

IL MONITORAGGIO IN CONTINUO DEL RUMORE PER I CANTIERI DELLA LINEA METROPOLITANA DI TORINO

Marco Masoero (1), Carlo Alessandro Bertetti (2)

- 1) Politecnico di Torino, Torino
- 2) Studio Progetto Ambiente srl – Società di Ingegneria, Torino

1. Introduzione

L'intensità e durata del rumore a cui è esposta la popolazione residente in prossimità dei cantieri urbani destinati alla realizzazione della nuova linea metropolitana di Torino, Linea 1 Tratta 2 Marconi-Lingotto, ha determinato la necessità di monitorare in continuo alcune aree potenzialmente critiche. Le opere in linea hanno un'estensione di 2650 m di galleria scavata con metodo meccanizzato (TBM) e comprendono 5 pozzi di intertratta scavati con micropali e 6 stazioni tipo *cut and cover* tra diaframmi, di cui la prima con cantiere TBM e l'ultima con spazio di manovra treni.

Nelle precedenti realizzazioni delle tratte della metropolitana, ora in esercizio, il controllo del rumore veniva affidato a rilievi discontinui, dettati dalla necessità di rispondere a situazioni di emergenza o a lamenti, senza alcuna possibilità di fornire una lettura generale del complesso fenomeno di interazione opera-ambiente e di poter migliorare l'organizzazione delle azioni di gestione ambientale dei cantieri.

Le postazioni fisse introdotte nella Tratta 2 hanno avuto lo scopo di controllare l'evoluzione temporale di lungo periodo degli indicatori di rumore, di segnalare la presenza di anomalie o di superamenti rispetto a limiti autorizzati in deroga, o a soglie di attenzione opportunamente definite di concerto con gli Enti di controllo e, in ultimo, di far scattare i provvedimenti di contenimento o di mitigazione del rumore in caso di superamento delle soglie o di lamenti da parte della cittadinanza.

Vengono nel seguito descritte per il cantiere di largo Marconi, interessato dai lavori della Stazione Marconi e sede del cantiere industriale che permette l'operatività della TBM (*Tunnel Boring Machine*), le fasi di analisi propedeutiche alla scelta localizzativa della centralina fissa di misura, le caratteristiche tecniche della strumentazione, le modalità di gestione della centralina, le modalità di verifica delle anomalie e di gestione delle emergenze.

Il decorso temporale dei livelli di rumore rilevati offre inoltre una chiara chiave di lettura dell'impatto che potrà essere atteso, in casi analoghi, in fase di costruzione delle stazioni delle nuove linee metropolitane.

2. Analisi territoriale

Condizione preliminare per poter pianificare in modo corretto qualsiasi operazione di monitoraggio acustico è un'adeguata conoscenza fisica e insediativa del territorio in cui l'attività oggetto di indagine si situa. Questa necessità è evidentemente ancor più stringente quando la postazione fissa di monitoraggio da localizzare nell'area interferita dal cantiere è unica e caratterizzata da tempi di misura anche superiori a un anno.

Il censimento dei ricettori costituisce un'attività propedeutica all'individuazione del punto d'installazione e deve essere svolta con la supervisione del T.C. in acustica responsabile delle attività di monitoraggio. Lo scopo del lavoro è di individuare le destinazioni d'uso di tutti gli edifici del primo fronte edificato che possono essere interessati da condizioni significative di esposizione al rumore. In caso di tessuto edificato aperto o discontinuo, il T.C. valuterà la necessità di estendere i sopralluoghi al secondo fronte edificato. La visita ai luoghi e i dati di fonte pubblica disponibili hanno permesso di annotare sulla cartografia tecnica comunale le seguenti informazioni:

- destinazione d'uso prevalente (residenziale, commerciale, terziario, ...);
- numero di piani degli edifici;
- presenza di balconi o di spazi fruibili per l'installazione della strumentazione;
- presenza di ricettori sensibili al rumore (asili, scuole, ospizi, ospedali, cliniche, case di cura, biblioteche,)
- presenza di denunce o esposti alla Amministrazione Comunale in merito a problemi di rumore.

Per il cantiere Marconi, considerando l'elevata estensione del fronte residenziale nord-est direttamente affacciato sull'area di cantiere, è stato ritenuto necessario dettagliare l'informazione sulla fruizione degli edifici residenziali, identificando ad ogni piano le stanze prospicienti al cantiere che accolgono zone notte o zone giorno.

3. Analisi del cantiere

E' stata svolta un'analisi preliminare delle attività di cantiere, finalizzata all'individuazione di tutte le attrezzature ed impianti di cui si prevede l'impiego nel corso della cantierizzazione. La conoscenza delle caratteristiche di emissione acustica delle singole attività e delle modalità organizzative del cantiere è infatti condizione essenziale per la corretta pianificazione e gestione del monitoraggio acustico. L'attività complessiva del cantiere è stata scomposta in "attività elementari", di cui vengono precisate:

- la collocazione temporale nel cronoprogramma di cantiere, al fine di identificarne la durata;
- l'indicazione degli orari, all'interno del giorno-tipo di lavoro, in cui si prevede di effettuare l'attività elementare; qualora non fosse possibile fornire tale informazione, è stata specificata almeno la durata tipica dell'attività;
- le attrezzature (compresi i mezzi di trasporto) e gli impianti necessari per l'espletamento dell'attività.

Le principali attività considerate nel cantiere Marconi sono rappresentate da cantierizzazione, spostamento sottoservizi, realizzazione paratie, consolidamenti in e out TBM, realizzazione tappo di fondo, consolidamenti edifici, scavo corpo stazione, armatura e getto solai, fodere, ecc., gestione deposito e movimentazione conci galleria, gestione impianto di depurazione, gestione carroponte o sistema di sollevamento dello smarino dalla TBM alla vasca di deposito provvisorio in superficie, gestione smarino e movimentazione al sito di deposito temporaneo o finale, gestione impianto ventilazione e trattamento aria TBM e gestione aria compressa. L'impresa ha inoltre messo a dispo-

sizione un elenco completo delle attrezzature (compresi i mezzi di trasporto) e degli impianti fissi previsti nel cantiere.

L'insieme delle informazioni sulla gestione del cantiere, correlata ad una banca dati sulle emissioni di rumore, ha permesso di svolgere delle specifiche verifiche previsionali e di identificare la distribuzione dei livelli di rumore sul primo fronte edificato interessato dal cantiere, nonché la localizzazione dei punti di massima esposizione. I massimi di rumorosità sono stati individuati sul fronte residenziale nord-est all'altezza del 3° e 4° piano. La Figura 1 visualizza la mappatura dei livelli di rumore ante (sx) e post mitigazione (dx) relativa alla fase di scavo delle paratie della stazione.

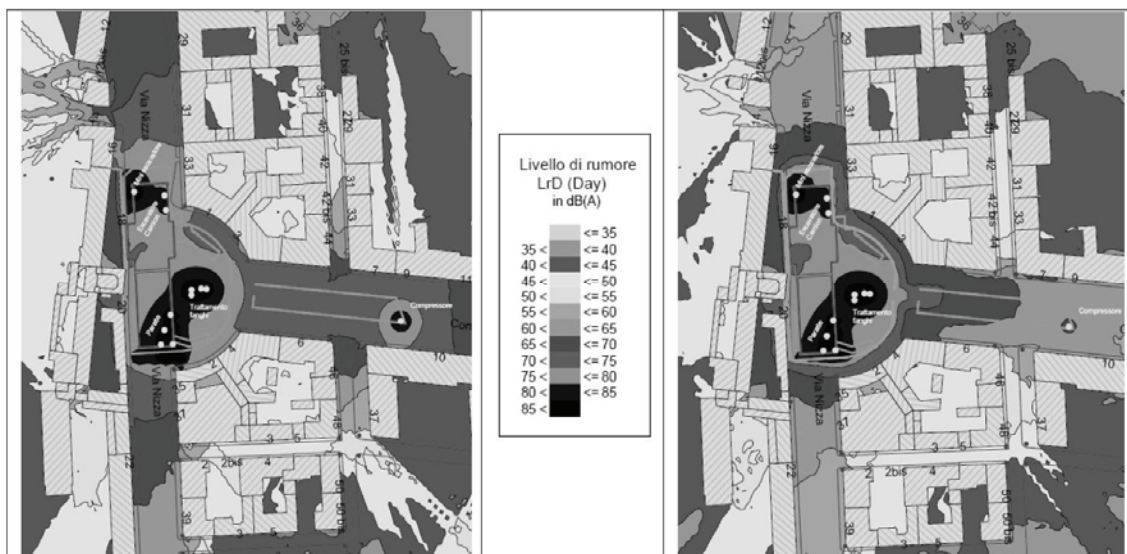


Figura 1 – Mappatura impatto ante e post mitigazione cantiere Largo Marconi, periodo diurno $L_{Aeq}(6-22)$

4. Monitoraggio del rumore e autorizzazione in deroga

Il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA), definito in una prima fase all'interno dello SIA e, successivamente, aggiornato e condiviso con il Comune di Torino e ARPA, ha definito per ogni area di cantiere dei punti di controllo e delle metodiche di misura (settimanali, 24 ore). In sede di autorizzazione in deroga, l'intensità degli impatti attesi nell'area del cantiere Marconi, unitamente alla difficoltà di applicare efficaci interventi mitigativi, ha determinato la prescrizione di integrare il PMA con una centralina fissa di monitoraggio del rumore.

I limiti autorizzati in deroga, dalle ore 6:00 del lunedì alle ore 14:00 del sabato, sono così stati definiti: Periodo diurno, 75 dBA $L_{Aeq}(6-22)$ e 80 dBA $L_{Aeq}(15')$, Periodo notturno, 70 dBA $L_{Aeq}(22-6)$ e 75 dBA $L_{Aeq}(15')$. Limitatamente alle giornate di sabato e domenica, durante le fasi di scavo in continuo della TBM, i limiti autorizzati sono stati ridotti rispettivamente a 67 dBA $L_{Aeq}(22-6)$ e 72 dBA $L_{Aeq}(15')$.

5. Localizzazione e gestione della centralina fissa

5.1 Scelta del punto di installazione

La scelta del punto di installazione della centralina fissa è derivata dalla preventiva considerazione di una serie di indicatori ambientali: destinazione d'uso edificio, Classe

di zona indicata dalla classificazione acustica comunale, presenza di ostacoli alla propagazione del rumore del cantiere, presenza di sorgenti di rumore a.o., clima acustico a.o., livelli di rumore previsti per il cantiere in esercizio.

A valle dell'individuazione di massima delle possibili installazioni e dei riscontri ottenuti nel corso dei sopralluoghi, è stata verificata la disponibilità dei residenti o del condominio a permettere l'installazione, la possibilità di collegamento alla rete elettrica, la presenza di condizioni di ombreggiamento/soleggiamento, in relazione alla possibilità di alimentare la centralina con pannelli fotovoltaici (FV) e, infine, i vincoli di accessibilità alla postazione per i controlli di routine.

La scelta finale è caduta sul balcone del 3° piano di edificio residenziale in Largo Marconi 1, Classe III, priva di ostacoli alla propagazione del rumore e di sorgenti di rumore interferenti, in coincidenza del punto di massima esposizione per la fase di attività più estesa nel tempo (gestione cantiere TBM). La proprietà dell'alloggio ha autorizzato l'installazione e le visite periodiche, nonché l'alimentazione con pannelli FV.

5.2 Strumentazione

La catena di misura adottata è costituita da un fonometro, alloggiato in un cabinet e alimentato da pannello fotovoltaico, un preamplificatore ed un microfono. Il fonometro utilizzato permettere la registrazione degli eventi che superano predeterminate soglie di livello e di durata al fine d'identificare gli eventi anomali o riferibili a specifiche sorgenti. E' stato utilizzato un microfono da esterni a campo libero dotato di schermo antivento e antipioggia. Il tipo di deroga concessa dal Comune di Torino ha escluso la necessità di verificare la presenza di componenti tonali, a bassa frequenza o impulsive.

5.3 Gestione della centralina fissa

La gestione operativa della centralina fissa di monitoraggio si compone di una fase iniziale di impostazione delle modalità d'acquisizione, elaborazione e reporting dei dati di monitoraggio e di una fase in cui le operazioni previste vengono eseguite secondo le modalità e le tempistiche previste. L'impostazione della modalità di acquisizione dei dati di monitoraggio è stata impostata con l'obiettivo di consentire un rapido confronto con i limiti concessi in deroga e di poter discriminare e analizzare gli eventi sonori massimi. L'operatore addetto alla gestione della centralina ha svolto le seguenti operazioni:

- Connessione e scarico dati dalla centralina con cadenza giornaliera.
- Elaborazione speditiva dei dati acquisiti rispetto al tempo di misura minimo imposto per il confronto con il limite di legge applicabile (ad es. su base oraria) entro le 48 ore successive.

. Il report di misura è stato organizzato in forma compatta al fine di poter comunicare agli enti di controllo i risultati in forma aggregata e facilmente confrontabile con i limiti autorizzati. In assenza di anomalie, emergenze e/o superamento di eventuali soglie di allarme, i dati vengono accumulati per 7 giorni consecutivi, durante i quali vengono elaborati e prodotti i rapporti di sintesi finali per la consegna alla DL entro 48 ore dalla scadenza del settimo giorno. In presenza di anomalie è stato viceversa necessario indagarne rapidamente le cause e riportare l'esito dell'indagine nel report settimanale. In presenza di un superamento dei limiti autorizzati in deroga è stata applicata la procedura di gestione operativa delle emergenze.

5.4 Gestione delle anomalie e delle emergenze

Il controllo sistematico della calibrazione e l'assistenza alla centralina fissa di monitoraggio da parte degli operatori ha minimizzato la perdita di dati dovuta ad anomalie di

funzionamento della strumentazione. L'unica interruzione nell'acquisizione dati è intervenuta nelle giornate di minima temperatura e cielo coperto in cui il pannello fotovoltaico ha dato dei problemi. Dalla verifica giornaliera del decorso temporale della misura sono viceversa emerse delle anomalie causate da eventi meteorologici particolarmente intensi (pioggia, vento,...) e da eventi emissivi correlati alle attività di cantiere, ma determinati da fatti eccezionali e difficilmente ripetibili. Queste situazioni sono state annotate nei report settimanali.

L'apertura della procedura di gestione dell'emergenza è stata determinata dal superamento dei limiti autorizzati in deroga e non da esposti o lamenti dei residenti pervenute al Comune, ARPA o inoltrate dai Vigili. Nel caso di superamento del limite autorizzato in deroga, in assenza di esposti, la gestione delle emergenze è stata attivata solo se questa situazione si è protratta per almeno 3 giorni consecutivi. Si è voluto in questo modo considerare la persistenza della situazione critica ed evitare che lo svolgimento di una lavorazione straordinaria potesse determinare sistematicamente l'avvio della procedura operativa di emergenza concordata con ARPA.

6. Risultati

La postazione fissa di monitoraggio di largo Marconi, resa operativa in data 7 aprile 2008, è in funzione da più di 1 anno e rimarrà operativa fino al termine degli scavi della galleria di linea. Le Figure 2 e 3 mostrano il decorso temporale degli indicatori di controllo prescritti dall'autorizzazione in deroga, i $L_{Aeq}(15')$ e $L_{Aeq}(6-22)$ per il periodo diurno e il $L_{Aeq}(15')$ e $L_{Aeq}(22-6)$ per il periodo notturno relativamente a 50 settimane di misura. I superamenti dei $L_{Aeq}(15')$ sono annotati con un cerchio mentre quelli sul periodo di riferimento con un quadrato.

La massima concentrazione di esuberi, verificata in data 2 agosto 2008, è stata determinata da un'attività di manutenzione straordinaria della vasca deposito smarino dovuta ad un nubifragio occorso nella giornata precedente. Le fasi di massima rumorosità (settembre-ottobre 08 e novembre-dicembre 08) sono correlate allo scavo della galleria in naturale, situazione in cui tutte le attrezzature di cantiere sono operative (impianto di ventilazione, impianto trattamento aria, carro ponte, impianto di depurazione acque, approvvigionamento calcestruzzo, trasporto conci, trasporto smarino al sito di deposito, ecc.). Le fasi di minima rumorosità sono viceversa correlate al passaggio a vuoto della TBM in stazione o a problemi tecnici (gennaio-febbraio 09).

Complessivamente si sono verificati 47 superamenti del $L_{Aeq}(15')$ su 29120 campioni (0,16 % dei casi), con valori massimi di 100 dBA e valore medio di 85 dBA. I superamenti sui periodi di riferimento sono stati 10 su 638 campioni esaminati, pari al 1,5%, 4 in periodo diurno e 6 in periodo notturno, quest'ultimi nelle giornate di sabato in cui i limiti autorizzati sono pari a 72 dBA, anziché 75 dBA validi nei giorni feriali.

La gestione dei rapporti con i residenti ha determinato una positiva e preventiva azione di controllo delle cause di disturbo e ad oggi non sono emerse situazioni di conflitto o esposti. Da segnalare che a seguito del collaudo acustico del cantiere svolto con ARPA sono stati identificati degli interventi di mitigazione, finalizzati a risolvere situazioni di disturbo segnalate dei residenti, complementari a quelli posti originariamente in essere.

7. Ringraziamenti

Le informazioni presentate derivano dalla gestione ambientale delle attività di costruzione della Metropolitana di Torino, Linea 1 Lotto 2 attuata da: Divisione Infrastrutture e Ingegneria di GTT SpA, Direzione Lavori SYSTRA-Geodata-MM-Studio Qua-

ranta, Consorzio GHELLA-TECNIMONT. Si ringrazia il Dott. Ivan Berruti di SPA per la preziosa collaborazione nell'analisi dei dati rilevati.

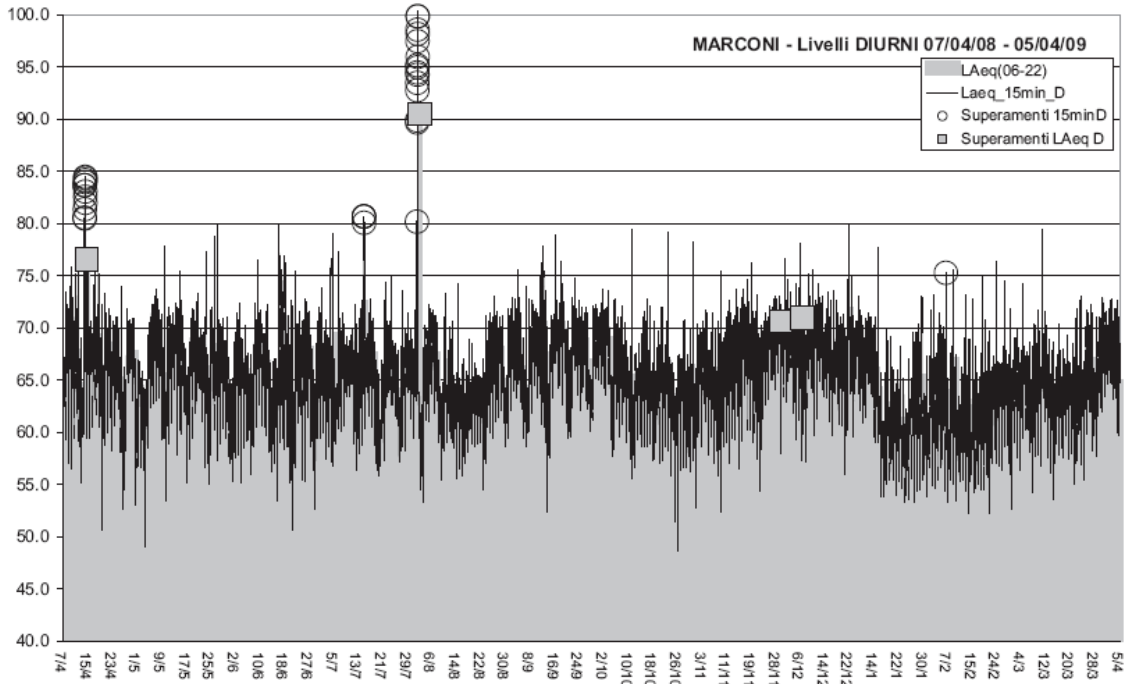


Figura 2 – Decorso temporale su 50 settimane dei Leq(6-22) e Leq(15') diurni e localizzazione delle eccedenze rispetto ai limiti autorizzati in deroga

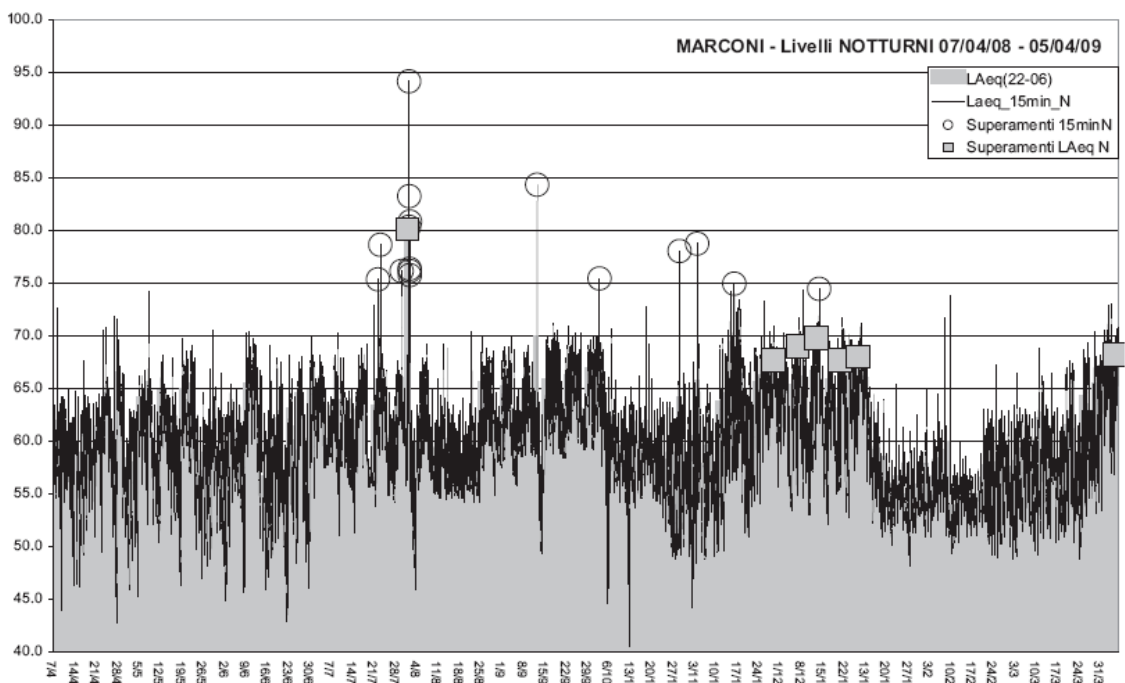


Figura 3 – Decorso temporale su 50 settimane dei Leq(22-6) e Leq(15') notturni e localizzazione delle eccedenze rispetto ai limiti autorizzati in deroga