

## La Qualità nelle misure di rumore stradale: l'esperienza di ARPAT

David Casini<sup>1</sup>, Tamara Verdolini<sup>1</sup>, Andrea Iacoponi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ARPAT – Dipartimento di Firenze, Via Ponte alle Mosse 211, 50144 Firenze, d.casini@arpat.toscana.it

<sup>2</sup>ARPAT – Dipartimento di Livorno, Via Marradi 114, 57126 Livorno, a.iacoponi@arpat.toscana.it

### RIASSUNTO

*Il presente lavoro illustra i contenuti di una procedura di prova accreditata dal SINAL, messa a punto da ARPAT per l'esecuzione delle misure di rumore da traffico stradale, in conformità all'Allegato C del DM 16/03/98. Vengono evidenziate le problematiche connesse con questo tipo di rilievi e la necessità di provvedere a criteri e metodi integrativi, oltre quanto già previsto dalla norma, al fine di ottemperarne i requisiti nelle condizioni di operative di prova. Ingrediente essenziale per l'accreditamento è stata la dichiarazione dell'incertezza associata ai risultati; il procedimento seguito per ricavarla, l'ambito di validità e le verifiche in corso per avvalorarla sono qui accennati brevemente.*

### INTRODUZIONE

Già dal 1997, attraverso una programmazione pluriennale specifica, ARPAT si è posta l'obiettivo di accreditare in Qualità (UNI CEI EN ISO/IEC 17025) le proprie attività di laboratorio, comprese le misure in esterno, nonché di certificare le attività non analitiche, ai vari livelli della propria struttura. Questo obiettivo, conseguito attraverso la creazione di un Sistema di Gestione della Qualità in Agenzia, si è concretizzato nel tempo con l'accreditamento e certificazione di alcuni settori.

Riguardo all'inquinamento acustico, l'unica prova ad oggi accreditata SINAL è relativa alla misura del rumore da traffico stradale, presso il Dipartimento provinciale di Firenze. Nello specifico, è stata predisposta una procedura di prova integrativa al metodo normato dal DM 16/3/98, "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

Tale Decreto stabilisce in generale i requisiti della strumentazione da utilizzare nelle misure di acustica ambientale (art. 2) e le condizioni meteorologiche che devono essere rispettate durante l'esecuzione delle prove (Allegato B, comma 7); riporta inoltre una metodologia di misura specifica per il rumore stradale (Allegato C) che in sintesi prevede:

- un tempo di misura non inferiore a una settimana;
- l'acquisizione su base oraria del livello sonoro  $L_{Aeq}$ , su tutto l'arco delle 24 ore (non è quindi ammesso il campionamento solo di alcune ore giornaliere);
- il posizionamento del microfono a 4 metri da terra e a 1 metro dalle facciate degli edifici;
- di svolgere una misura orientata alla sorgente, ossia non affetta dalla presenza di altre sorgenti sonore interferenti;
- il calcolo dei livelli sonori diurni e notturni per ogni giorno della settimana e dei valori medi settimanali, questi ultimi da confrontare con i limiti stabiliti nel DPR n. 142/04.

Come noto, il Decreto non prevede alcunché riguardo alla dichiarazione dell'incertezza di misura associata ai risultati, mentre questo è un requisito cogente per i laboratori di prova in base alla 17025 (paragrafo 5.4.6.2).

La procedura di prova predisposta da ARPAT recepisce i requisiti metrologici generali e quelli specifici per la misura del rumore da traffico, fissati dal DM 16/03/98, riportando inoltre indicazione dell'incertezza sui risultati. Al suo interno, sono altresì contenuti criteri e metodi integrativi, circa aspetti non già normati dallo stesso DM, per garantire la conformità della prova al Decreto, nonché per rispondere ad esigenze operative e alla pratica di misura del laboratorio. In quanto segue, vengono messi in risalto tali aspetti e discussi gli elementi di novità contenuti nella procedura di prova.

### PERIODO E DURATA DELLA MISURA

La procedura prevede in via prioritaria un campionamento di sette giorni, senza soluzione di continuità, facendo propria la lettura che più comunemente viene data della norma. D'altra parte, si è ritenuto utile tenere conto che in certe stagioni dell'anno potrebbe risultare molto difficoltoso acquisire sette giorni consecutivi, tutti con condizioni meteorologiche conformi, specificando che tale requisito non deve essere considerato vincolante.

In altre parole, la procedura chiarisce che la durata settimanale non deve essere necessariamente intesa come un periodo continuato. Il tempo di misura prescritto può essere ottenuto componendo insieme sette giorni (lunedì, martedì, ..., sabato, domenica) eventualmente appartenenti a settimane differenti. Viene aggiunto tuttavia che tali giorni devono essere compresi in un arco temporale di durata non superiore a un mese, al fine di assicurare comunque la riferibilità della misura ad un periodo definito.

## PUNTI DI MISURA

Come già riportato nell'introduzione, il Decreto prevede di collocare il microfono a 4 metri di altezza da terra e a 1 metro dalla facciata dell'edificio (nel seguito, questa verrà denominata postazione di riferimento). Tuttavia, nella pratica, un tale requisito può trovare difficoltà di applicazione, almeno per i seguenti motivi:

- La possibilità che il microfono posto in prossimità del ricettore sia influenzato da sorgenti sonore interferenti, aumenta al crescere della distanza dalla strada ed è maggiore con viabilità poco trafficata. Tali condizioni possono infatti determinare dei bassi livelli di rumore dovuto al traffico, che pertanto risultano più facilmente alterabili da contributi indesiderati; questi ultimi peraltro non sono completamente controllabili (anche con metodi a posteriori) essendo quella del rumore stradale una misura inevitabilmente non presidiata dall'operatore. Al riguardo, sarebbe auspicabile poter avvicinare il più possibile il microfono alla sorgente per massimizzare il mascheramento delle interferenze<sup>1</sup>.
- La postazione di riferimento comporta l'ingombro di spazi che non consentono la sosta prolungata (almeno una settimana) del sistema di misura. È questo, per esempio, il caso di marciapiedi e banchine, nonché di strade prive dello spazio per la sosta, con edifici a filo, come talvolta accade con le infrastrutture extraurbane, nell'attraversamento delle frazioni abitate.
- Il posizionamento in facciata dell'edificio può risultare inaccessibile o poco praticabile per centraline di un certo ingombro (vedi fig. 1) da collocare in giardini o pertinenze esterne del fabbricato non carrabili.

Figura 1 – Centralina per la misura del rumore stradale.



Sistema mobile per il rilevamento non presidiato dell'inquinamento acustico prodotto dal traffico stradale, in dotazione presso il Dipartimento ARPAT di Firenze.

Relativamente all'altezza di 4 metri va inoltre osservato che tale posizione non è necessariamente cautelativa ai fini di valutare il valore massimo di livello sonoro atteso in esterno ad un edificio. Per particolari conformazioni e natura del terreno o in presenza di barriere acustiche, potrebbe infatti accadere che l'altezza di 4 metri sia maggiormente protetta, rispetto ai piani più alti del fabbricato<sup>2</sup>.

Per far fronte alle differenti esigenze sopra richiamate, senza tuttavia rinunciare ai requisiti normativi, la procedura prevede un approccio articolato di seguito descritto. Viene indicato in primo luogo di collocare il microfono nella postazione di riferimento, quando possibile, altrimenti nel punto di maggiore esposizione del ricettore indagato. Qualora nessuna delle due postazioni risultasse praticabile o entrambe fossero esposte a sorgenti sonore interferenti non controllabili, la centralina viene collocata in altro punto utile, il più vicino possibile al riferimento o alla massima esposizione.

<sup>1</sup> Per chiarire ulteriormente il tipo di problematica, si consideri il caso (effettivamente verificatosi) di una misura condotta in facciata a una scuola con resede a giardino sul fronte esposto al rumore della strada. Durante i sopralluoghi si è potuto appurare che, nel corso della mattinata, lo spazio esterno viene utilizzato dalle classi e il rumore interno alle aule è chiaramente udibile quando le finestre sono aperte (per il ricambio dell'aria o nella bella stagione); oltre a ciò, la differenza di livello sonoro fra una misura in prossimità della sorgente (circa 15 metri dalla mezzeraia stradale) e quella in facciata (48 metri) è risultata di poco inferiore a 7 dBA. In questo come in casi analoghi, risulta evidente che una misura continuata nella postazione di riferimento può risultare gravemente inficiata dal rumore prodotto dallo stesso ricettore, conducendo a risultati la cui accettabilità è difficilmente controllabile.

<sup>2</sup> Lo stesso DPR n. 142/04 sembrerebbe introdurre un criterio di scelta della posizione del microfono, laddove prevede che il rispetto dei limiti sia "verificato in facciata degli edifici ad un metro della stessa ed in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione nonché dei ricettori" (art. 6, comma 1).

Nel caso in cui la postazione di riferimento e/o di massima esposizione non coincidano con quella dove è stata ubicata la centralina, vengono condotte delle misure di breve durata ("spot") nella postazione della centralina ( $L_{C,spot}$ ) ed in una o in tutte e due le altre postazioni ( $L_{P,spot}$ ). Tali misure ausiliari servono per ricavare un termine correttivo ( $\delta = L_{P,spot} - L_{C,spot}$ ) da applicare al valore medio settimanale rilevato dalla centralina ( $L_{C,set}$ ) per rapportarlo alle postazioni di riferimento e/o di massima esposizione ( $L_{P,set} = L_{C,set} + \delta$ ). In esito alla misura, il rapporto di prova prevede di indicare tutti e tre i livelli sonori diurni e notturni relativi alle tre postazioni, che si riducono a due soli valori distinti (giorno e notte) nel caso speciale in cui sia stato possibile utilizzare un solo punto di misura.

Da notare che il ricorso a un termine correttivo per valutare il livello sonoro prescritto, non costituisce di per sé una novità metodologica nel quadro delle norme relative al rumore ambientale; come pure si osserva che un tale approccio è utilizzato con una certa frequenza nella pratica di misura e valutazione dei tecnici competenti. Al riguardo, basti pensare a quanto previsto dallo stesso DM 16/03/98 a proposito del rumore ferroviario (Allegato C) quando la rumorosità residua non permetta una corretta determinazione degli eventi di transito nel punto di misurazione. Anche in questo caso, analogamente alla procedura ARPAT, la misura viene eseguita in un punto diverso da quello "di ricezione" e ad esso successivamente riferita, mediante la stima di una differenza media di livello sonoro fra i due punti, valutata su un campione di passaggi per ciascun binario.

Ciò premesso, l'utilizzo di un termine correttivo per valutare il livello sonoro costituisce di fatto un metodo interno al laboratorio che la procedura fa proprio, integrandolo con le altre aggiunte apportate al metodo normato. Per effettuare un controllo sulla affidabilità del valore  $\delta$ , è previsto di eseguire almeno due coppie di misure correlate, verificando la stabilità del risultato sulla base dello scarto fra le differenze di livello sonoro relative a ciascuna coppia; il termine  $\delta$  viene quindi calcolato come media aritmetica delle differenze misurate risultate accettabili. Acquisizioni spot nel corso delle quali si siano verificati eventi sonori che possono aver influito diversamente sulle due postazioni, vengono considerate non valide ai fini del calcolo.

## VALIDAZIONE DEI DATI

La procedura prevede un controllo sulla validità dei singoli dati orari acquisiti, essendo questi la base su cui vengono calcolate le medie settimanali da confrontare con i limiti. Le verifiche svolte possono essere suddivise in due gruppi: quelle relative al rispetto delle condizioni meteorologiche conformi (velocità del vento < 5 m/s e assenza di precipitazioni) e quelle sulla funzionalità della catena fonometrica. Riguardo a quest'ultima categoria i controlli effettuati prendono in considerazione i seguenti aspetti:

- compatibilità dei valori di temperatura, umidità relativa e pressione atmosferica, con gli intervalli dichiarati nelle specifiche per il rispetto della classe 1 nonché con la gamma di variabilità considerata nello stimare l'incertezza sui risultati;
- verifica di buon funzionamento della catena mediante un segnale di breve durata, con cadenza giornaliera, fornito da un attuatore elettrostatico montato sul microfono;
- eventuali episodi di sovraccarico registrati dal fonometro, verificatisi nel corso della misura, per livelli sonori eccedenti la gamma dinamica.

I parametri meteorologici utilizzati per la validazione dei dati sono acquisiti come valori medi orari, mediante apposita strumentazione allestita sulla centralina di misura, in parallelo alla catena fonometrica (vedi seconda immagine di fig. 1).

Al momento, la procedura non prevede verifiche in fase di elaborazione dei dati, sull'interferenza di sorgenti sonore indesiderate, diverse dall'esercizio stradale (per esempio, filtrando eventuali eccedenze registrate nel corso della misura). Tuttavia, è indicato di invalidare a posteriori, in via cautelativa, le ore nel corso delle quali siano accaduti eventi noti, in grado di alterare, anche solo potenzialmente, la rappresentatività dei dati (interventi di manutenzione, mercati, sagre, incidenti stradali, ecc.). Oltre a questo, viene adottato un approccio a priori di tipo preventivo, che consiste nell'attenta scelta della postazione dove collocare la centralina. In particolare, è indicato di tenere la strumentazione il possibile lontano dalle sorgenti sonore estranee (fra cui cantieri, cassonetti per i rifiuti, cabine elettriche, ecc.) considerando anche quelle che potrebbero essere schermate visivamente ma non acusticamente o che potrebbero non essere in funzione al momento del sopralluogo.

Qualora l'esito delle verifiche, incrociando i dati acustici con tutte le altre informazioni, evidenzia l'invalidità di alcuni dati orari, la procedura non invalida automaticamente gli interi periodi giornalieri di appartenenza (diurni o notturni) poiché questo non risulterebbe economico e sarebbe tecnicamente poco giustificabile. Viene scartato anche l'approccio di cancellare il livello sonoro corrispondente, svolgendo la media sui soli dati buoni, poiché in tal caso il valore ne potrebbe risultare alterato in modo significativo, specie se ad essere invalidati fossero i livelli sonori orari più elevati del periodo. La strada scelta è stata una sorta di compromesso fra la duplice esigenza, da un lato, di preservare il più possibile l'integrità del periodo,

dall'altro, di gestire in modo efficiente le invalidità, senza produrre risultati artificiosi. A tal fine, la procedura prevede di sostituire i dati invalidi con altri misurati alle stesse ore in giornate simili e non già utilizzati, operando in base al seguente ordine di priorità:

- 1) un giorno della settimana con lo stesso giorno della settimana (lunedì con lunedì, martedì con martedì, ...); se questo tipo di sostituzione non è possibile, si passa a considerare il punto che segue;
- 2) un giorno feriale con un altro giorno feriale (un giorno tra lunedì e venerdì con un altro giorno tra lunedì e venerdì), il sabato con un altro sabato e la domenica con un'altra domenica o con un giorno di festività infrasettimanale.

Le sostituzioni orarie sono consentite entro un limite massimo prefissato, differenziato per giorno e notte, oltre il quale l'invalidità diventa dell'intero periodo. In quest'ultimo caso, è allora ammesso interrompere la consecutività della settimana scelta e prendere in considerazione un altro giorno del periodo di misura, sostituendo per intero quello invalidato (separatamente per il periodo diurno e notturno); in tal caso valgono i criteri già elencati sopra per la sostituzione di alcuni dati orari.

### **INCERTEZZA DI MISURA**

Il valore indicato nella procedura (incertezza estesa pari a circa 1.2 dBA, con fattore di copertura 2) è stato ricavato adottando l'approccio metodologico indicato nella norma sperimentale UNI CEI ENV 13005: 2000, "Guida all'espressione dell'incertezza di misura" (GUM). Questo ha previsto, in particolare, la conduzione di una campagna di indagine specifica, mirata a stimare la riproducibilità nelle misure di rumore stradale, attraverso prove eseguite in parallelo da centraline di misura diverse (valutazione di categoria A secondo GUM). Altre componenti di incertezza non già apprezzate con il metodo precedente (effetti delle variazioni ambientali sulla catena di misura, accuratezza e precisione della calibrazione) sono state invece stimate a priori sulla base dei certificati di taratura e delle specifiche tecniche dichiarate dal costruttore (valutazione di categoria B secondo GUM). Un maggiore dettaglio del procedimento seguito per determinare l'incertezza di misura è reperibile in un altro lavoro, al quale si rimanda per un ulteriore approfondimento di quanto qui accennato (Casini, 2004).

Nella procedura, si assume che il risultato della misura sia riferibile esclusivamente al punto e ai giorni di prova indagati, senza alcuna inferenza su una rappresentatività più estesa del dato, a periodi diversi e a durate di più lungo termine. Tale precisazione è importante per chiarire che l'incertezza riportata nella procedura non è stata pensata per tenere conto delle variabilità spaziali e temporali associate all'esercizio della sorgente stradale.

In prospettiva, si prevede un aggiornamento del valore 1.2 dBA per affinarne la stima, considerato che fino ad oggi non è stata presa in esame la componente di incertezza associata al termine correttivo  $\delta$ , utilizzato per riferire la misura in continuo alla postazione di riferimento e/o di massima esposizione. Alcune indicazioni utili in tal senso sono emerse in esito ad un recente interconfronto (ottobre 2008) condotto fra alcuni laboratori di ARPAT, i cui risultati sono riportati in altro lavoro di questo Convegno (Poggi, 2009) con il quale il presente articolo si integra e si completa.

### **CONCLUSIONI**

La procedura di misura illustrata in questo lavoro è completata da un modulo allegato, predisposto per la raccolta dei risultati, che una volta compilato costituisce il rapporto di prova; in esso vengono riportate tutte le informazioni richieste nell'Allegato D del DM 16/03/98.

L'elaborazione dei risultati è agevolata dall'utilizzo di un apposito software sviluppato in Excel, che implementa, mediante delle macro, i criteri di verifica descritti sulla validità dei dati nonché il sistema delle sostituzioni previsto, semplificando non poco l'applicazione della procedura ed evitando facili errori.

La procedura in oggetto è in adozione dal 2007 ed ha ormai passato due visite SINAL con esito favorevole. È attualmente in corso una sua revisione che recepirà le indicazioni emerse dal recente interconfronto svolto all'interno di ARPAT; si auspica che in futuro analoghe occasioni di confronto fra laboratori possano coinvolgere anche altri soggetti interessati, esterni all'Agenzia.

### **Bibliografia**

- Casini David, Moran Laura, Poggi Andrea, *Valutazione dell'incertezza nelle misure di rumore stradale*, 2004, atti del XXXI Convegno Nazionale AIA.
- Payne Richard, *Uncertainties associated with the use of a sound level meter*, 2004, NPL Report DQL-AC 002.
- Poggi Andrea, *La determinazione del rumore da infrastrutture di trasporto: incertezza di misura e confrontabilità dei risultati*, 2009, ARPA Piemonte (a cura di) atti del Quarto Convegno Nazionale "Controllo ambientale degli agenti fisici: nuove prospettive e problematiche emergenti".