

CAMPAGNA DI MISURAZIONE DEL RUMORE CONNESSO ALLA FERROVIA NEI PRESSI DI ABITAZIONI CITTADINE, PER LO STUDIO DEGLI EFFETTI DEL RUMORE SULLA SALUTE NELLA POPOLAZIONE GENERALE.

Luca Fredianelli (1), Davide Petri (2), Cosetta Baroni (3), Maria Angela Vigotti (4)

- 1) I-POOL, Pistoia.
- 2) Dipartimento di Fisica, Università di Pisa, Pisa.
- 3) Dipartimento di Biologia, Università di Pisa, Pisa.
- 4) IFC-CNR, Pisa.

1 Introduzione

Nelle ordinarie simulazioni del rumore ferroviario vengono riprodotti i livelli sonori dei transiti ferroviari basandosi su modelli che simulano il rumore generato da treni a velocità costante in tratte rettilinee. Nella realtà, però, l'ambiente urbano porta tali mezzi ad essere sorgenti di altri rumori non considerati nelle simulazioni, come le frenate, i fischi, gli stridii, gli scambi dei binari, ecc.

A questo si aggiunge che la struttura ferroviaria all'interno di una città non è composta soltanto dalla rete ferroviaria, ma anche da depositi, stazioni, lavaggi, punti di manovra. Tutti questi elementi possono essere fonti di disturbo alla popolazione.

Lo studio in questione cerca di caratterizzare queste sorgenti di rumore ferroviario alternativo e stimare il disturbo che tutta la struttura ferroviaria arreca alla popolazione di Pisa che risiede nei suoi pressi.

Lo studio è una estensione del progetto nazionale SERA (Studio sugli Effetti del Rumore Aeroportuale) su sei città italiane tra cui Pisa[1]. Lo studio attuale SERA-FA (Studio degli Effetti del Rumore Ambientale: Ferroviario e Antropico) indaga gli effetti del rumore ferroviario e antropico principalmente sulla pressione arteriosa, usando la stessa metodologia del precedente progetto.

2 Strumentazione e Metodologia di misura

Sono state evidenziate sette differenti zone in cui sono presenti le sorgenti non convenzionali di rumore ferroviario: il deposito di San Campaldo, le stazioni di San Rossore, di Pisa Centrale e dell'aeroporto, i due ingressi alla stazione Centrale e il "treno-lavaggio". In Tabella 1 sono elencate le zone con le relative tipologie di sorgenti sonore identificate. In Figura 1 sono riportate tali zone assieme al campione della popolazione da intervistare per le successive indagini sociacustiche. Il campione di persone è composto da almeno 100 persone tra i 45 e 70 anni, per ogni fonte di rumore.

Tabella 1- Tipologia di sorgente sonora prevista nelle varie zone di suddivisione di Pisa.

Zona	Tipologia di sorgente sonora
Scalo Campaldo	Manovre, carichi e scarichi, movimenti dei camion, frenate, stridio, fischi.
San Rossore	Arrivo, partenza, frenate, stridio, fischi, altoparlanti, passeggeri.
Centrale	Arrivo, partenza, frenate, stridio, fischi, altoparlanti, passeggeri.
Ingresso centrale SX e DX	Arrivo, partenza, frenate, stridio, fischi, treni merci.
Lavaggio	Manovre, lavori interni, generatori, frenate, stridio, fischi.
Aeroporto	Arrivo, partenza, frenate, stridio, fischi, altoparlanti, campanelle passaggio a livello

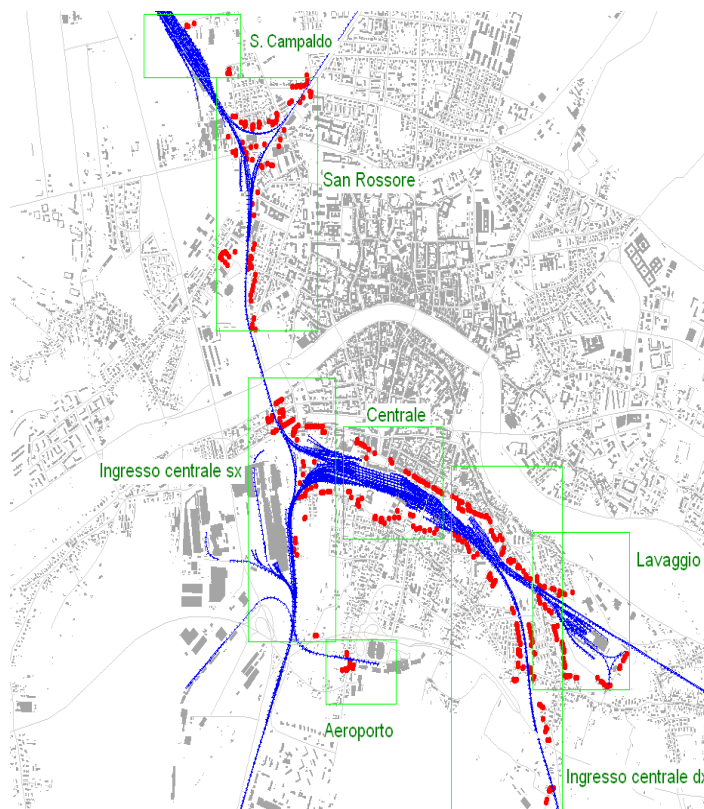


Figura 1- Cartografia di Pisa. I pallini rossi sono i ricettori, i riquadri verdi sono la suddivisione in zone.

Sono stati individuati 31 punti di misura dislocati in diverse zone della città adiacenti alla ferrovia, come mostrato in Figura 2a, 2b e 2c.

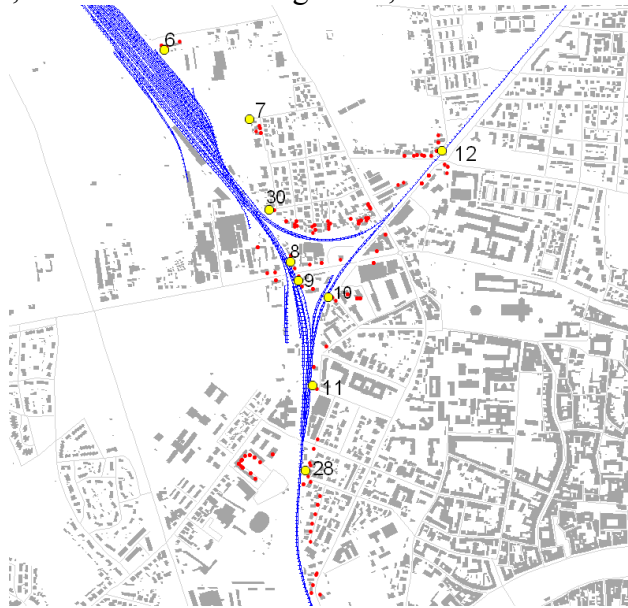


Figura 2a - Punti di misura scelti nelle zone Scalo Campaldo e San Rossore.



Figura 2b - Punti di misura scelti nelle zone Centrale, Aeroporto e Ingresso centrale SX.

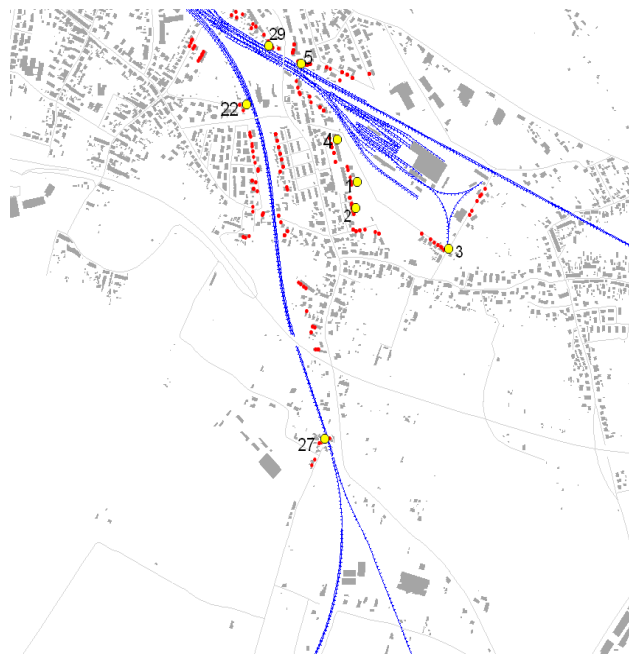


Figura 2c - Punti di misura scelti nelle zone Lavaggio e Ingresso centrale DX.

Le misure sono state confrontate con quanto simulato nel 2008 da ARPAT e Università di Pisa nel lavoro di tesi di A.Panicucci [2].

La strumentazione utilizzata è conforme a quanto richiesto dal D.M. 16/03/98 [3] e il fonometro, prima e dopo ogni ciclo di misura, è stato controllato con un calibratore di classe 1, secondo la norma IEC 942/1988. Tutte le misure sono state effettuate in ambiente esterno secondo le modalità previste dall'allegato "B" del D.M. 16 marzo 1998. Le misure si sono sempre svolte in assenza di pioggia e vento.

Il fonometro è stato posizionato su di un cavalletto con altezza da terra di 1,5 m e distante almeno 1 metro dalle superfici riflettenti e, quando possibile, all'interno della proprietà dei ricettori (giardini, balconi) e ad a 1 metro di distanza dalla facciata del recettore. Il microfono è stato orientato in direzione della sorgente.

È stato acquistato il L_{Aeq} (livello sonoro equivalente ponderato A) e lo spettro in terze d'ottava ogni secondo, mentre la durata di ciascuna misura è stata variabile, in modo da rilevare almeno tre passaggi di treno.

I singoli eventi sonori sono stati individuati e trascritti su carta, con relativo orario, durante la fase di acquisizione in modo da poter essere successivamente riconosciuti nella fase di identificazione delle sorgenti nella storia temporale.

Tutti gli eventi anomali sono stati rimossi dalle misure in fase di analisi.

3 Analisi e Risultati

Nell'andamento temporale di ciascuna misura, sono stati marcati gli eventi corrispondenti alle sorgenti sonore non convenzionali associate alla ferrovia (manovre, carichi e scarichi, movimenti dei camion, frenate, stridio, fischi, arrivi e partenze dei treni, altoparlanti, passeggeri, lavori interni, generatori, campane passaggio a livello etc.) con la dicitura "Altre sorgenti ferroviarie", gli eventi spuri, i transiti ferroviari (esclusivamente passaggio in velocità di treno passeggeri) e i transiti dei treni merci. Per ciascuno di essi è stato estratto il livello di rumore complessivo e la durata complessiva per ciascuna misura.

Il L_{Aeq} dovuto al solo passaggio di treni passeggeri è stato ricavato grazie alle seguenti formule:

$$(1) SEL = SEL_T - 10\log(N)$$

$$(2) L_{Aeq} = SEL + 10\log(Q/1800)$$

dove SEL_T è il SEL relativo al passaggio, N e Q sono rispettivamente i flussi dei treni misurati e presi da FS. Per individuare livello sonoro attribuibile alle “Altre sorgenti ferroviarie”, non dipendente dal numero di treni passati, è stato calcolato il L_{Aeq} su base temporale standard prefissato di 30 minuti.

Ricapitolando, il contributo portato dalle sorgenti non convenzionali relative al transito ferroviario, compresi i treni merci, su base 30' è stato calcolato a partire dai SEL e dai flussi di traffico ferroviario ricavato dal sito di FS. Quello portato dalle sorgenti non convenzionali non legate al transito ferroviario, ritenute rappresentative del periodo, è stato calcolato a partire dal L_{Aeq} e dalla sua durata, riportato in 30'.

La somma delle due componenti fornisce il livello sonoro complessivo portato dalle sorgenti di rumore ferroviario non convenzionale a cui i ricettori sono esposti.

Se la postazione di misura non era vicina al ricettore, i valori ottenuti sono stati riportati al ricettore più vicino utilizzando i seguenti criteri:

- se la distanza fra postazione di misura e sorgente è inferiore a circa 20 m (lunghezza di un vagone del treno), la misura è effettuata in campo vicino, quindi il campo di pressione sonora è approssimativamente omogeneo nelle vicinanze del microfono. Nessuna attenuazione è applicata;
- se la distanza fra postazione di misura e sorgente è maggiore di circa 20 m, si può utilizzare l'attenuazione sonora per la distanza, quadratica per sorgenti puntiformi (generatori, ecc) e lineare per sorgenti lineari (ferrovia).

In soltanto 7 delle 31 postazioni di misura sono stati rilevati dei transiti ferroviari normali, cioè che non presentavano rumori non convenzionali (stridii, fischi, curve, ecc), assieme a dei transiti che invece lo presentavano. Per tali misure, il livello sonoro dovuto al solo transito ferroviario è stato sommato energeticamente a quello delle sole sorgenti non convenzionali per le misure in cui era disponibile e confrontato con i valori della simulazione del 2008 (Fig. 3).

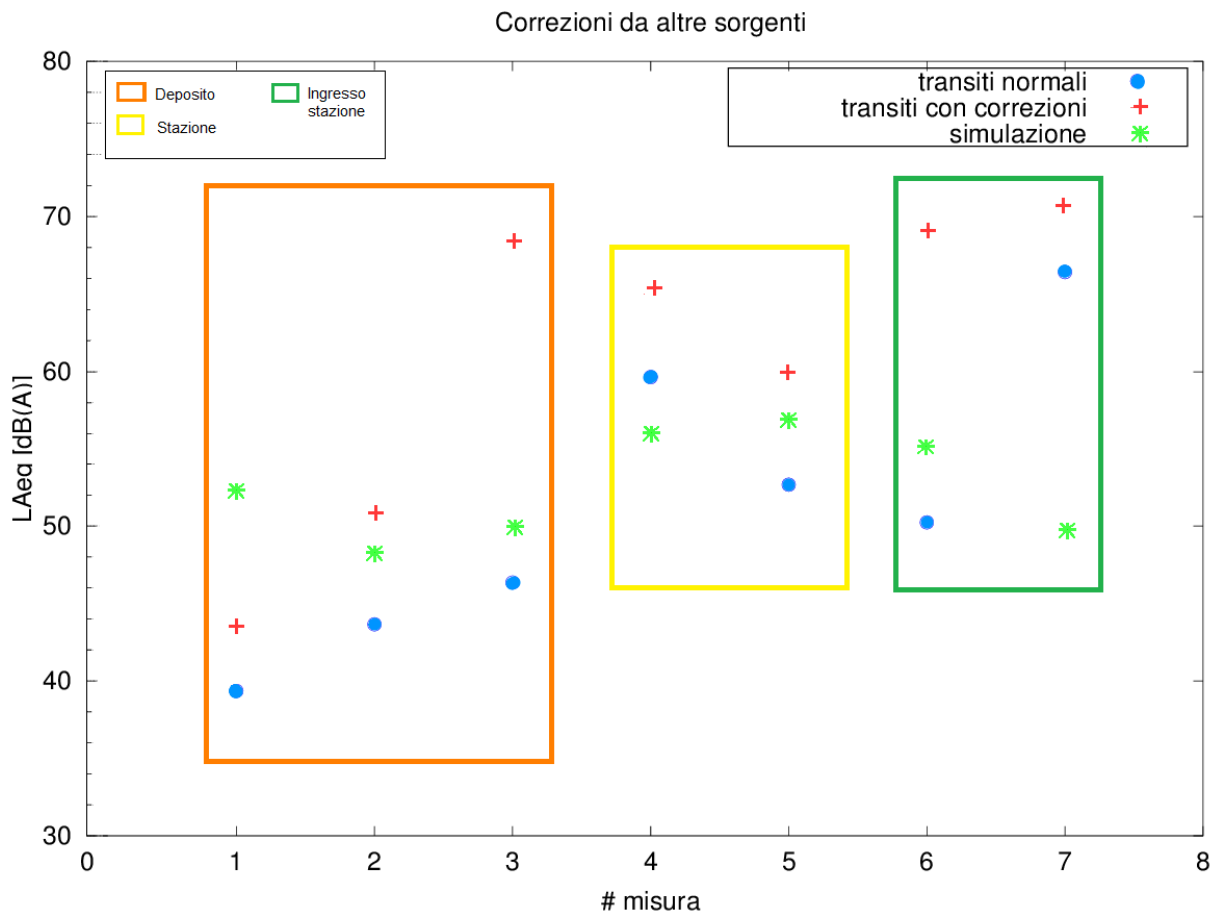


Figura 3 - Confronto tra livelli sonori di transiti normali, transiti normali più sorgenti ferroviarie non convenzionali e simulazione. Gli errori sono stati omessi per semplicità di lettura.

Senza considerare la misura 3 e la misura 6, nelle quali si registrano eventi occasionali come fischi di treni, i risultati ottenuti indicano un aumento del livello totale mediamente di 5.5 dB(A) rispetto al semplice transito.

Un confronto tra le misure dei semplici transiti con quanto simulato in precedenza mostra una differenza media di 3 dB(A) scartando la prima misura e l'ultima: tale scelta è stata fatta dopo aver appurato, grazie ad immagini satellitari e perlustrazioni, che nella prima il rumore è stato schermato dai numerosi treni in sosta nel deposito dello Scalo Campaldo, e nell'ultima sono state erroneamente stimate le strutture urbane (come muretti etc) in fase di simulazione. Questi valori confermano l'attuale validità delle simulazioni in accordo al metodo di calibratura in Appendice E della norma UNI 11143-1 [4].

Ulteriori misure occorrerebbero per rendere i dati più attendibili.

4 Conclusioni

I risultati ottenuti sono stati riportati in L_{DEN} e divisi fra giorni feriali e giorni festivi in base al flusso dei treni effettivamente occorso. Da questi è stata calcolata la distribuzione degli esposti a Pisa a rumore da traffico ferroviario comprensivo dei rumori non convenzionali.

Al fine di fornire valori il più attendibile possibile di tale distribuzione, sono stati presi in considerazione solamente i ricettori prossimi alle postazioni di misura.

Tali esposti, in numero di 578, sono stati raggruppati per intervalli di dB di L_{DEN} percepito, come suggerito dalla normativa [5]. In Figura 4 è riportato l'istogramma relativo per il periodo feriale e festivo.

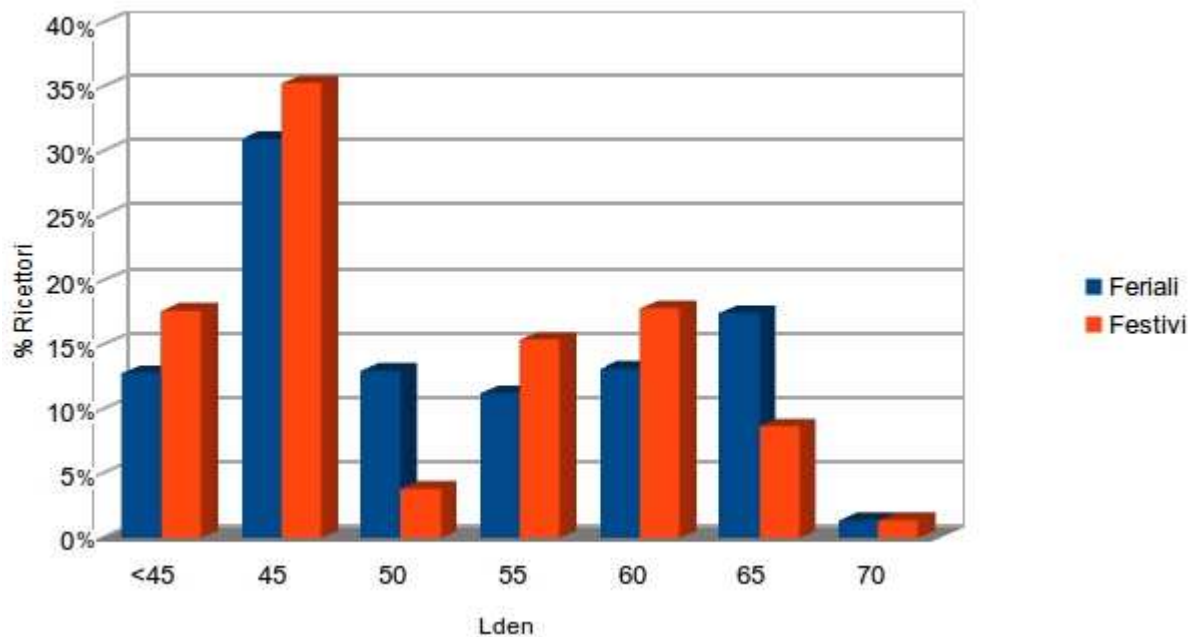


Figura 4 - Istogramma dei ricettori considerati per intervalli di esposizione al rumore.

Non avendo disponibili le misure nel periodo notturno, poiché tutte sono state effettuate nel periodo diurno, il livello di pressione sonora nel periodo diurno è stato ricostruito considerando il differente il flusso di traffico nei due periodi. Un'analisi nel periodo notturno, attualmente in fase di svolgimento, caratterizzerebbe ulteriormente le sorgenti in esame.

Bibliografia

- [1] M.N. Golini, C. Ancona, F. Mataloni, E. Cadum, D. Camerino, G. Licitra, M. Ottino, S. Pisani, L. Simonato, M.A. Vigotti, M. Davoli e F. Forastiere per il gruppo di lavoro SERA (2013). *SERA Italia: esposizione a rumore aeroportuale e livelli di pressione arteriosa nella popolazione residente intorno a sei aeroporti italiani*. XXXVII Congresso Associazione Italiana di Epidemiologia Roma, 4-5-6 Novembre 2013
- [2] A. Panicucci, “Definizione della mappatura acustica strategica del Comune di Pisa ai sensi della Direttiva europea 49/2002/EC”, Tesi di laurea magistrale, Univer-

sità di Pisa, 2008.

- [3] D.M.A. 16 marzo 1998 *“Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico”* G.U. n. 76 del 1/4/98.
- [4] UNI 11143-1, *“Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti Parte 1: Generalità”*, Marzo 2005.
- [5] Direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 25 giugno 2002, relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale, *“Dichiarazione della Commissione in sede di comitato di conciliazione sulla direttiva relativa alla valutazione ed alla gestione del rumore ambientale”*.