

P. Cicoira (1), P. Simonetti (2), S. Trola (2)

1) Libero professionista, Trento  
2) Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente, Provincia autonoma di Trento

## SOMMARIO

Il presente lavoro descrive sinteticamente l'analisi di sensibilità ai parametri del codice "Mithra", che si basa su un modello di "ray tracing" inverso, accompagnata dalla taratura e dalla valutazione dell'efficacia previsionale del medesimo in situazioni reali con caratteristiche differenti sia di flusso veicolare che topografiche.

A tal fine sono state effettuate delle campagne di rilevamento per determinare i livelli equivalenti di pressione sonora, nonché il numero e la tipologia di veicoli in transito e la corrispondente velocità media. Si è inoltre resa necessaria la digitalizzazione dei dati topografici dei siti presi in considerazione, con particolare attenzione ai profili altimetrici e a tutti i possibili ostacoli alla propagazione del rumore. E' infine seguita la fase di simulazione al computer con la conseguente analisi critica dei risultati così ottenuti, allargata al confronto con alcuni modelli semplificati reperibili in bibliografia.

## CAMPAGNE DI RILEVAMENTO

I due siti di misurazione sono stati individuati in ambito urbano (nella zona centrale di Mezzolombardo-TN) e in corrispondenza di un rettilineo dell'Autostrada A22 del Brennero (all'altezza del territorio comunale di Vadena-BZ - figura 1), in prossimità di una barriera antirumore di tipo vegetale.

Nella campagna di rilevamento a Mezzolombardo le misurazioni sono state eseguite con due fonometri integratori Bruel & Kjaer tipo 2231. A Vadena, invece, le misurazioni sono state eseguite con due analizzatori statistici Larson & Davis tipo LD820. In entrambi i casi è stata utilizzata una stazione di monitoraggio mobile provvista di un analizzatore statistico Larson & Davis tipo LD870 con relativo microfono.

La misurazione dei livelli di rumore è avvenuta nei due siti presi in esame per periodi superiori alla settimana, campionando ogni 15 minuti i livelli equivalenti di pressione sonora contemporaneamente in tre punti di misurazione, allo scopo di disporre di una serie di dati sufficientemente estesa in grado di caratterizzare diverse situazioni di traffico per volume e composizione.

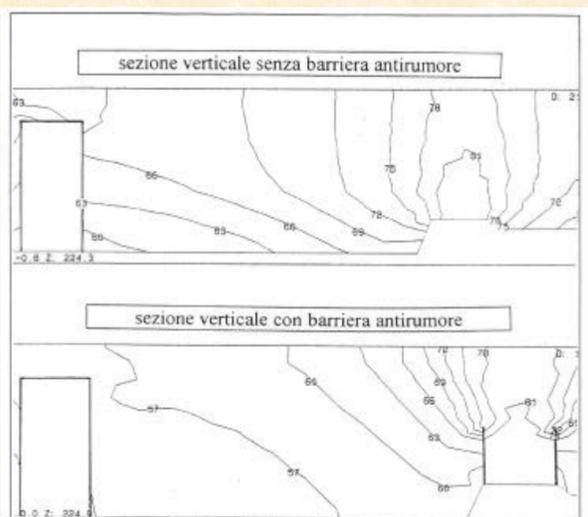


Figura 1: curve isofoniche nel sito di Vadena (BZ)

## ANALISI DI SENSIBILITÀ AI PARAMETRI

Successivamente alla digitalizzazione dei due siti sono state impostate due serie di simulazioni, delle quali la prima finalizzata all'analisi di sensibilità del codice di calcolo per i parametri più significativi.

I parametri presi in esame sono stati la velocità, il flusso veicolare ed il coefficiente di assorbimento del terreno ( $\sigma$ ). Per ognuna delle analisi effettuate, la sensibilità del parametro considerato è stata valutata fissando i valori degli altri parametri, ripetendo le simulazioni per varie combinazioni di questi.

Facendo variare in modo lineare la velocità media dei veicoli si è riscontrato un andamento del livello equivalente di pressione sonora di tipo asintotico,

indipendentemente dal valore degli altri parametri. Si è inoltre verificato che questo andamento è solamente traslato, ma del tutto sovrapponibile, per le varie combinazioni dei restanti parametri e per entrambi i siti. Un errore nella determinazione della velocità risulta pertanto significativo per velocità medio-basse (30÷50 Km/h), mentre per velocità maggiori le eventuali incertezze sono meno determinanti.

Relativamente al flusso veicolare, come prevedibile, esiste una diretta correlazione tra il numero di veicoli in transito ed il livello di rumore, che peraltro, per errori percentuali intorno al 5-10% nella determinazione del flusso, comporta variazioni del livello equivalente nell'ordine della precisione dello strumento di misurazione.

Si è infine fatto variare il coefficiente di assorbimento del terreno, verificando come il livello equivalente di pressione sonora si mantenga pressoché costante. Infatti, assumendo per questo parametro un valore intermedio (per esempio  $\sigma = 600$ ) non si commette un errore superiore a 0,5 dB(A), qualsiasi sia il reale coefficiente di assorbimento del terreno. Va sottolineato che tale comportamento non è imputabile ad una carenza del codice di calcolo, ma è piuttosto conseguente alla minima distanza dei ricettori dalla strada utilizzata nelle campagne di rilevamento.

Il codice di calcolo propone comunque una serie di opzioni di default per i vari terreni, che permettono di scegliere quella che appare più adatta senza incorrere in errori significativi, limitando nel contempo la necessità di operare una specifica taratura per ogni situazione oggetto di analisi.

In sintesi si può affermare che il parametro più delicato risulta essere la velocità, in particolar modo per valori medio-bassi, mentre approssimazioni nell'ordine del 10% possono essere accettabili per il flusso veicolare.

## VALUTAZIONE DELL'EFFICACIA PREVISIONALE DEL CODICE DI CALCOLO

Dalle simulazioni svolte utilizzando i dati di traffico raccolti durante le indagini in campo si sono ottenuti valori del livello equivalente di pressione sonora molto simili a quelli registrati dalla strumentazione nei vari punti di misurazione. Infatti, la differenza media è stata inferiore ad 1 dB(A) e, comunque, per tutte le simulazioni effettuate la differenza tra i dati misurati e quelli previsti non si è mai allontanata significativamente da questo valore medio.

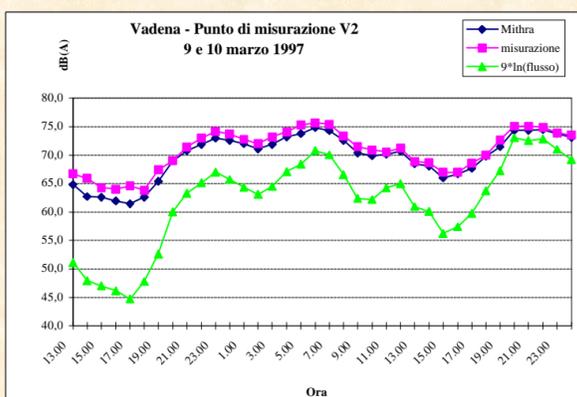


Figura 2: confronto tra i livelli misurati e stimati e il flusso di veicoli

In sintesi, impostando i parametri di calcolo su valori ottimizzati, la disponibilità di dati del flusso veicolare e della velocità media, insieme ad una precisa digitalizzazione del sito considerato e a un utilizzo ragionato del codice, forniscono la possibilità di ottenere una buona previsione del livello di rumore senza ricorrere a particolari forzature dei restanti parametri.

Dal confronto del livello equivalente di pressione sonora con i dati del traffico, opportunamente modificati per renderli confrontabili gli altri grafici (si veda figura 2), si è ribadita l'importanza di questo parametro per una corretta previsione del livello di rumore.

Per quanto concerne l'efficacia della barriera antirumore sono stati misurati abbattimenti del livello equivalente di pressione sonora mediamente superiori a 13 dB(A) a 10 metri dal ciglio autostradale, in linea con le previsioni del codice di calcolo, pur notando una leggera tendenza a sovrastimare il grado di abbattimento della barriera antirumore.

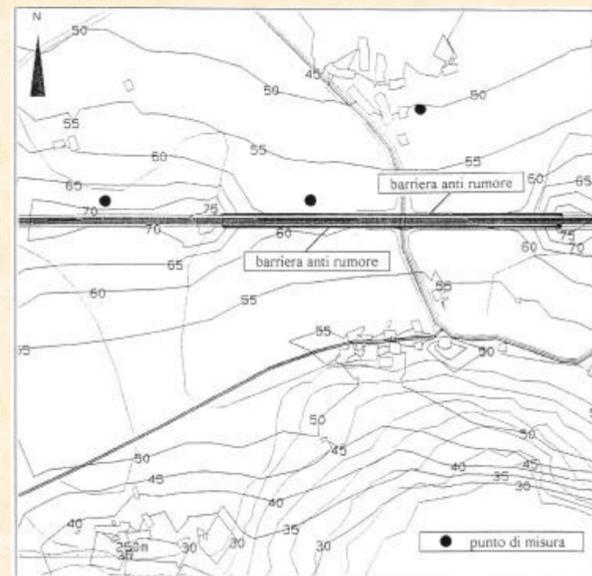


Figura 3: confronto della medesima sezione verticale, ipotizzata senza e con barriera antirumore

## CONFRONTO DEL CODICE DI CALCOLO MITHRA CON MODELLI SEMPLIFICATI

Il confronto con alcuni modelli semplificati, che tengono conto esclusivamente del numero di veicoli in transito, della velocità media e, in taluni casi, di una distanza variabile del ricettore dalla sorgente, ha messo in luce che il livello di rumore è determinato principalmente proprio da questi parametri. I modelli considerati in ambito extraurbano sono stati i seguenti: Alexandre, Burgess, Lamure-Auzou, Cannelli-Gluck-Santoboni; in ambito urbano: Josse, CSTB, Garcia-Bernal, CETUR [1].

I risultati ottenuti si sono rivelati per alcuni di questi modelli discretamente confrontabili con quelli ottenuti con il codice "Mithra" (in figura 4 sono riportati, per semplicità, solamente due dei modelli presi in considerazione), anche se con una diversa affidabilità a seconda della complessità della situazione in esame.

Pertanto questo tipo di approccio semplificato è da considerarsi utile per ottenere informazioni sui livelli di rumore solo in prima approssimazione e come indicazione di massima, mentre per un quadro preciso ed affidabile è da preferirsi un codice di calcolo della complessità di quello analizzato.

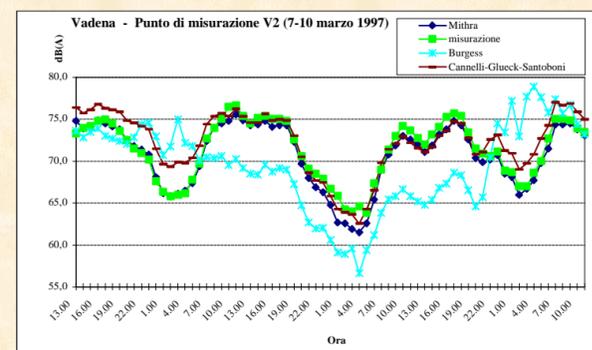


Figura 4: confronto tra i livelli misurati e stimati con Mithra e alcuni modelli semplificati

## CONCLUSIONI

I risultati più interessanti ottenuti con il presente lavoro di analisi di sensibilità e taratura del codice di calcolo "Mithra" sono così sintetizzabili:

- ◆ individuazione dei parametri per i quali è necessaria una più accurata determinazione, al fine di minimizzare le campagne di misurazione senza incorrere in errori significativi;
- ◆ valutazione positiva sulla capacità previsionale del codice di calcolo nelle situazioni prese in considerazione;
- ◆ conferma circa i vantaggi dell'utilizzo di un codice complesso che, oltre al contenimento dei tempi di calcolo e alle interessanti uscite grafiche, risiedono nella possibilità di avere, nei casi esaminati, una buona risposta in termini di risultati, al contrario di quanto avviene per i modelli semplificati se utilizzati per casistiche marcatamente differenti.

## BIBLIOGRAFIA

[1] M. Cosa, A. Cocchi, S. Collatina, G. Cosa, L. Rocco: Rumore e vibrazioni. Effetti, valutazione e criteri di difesa. - Maggioli Editore, Rimini 1990.