roma. L'indagine prevede la realizzazione di due rilevazioni: la prima (pre-test), attualmente in corso di svolgimento, tesa a definire la situazione *ex ante*, la seconda (post-test), finalizzata alla registrazione delle condizioni riscontrabili *dopo* l'attuazione degli interventi infrastrutturali e delle altre misure previste dal progetto, in modo da poterne valutare i cambiamenti intervenuti.

La rilevazione dei dati è effettuata tramite la somministrazione di questionari semi-strutturati a campioni distintamente selezionati per le due fasi temporali, rappresentativi della popolazione residente nel quartiere "Libertà". I questionari di pre e di post-test hanno in comune la quasi totalità delle domande, per consentire un soddisfacente confronto tra la situazione *ex ante* e quella *ex post* e sono articolati in sezioni che riguardano, oltre ai dati strutturali di tipo socio-anagrafico, l'abitazione, la percezione della qualità della vita nel quartiere, quella dell'inquinamento atmosferico e del rumore, la salute, la mobilità e la conoscenza del progetto MONZA e dei suoi possibili impatti su alcuni aspetti del sistema locale. I questionari saranno inviati per posta, compilati in modalità di autoamministrazione e consegnati direttamente dagli intervistati presso centri di raccolta predisposti allo scopo. È stata prevista, inoltre, una seconda modalità di compilazione via internet, con l'accesso diretto di ciascun intervistato al questionario.

Gli strumenti di rilevazione consentono la descrizione e la valutazione di effetti schematizzabili in due macro categorie:

a) *effetti "voluti"*, vale a dire le conseguenze desiderate, per le quali è stato ideato il progetto (ad es. riduzione del rumore, miglioramento della qualità

dell'aria, razionalizzazione del traffico, ecc.);

b) *effetti possibili*, diretti e/o indiretti, non previsti, positivi e/o negativi.

Riguardo all'estrazione del campione, è stata adottata una strategia di *campionamento casuale stratificato*. Per stabilire la sua numerosità, posto che la popolazione di riferimento, definita come l'universo dei cittadini residenti nell'area di studio con età compresa fra i 18 e gli 80 anni, era pari a 6.150 unità, si è fatto ricorso a una formula di calcolo che tenesse conto del fattore di correzione per popolazioni finite<sup>1</sup>, determinando così un campione di 570 unità<sup>2</sup>, da ripartire tra le 12 celle individuate dall'incrocio delle tre variabili di stratificazione prescelte (genere, classe di età<sup>3</sup> e collocazione spaziale rispetto a viale Libertà<sup>4</sup>), proporzionalmente alle loro dimensioni in termini di popolazione residente.

Lo stesso procedimento sarà replicato nel 2019, in occasione della seconda rilevazione (post-test).

Sempre all'interno del pacchetto B, sulla base dell'analisi dello stato dell'arte è stato progettato (azione B.3) un sistema di monitoraggio del rumore a basso costo al fine sia di caratterizzare il clima acustico nell'area pilota, sia di calibrare/validare il modello acustico degli scenari ante e post-operam. In particolare, sono state definite le seguenti specifiche tecniche minime del sistema di monitoraggio:

- parametri acustici: livello di pressione sonora equivalente continuo ponderato A, "LAeq", livello di pressione sonora equivalente continuo, Leq e dati dello spettro di banda in terzi di ottava;
- tempistica per la registrazione dei dati: i dati saranno acquisiti con una base temporale di 1 secondo al fine di consentire il riconoscimento di eventi insoliti nella fase di post analisi;
- tempistica per la trasmissione dei dati: i dati saranno inviati al server remoto ogni ora;
- rete di trasmissione dati: i dati saranno trasmessi attraverso la rete telefonica cellulare 3G;
- alimentazione: pannello solare e batteria per accumulo di energia o connessione diretta alla rete elettrica;
- posizione dei sensori: su lampione o facciata, altezza 4 m sopra il livello del suolo;
- tipo di sensore: microfono a basso costo da ¼ o ½ pollice con protezione antipioggia rimovibile.
- rumore di fondo <35 dB (A);
- Risposta in frequenza a frequenze nominali di 1/3 di ottava all'interno delle specifiche della classe I ± 1 dB.

A partire dalle specifiche elencate sopra, l'architettura del sistema di monitoraggio è stata principalmente basata su unità progettate nell'ambito del progetto Life DYNAMAP, adattando la

trasmissione dei dati, l'archiviazione e la post-analisi alle esigenze del progetto. Una prima unità di monitoraggio a basso costo è stata installata in copertura di un edificio dell'Università di Firenze, presso il Polo Scientifico di Sesto Fiorentino, ed è stata testata per un periodo di due mesi.

Una volta che i test sono stati completati con successo, sono state acquisite 10 centraline di monitoraggio. Quest'ultime sono state installate a giugno 2017 nell'area pilota nelle postazioni indicate in Figura 1, individuate sia lungo Viale Libertà che nelle strade limitrofe al fine di garantire una copertura omogenea del quartiere pilota.



Figura 1. Postazioni scelte per il monitoraggio del rumore nel quartiere Libertà.

Da giugno 2017, la rete di monitoraggio a basso costo è attiva e lavora in continuo registrando i dati di rumore nelle 10 postazioni di misura (azione B.5). La rete di monitoraggio a basso costo viene periodicamente controllata attraverso il confronto con strumentazione in classe I. Sono attualmente in corso di valutazione e studio le metodiche di controllo in situ.

Per quanto riguarda la parte C, un primo risultato raggiunto consiste nel completamento

dell'analisi dello stato dell'arte riguardante gli indicatori ambientali complessi esistenti. Durante questa fase sono state analizzate numerose pubblicazioni e linee guida. È emerso che un indicatore complesso che si adatta perfettamente agli obiettivi del progetto non è stato ancora sviluppato. Di conseguenza, si prevede di svolgere uno specifico lavoro per adeguare gli indicatori esistenti e già validati ai parametri ambientali, sanitari e socio-economici oggetto di monitoraggio nell'ambito del progetto.