

Reti di campionamento del rumore in aree urbane

P. Simonetti, F. Gerola

Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente - Provincia autonoma di Trento

Premessa

Sono ormai diversi anni che le amministrazioni locali, anche quelle di modeste dimensioni, si devono confrontare sempre più frequentemente con la problematica rumore.

La crescente richiesta di standards di qualità di vita migliori, accompagnata da un progressivo aumento della rumorosità prodotta dal traffico veicolare, ha indotto in molti casi a sviluppare azioni di controllo del fenomeno, peraltro generalmente limitate alla sola fase di monitoraggio.

Se i piani di risanamento acustico a tutt'oggi non hanno ancora visto la luce, le attività di monitoraggio non sono state certo effettuate in un'ambito caratterizzato da metodologie e criteri tecnici chiaramente definiti.

La conseguenza più evidente è che ogni esperienza documentata, sia a livello di campagne di rilevamento estemporanee che di vere e proprie reti di campionamento permanenti, rileva un approccio quasi costantemente diverso a seconda dei tecnici che se ne sono occupati.

Nella more di un quadro di riferimento tecnico-normativo chiaro, il presente lavoro si prefigge di illustrare in termini qualitativi gli aspetti che devono essere valutati nella realizzazione di una rete di monitoraggio del rumore in area urbana, sottolineando in modo particolare la breve esperienza sin qui maturata nella gestione della rete dell' Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente della provincia autonoma di Trento.

Il quadro normativo

Come anticipato, il quadro normativo a cui riferirsi nella realizzazione di una rete di monitoraggio del rumore in area urbana non è ancora sufficientemente delineato per garantire delle certezze a chi intende dotarsene.

Indicazioni sommarie sono desumibili dal D.Lgs. 30 aprile 1992, n° 285 (Nuovo codice della strada), che all'articolo 287 prevede che gli enti proprietari di strade installino, ove ritenuto necessario, dispositivi per il rilevamento dell'inquinamento acustico e atmosferico secondo le direttive del Ministero dell'ambiente, sentito il Ministero dei lavori pubblici.

L'articolo 404 del D.P.R. 16 dicembre 1992, n°495 (Regolamento di esecuzione e attuazione del nuovo codice della strada) dispone altresì che i dati raccolti siano inviati mensilmente al Ministero dell'ambiente.

La legge 26 ottobre 1995, n° 447 (Legge quadro sull' inquinamento acustico), all'articolo 3 pone invece in capo al Ministero dell' ambiente, di concerto con il Ministero della sanità, il compito di definire le tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico, tenendo conto delle peculiari caratteristiche del rumore emesso dalle infrastrutture di trasporto.

A livello tecnico le norme da cui si possano trarre indicazioni utili sono la I.S.O. 1996 e la U.N.I. 9884 per quanto riguarda la caratterizzazione acustica del territorio, nonché le varie I.E.C. e C.E.I. relativamente alle caratteristiche della strumentazione.

La mancanza della direttiva prevista dal "Nuovo codice della strada" e dello specifico decreto attuativo della legge quadro in materia di inquinamento acustico lasciano senza dubbio un vuoto di non poco conto per tutti gli aspetti legati alle modalità di campionamento, nonché alla valutazione dei risultati alla luce dei livelli massimi ammissibili stabiliti dalla normativa. Manca ancora, in estrema sintesi, una funzione delle reti di monitoraggio per l'inquinamento acustico paragonabile a quella esercitata dalle reti di rilevamento della qualità dell'aria, operanti in un quadro normativo sicuramente più preciso e finalizzato.

Struttura della rete

Generalmente una rete di monitoraggio è costituita da una stazione centrale di raccolta ed elaborazione dei dati e da un numero aperto di stazioni remote, opportunamente dislocate sul territorio, collegate in modi diversi alla stazione di raccolta.

Le stazioni remote impiegate nel monitoraggio dell'inquinamento acustico possono essere classificate nel modo seguente:

- *stazione permanente*: è costituita da una cabina per esterni e da apposite apparecchiature collegate permanentemente con la centrale tramite linee telefoniche o trasmettitori radio. Questa stazione necessita dell'allacciamento alla rete elettrica per la climatizzazione dell'ambiente ove sono collocati gli strumenti di misura, nonché di apposite strutture di installazione (palo per il sostegno del microfono, fondazione o basamento in cemento). E' evidentemente impiegata per monitoraggi a lungo termine;
- *stazione mobile o portatile*: è costituita da apparecchiature dotate di una quantità di memoria sufficiente a memorizzare i dati del monitoraggio acustico per più giorni, operando periodicamente lo scarico degli stessi

manualmente o mediante l'ausilio di telefoni cellulari o trasmettitori radio. Tali stazioni prevedono l'utilizzo di microfoni per esterni semplificati e di un sistema di alimentazione autonomo (batterie) che consente il funzionamento senza il collegamento alla rete elettrica. Gli strumenti vengono normalmente collocati all'interno di mezzi mobili, appositamente allestiti, o in idonee valigie, per essere impiegati in monitoraggi di breve e media durata (una o più settimane);

- *stazione semi-permanente*: le apparecchiature impiegate hanno caratteristiche analoghe a quelle della stazione mobile, con la sola variante di prevederne un'installazione non stabile in siti preventivamente attrezzati allo scopo (allacciamento rete elettrica e telefonica). Vengono utilizzate in monitoraggi di media e lunga durata (alcuni mesi).

L'individuazione di tre tipologie di stazione permette di considerare una rete di campionamento del rumore urbano come una struttura aperta, volendo costituita da un numero considerevole di punti di rilevamento, di cui solo alcuni presidiati da una stazione permanente; in talune situazioni può essere conveniente un abbinamento con le stazioni di rilevamento della qualità dell'aria.

La scelta delle tipologie di stazione che si prevede di utilizzare è strettamente legata alle finalità che si intendono perseguire con il monitoraggio, che si possono così riassumere:

- acquisizione di serie storiche di dati che possano caratterizzare l'andamento dei livelli di inquinamento acustico nel lungo periodo ed in determinati siti significativi, allo scopo di valutare le tendenze;
- fornire alla popolazione interessata un'informazione sulla qualità dell'ambiente di vita anche per quanto riguarda l'inquinamento acustico;
- valutare l'efficacia degli interventi di mitigazione connessi, in generale, alla fluidificazione del traffico;
- eseguire una mappatura acustica del territorio urbano.

Solo per le finalità di cui al primo punto è giustificabile la scelta di utilizzare stazioni permanenti, da installare in zone del centro abitato più densamente popolate e attraversate dalle direttrici principali dei flussi di traffico.

Con queste stazioni, già dopo un anno di rilevamento, è possibile disporre di serie di dati con un grado di indipendenza statistica tale da consentire una valutazione abbastanza precisa del fenomeno, nella sua evoluzione nell'arco temporale del giorno, del mese e dell'anno. Osservazioni più lunghe possono dare testimonianza anche di variazioni contenute (nell'ordine di uno o due decibel) derivanti da interventi sulla viabilità.

Per i restanti obiettivi individuati, evidenti ragioni economiche e gestionali impongono la scelta di stazioni mobili o semi-permanenti, il cui posizionamento deve comunque poter fare riferimento a una rete di punti di monitoraggio sufficientemente costante nel tempo.

La durata del periodo di monitoraggio deve essere tale da permettere l'acquisizione di dati il più possibile statisticamente indipendenti (normalmente una o più settimane). Infine per garantire la validità dei dati, i parametri acquisiti devono essere memorizzati con una frequenza tale da permettere il riconoscimento e l'eliminazione degli eventi atipici influenzanti i risultati della misurazione. Solo con questi accorgimenti di post-elaborazione e con la possibilità del ricalcolo dei livelli di rumore è possibile valutare con sufficiente precisione l'efficacia degli interventi di mitigazione o, comunque, di ottenere dei dati significativi.

Parametri descrittivi e strumentazione

Nella valutazione del rumore prodotto dal traffico veicolare assumono particolare significato i parametri descrittivi di seguito riportati:

- $Leq(A),h$: esprime il livello continuo equivalente di rumore ponderato secondo la curva (A) rilevato in un'ora;
- $Leq(A),d$: esprime il livello continuo equivalente di rumore ponderato secondo la curva (A) rilevato nel periodo di riferimento diurno, definito dalle ore 6.00 alle ore 22.00. Tale parametro può essere calcolato eseguendo la media logaritmica dei $Leq(A),h$ rilevati nel periodo diurno;
- $Leq(A),n$: esprime il livello continuo equivalente di rumore ponderato secondo la curva (A) rilevato nel periodo di riferimento notturno, definito dalle ore 22.00 alle ore 6.00. In modo analogo a quanto sopra si può calcolare la media logaritmica dei $Leq(A),h$ rilevati nel periodo notturno;
- *livelli statistici o percentili* : esprimono il livello sonoro in dB(A) superato per una certa percentuale del tempo di misurazione. Ad esempio, $L_{90,1h}$ pari a 40 dB(A) indica che tale livello di rumore è stato superato per il 90% del tempo di rilevamento ovvero per 54 minuti.

Oltre ai parametri sopra riportati, al fine di valutare il disturbo prodotto dal traffico autoveicolare vengono impiegati anche gli indici di valutazione, fra i quali i più usati sono i seguenti:

- *Ldn (Day-Night Level)* : allo scopo di considerare il maggior disturbo che il rumore esercita durante le ore notturne, il $Leq(A)$ relativo al periodo di riferimento compreso tra le ore 22.00 e le ore 6.00 viene penalizzato di 10 dB(A), secondo la formula:

$$Ldn = 10 \log \frac{16}{24} (10^{0.1 Leq(A),d}) + \frac{8}{24} (10^{0.1 Leq(A),n+10})$$

- *TNI (Traffic Noise Index)* : è un algoritmo che combina i livelli statistici relativi al c.d. fondo (L_{90}) e al clima di rumore ($L_{10} - L_{90}$), con la seguente relazione:

$$TNI = 4(L_{10} - L_{90}) + L_{90} - 30$$

Da quanto sopra esposto si evince che la strumentazione da privilegiare nell'ambito delle reti di campionamento del rumore è l'analizzatore statistico di livello che, oltre alle caratteristiche proprie del fonometro integratore è in grado di fornire i valori dei livelli percentili (L_{01} , L_{10} , L_{50} , L_{90} , ecc.), nonché di fornire la distribuzione di probabilità e la distribuzione cumulativa. Tale strumento è particolarmente indicato per monitoraggi in ambiente esterno anche in virtù dell'ampia dinamica di misurazione, tenendo conto che un periodo di misurazione di 24 ore è caratterizzato da elevati livelli diurni e da livelli notturni talvolta notevolmente inferiori.

In molti casi, oltre ai parametri acustici, è necessario provvedere all'acquisizione dei dati relativi al flusso medio di transito dei veicoli pesanti e leggeri. Al tal fine, la strumentazione impiegata per il monitoraggio dei livelli di rumorosità può essere affiancata con un'ideale attrezzatura in grado di acquisire, ad intervalli prefissati, i dati di flusso e le velocità medie di transito. Queste informazioni risultano indispensabili per tutte le valutazioni di causa-effetto che devono essere alla base di ogni proposta di risanamento.

Relativamente ai parametri meteorologici si può affermare che assumono importanza solo nei casi in cui sono associati a situazioni ambientali particolari, ad esempio quando grandi distanze separano le sorgenti sonore e le aree disturbate, assumendo di conseguenza rilievo i gradienti di temperatura e di vento.

Metodologie di campionamento

Passando alla trattazione delle metodologie di campionamento, le sole indicazioni per operare secondo criteri di buona tecnica sono contenute nella norma U.N.I. 9884, attualmente in revisione, e nella I.S.O. 1996/1 -1882.

Ambedue prevedono la collocazione del microfono in ambiente esterno ad un'altezza compresa tra 1,5 e 4 metri dal terreno e ad almeno 3,5 metri di distanza da qualsiasi struttura riflettente. Qualora si intendesse posizionare il microfono in prossimità di edifici, il medesimo deve essere mantenuto ad almeno 1÷2 metri dalla facciata esterna e a 1,2 ÷1,5 metri da un piano di calpestio.

Le stesse due norme, avendo carattere universale per le diverse tipologie di sorgenti sonore, prevedono delle tecniche di rilevamento per integrazione continua e per campionamento, ma non danno indicazioni precise sui tempi di misurazione e sui tempi di osservazione. Il tutto è quindi lasciato all'esperienza dell'operatore che purtroppo, come spesso avviene, in assenza di un preciso riferimento individua i livelli di rumorosità prodotti dal traffico veicolare con singole misurazioni di 15 minuti o meno.

Solo la Commissione Interaziendale composta da rappresentanti di A.N.A.S., Ferrovie dello Stato, Società Autostrade, A.I.S.C.A.T. e Ministero dell'ambiente, pertanto a un livello quasi istituzionale, ha prodotto un documento relativo alle "Istruzioni per l'inserimento ambientale delle infrastrutture stradali e ferroviarie con riferimento al controllo dell'inquinamento acustico", dove sono riportati tre metodi di campionamento, dei quali il terzo, essendo considerato per stime di prima approssimazione, non viene di seguito trattato.

Il primo metodo stabilisce che venga effettuato un rilevamento di almeno sette giorni in un "punto significativo", per ottenere i valori orari - o significativi del valore orario qualora il campionamento non sia continuo nel tempo - da utilizzare per il calcolo dei livelli equivalenti diurni e notturni, nonché dei valori medi settimanali, sia diurni che notturni. Nei "punti rappresentativi" le rilevazioni sono invece eseguite con tempi di misurazione pari a 10÷15 minuti, nello stesso arco di tempo del monitoraggio in continuo nel "punto significativo" e preferibilmente di martedì o giovedì, in modo tale da poter considerare la differenza di livello tra i due punti come caratteristica del luogo in esame. Il secondo metodo prevede rilevamenti solo nei "punti significativi", estesi per un periodo continuativo di 24 ore nei giorni di martedì, mercoledì e giovedì.

I due metodi prevedono poi dei criteri di correzione dei livelli di rumorosità rilevati che fanno riferimento alla composizione, al volume e alla velocità media del traffico, nonché un controllo dell'attendibilità dei dati associati ai vari "punti significativi" o "di riferimento" mediante un algoritmo basato sulla covarianza e lo scarto quadratico medio.

Infine, nel documento si propone di valutare il superamento dei limiti massimi ammissibili mediante in confronto con i livelli diurni o notturni rilevati con i sopraccitati metodi, in particolare con il secondo.

La proposta della Commissione Interaziendale, seppure perfettibile o addirittura criticabile, ha comunque il pregio di aver analizzato in modo approfondito gli aspetti connessi con le tecniche di campionamento e l'analisi dei risultati alla luce delle vigenti disposizioni normative, e resta comunque l'unico esempio ascrivibile ad un organismo ufficiale.

L'esperienza della provincia autonoma di Trento

La rete di monitoraggio dell'inquinamento acustico della provincia autonoma di Trento è stata pensata durante il 1995 per dar seguito alle disposizioni previste nel regolamento di esecuzione alla legge provinciale in materia.

Conclusa la fase di studio e di acquisizione della strumentazione, con il 1° gennaio 1996 si è attivata la fase di acquisizione dati con le due stazioni permanenti di Trento e Rovereto, alle quali è stato affiancato un mezzo mobile per l'effettuazione di campagne di rilevamento estemporanee (vedi figure 1 e 2).

Le due stazioni permanenti sono costituite da una cabina per esterni, opportunamente climatizzata, ove trova collocazione un analizzatore statistico collegato tramite linea telefonica commutata al centro di raccolta-elaborazione dati presso l'Unità Organizzativa inquinamento acustico dell'Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente.

Si è scelto fin dall'inizio di limitare dimensionalmente la rete non solo per ragioni economiche e gestionali, ma soprattutto perché era evidente l'inutilità di acquisire dati ripetitivi per lunghi periodi in molti siti. Dalle due stazioni permanenti ci si aspettano quindi delle indicazioni a lungo termine sull'evoluzione del clima di rumore cittadino, legate principalmente a variabili quali il rinnovamento del parco mezzi circolante o le modifiche sui flussi di traffico che interverranno con la piena applicazione dei piani urbani del traffico.

Partendo da questa premessa e rilevato che sempre più frequentemente le amministrazioni comunali chiedono un supporto tecnico qualificato nella valutazione degli aspetti ambientali connessi con la realizzazione o il potenziamento di infrastrutture varie, si è deciso di implementare la rete con due stazioni portatili, arrivando così a definire, con un po' di enfasi, una rete di campionamento del rumore mobile.

Le stazioni portatili sono composte da analizzatori statistici alimentabili dalla rete elettrica o da batterie che ne garantiscono un funzionamento continuo per circa quindici giorni. Il programma di elaborazione dei dati è lo stesso che viene utilizzato con l'analizzatore statistico del mezzo mobile.

La rete mobile, così come attualmente strutturata, permette il rilevamento continuo in parallelo in tre diversi siti che, il più delle volte, sono sufficienti a caratterizzare un'area dove si intende intervenire con opere di risanamento. La contemporanea effettuazione di misurazioni a campione in altri siti considerati acusticamente omogenei con i tre siti principali, permette a sua volta di estendere maggiormente il raggio d'azione del monitoraggio, specie nei casi in cui lo scopo del medesimo è la realizzazione di una mappatura acustica del territorio.

In sintesi, si dispone di uno strumento operativo decisamente flessibile, utile altresì negli studi di impatto ambientale, nelle campagne di rilevamento per la taratura di modelli previsionali, nonché in risposta di ogni singola richiesta puntuale delle amministrazioni comunali.

Conclusioni

La breve esperienza sin qui maturata, prima nella realizzazione, poi nella gestione della rete di monitoraggio provinciale, consente di affermare che la tecnologia a supporto delle amministrazioni che intendono attivarsi in progetti analoghi è sicuramente all'altezza di dare ottime risposte sia sotto l'aspetto hardware che software. Per contro, la mancanza di un quadro normativo certo che individui le modalità di campionamento, i criteri per l'elaborazione dei dati e la comparazione di questi con i limiti massimi ammissibili di rumore è una forte limitazione all'azione della pubblica amministrazione, costretta ad operare senza un indirizzo preciso che permetta di finalizzare tutte le attività ricognitive al risanamento.

Bibliografia

1. **Gruppo Modulo Uno (TO)** Studio di fattibilità per la rete di monitoraggio acustico permanente
2. **B. Abrami, A. Armani, M. Sergenti** Il monitoraggio del rumore urbano ed extraurbano: la misura, la diagnosi, la previsione.
3. **B. Abrami, A. Aramani, F. Honsell** Il rumore e la popolazione: misura dei livelli sonori equivalenti e valutazione dell'impatto da rumore.
4. **F. Gerola, L. Mattevi** Atti XXIV convegno A.I.A. di Trento - La rete di monitoraggio dell'inquinamento acustico della provincia autonoma di Trento.

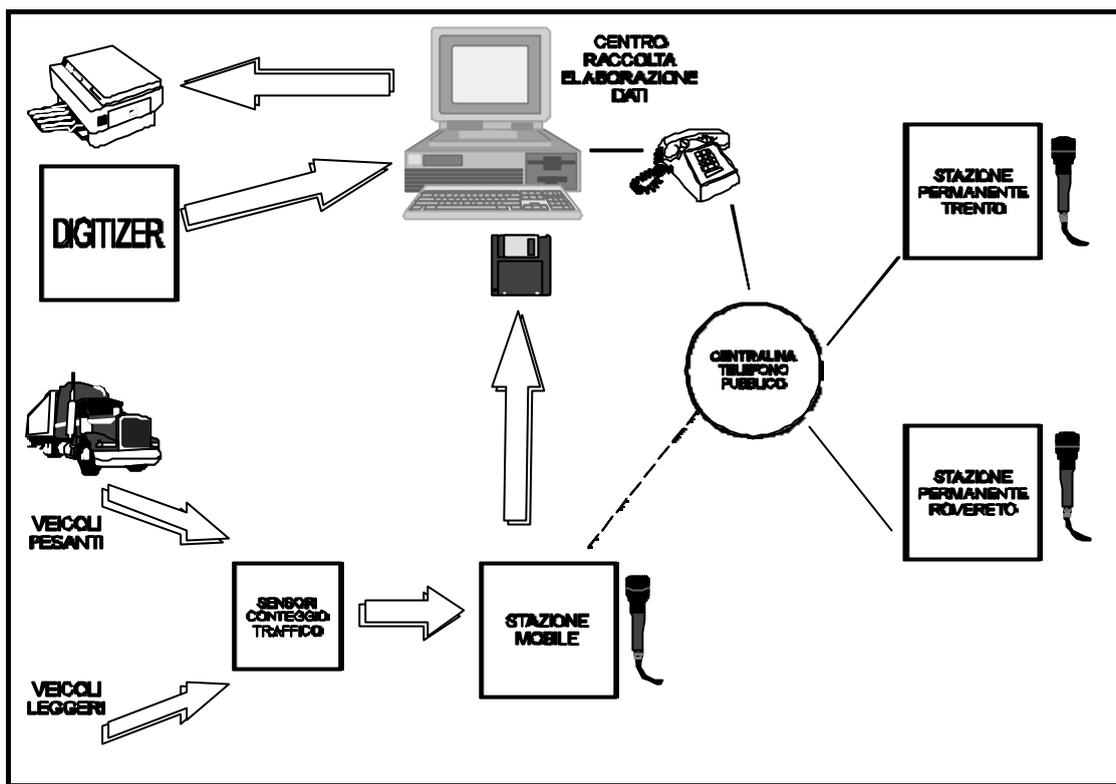


Figura 1 Rete di monitoraggio dell'inquinamento acustico

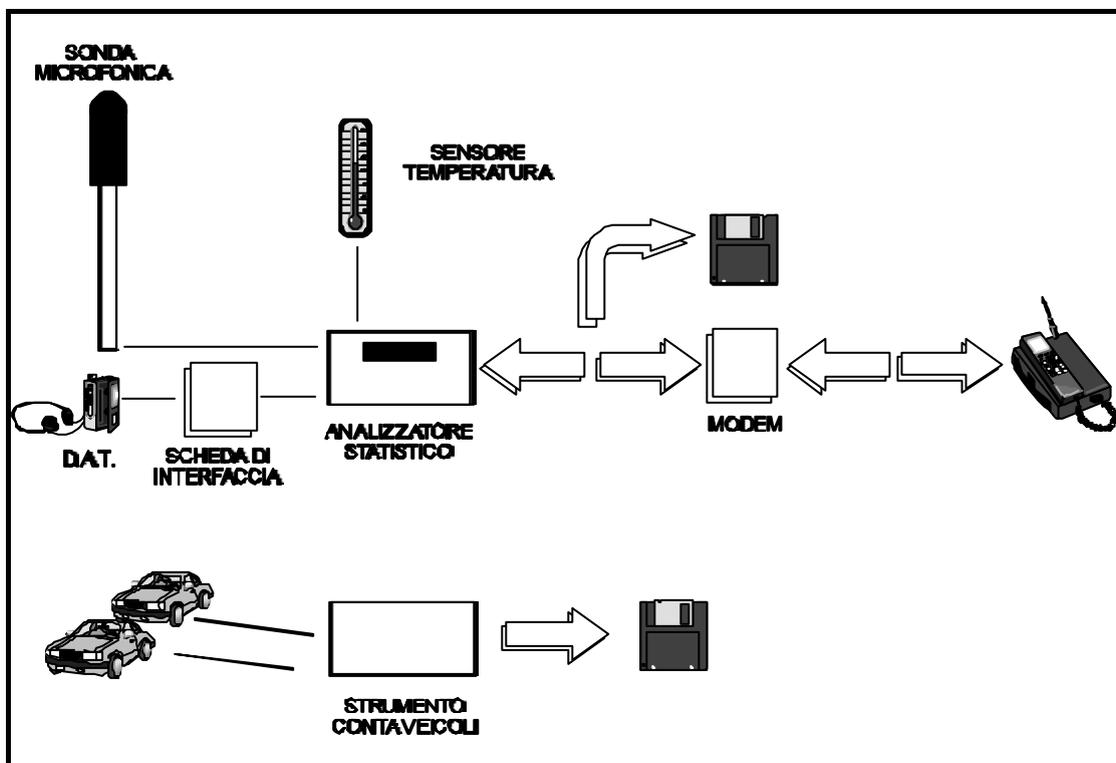


Figura 2 Stazione mobile