

ANALISI DEGLI INDICATORI DEL RUMORE DA TRAFFICO STRADALE PER LA COMUNICAZIONE AL PUBBLICO

Patrizia Bellucci (1), Giovanni Brambilla (2), Alessandro Bisceglie (3), Laura Peruzzi (1), Giovanni Zambon (3)

1) ANAS S.p.A. – Centro di Ricerca di Cesano, Roma, p.bellucci@stradeanas.it

2) CNR-Istituto di Acustica e Sensoristica “O.M. Corbino”, Roma, giovanni.brambilla@idasc.cnr.it

3) Università degli Studi di Milano-Bicocca, Dipartimento di Scienze dell’Ambiente e della Terra, Milano, alessandro.bisceglie@unimib.it

SOMMARIO

In questa memoria sono illustrati i risultati di un’analisi degli indicatori di rumore esistenti in letteratura, basata sulla capacità di questi di descrivere l’ambiente sonoro, sia dal punto di vista fisico che della percezione, e sulla loro comprensione da parte del pubblico. Le indicazioni ottenute dall’analisi condotta sono state utilizzate per formulare un nuovo indicatore dell’inquinamento acustico di più agevole applicazione in contesti dinamici e di facile comprensione per il pubblico.

1. Introduzione

L’argomento di questa memoria si inquadra nell’ambito di un progetto Europeo, denominato LIFE-DYNAMAP, finalizzato a sviluppare un sistema di mappatura dinamica del rumore, in grado di rilevare e rappresentare in tempo reale il clima acustico delle infrastrutture stradali.

Per facilitare l’aggiornamento delle mappe acustiche così come richiesto dalla Direttiva Europea 2002/49/CE (END) e ridurre il loro impatto economico, il progetto prevede la reiterazione automatica delle attività di mappatura attraverso un sistema integrato di acquisizione ed elaborazione dati, costituito da sensori a basso costo e da un software dedicato alla pubblicazione dei risultati, che contempla l’adozione di indicatori di maggiore immediatezza e comprensione per migliorare l’informazione al pubblico.

A tale scopo è stata eseguita una rassegna dei principali indicatori di rumore esistenti in letteratura e sulla base dei risultati conseguiti è stato formulato un nuovo indice di più agevole applicazione e di facile comprensione per il pubblico.

2. Rassegna sintetica dei più diffusi indicatori

I numerosi indicatori proposti in letteratura per la descrizione e la classificazione del rumore ambientale sono distinguibili nelle tre tipologie di seguito elencate.

- Descrittori dell’energia totale del rumore, come i ben noti e ampiamente diffusi livello continuo equivalente L_{AeqT} riferito all’intervallo di tempo T e il livello giorno-sera-notte L_{den} (quest’ultimo orientato prevalentemente a valutazioni a lungo termine). Il valore di questi indicatori non tiene conto della struttura temporale dell’ambiente sonoro e il livello L_{AeqT} , se determinato su tempi T troppo brevi, risente molto della presenza di picchi sonori o di eventi ad elevata energia. A questi indicatori spesso fa riferimento la legislazione per definire i valori limite e, inoltre, essi risultano sufficientemente correlati con l’annoyance a lungo termine. Numerosi studi hanno mostrato, tuttavia, la carenza di tali indicatori nel descrivere la percezione del rumore in contesti urbani e rurali. A questo riguardo il livello L_{eq} sembra essere più indicato rispetto al corrispondente livello L_{Aeq} in quanto il primo non sottovaluta l’influenza delle basse frequenze sulla percezione della piacevolezza dell’ambiente sonoro [1].
- Indicatori statistici dei livelli sonori rilevati nell’intervallo temporale T , come i livelli percentili L_{An} atti a descrivere la

variabilità dei livelli stessi (ad es. scarto tipo s_L , clima di rumore $L_{A10}-L_{A90}$) oppure un livello della distribuzione rappresentativo o degli eventi sonori a maggiore energia (ad es. L_{A1}) oppure del rumore di fondo (ad es. L_{A95}).

- Indicatori atti a descrivere gli eventi sonori che, congiuntamente alla tipologia di sorgente sonora che li produce, influiscono considerevolmente sulla percezione della qualità dell’ambiente sonoro. Tra questi indicatori si segnala il numero degli eventi sonori, indicato come NNE o come NA (Noise Above) per il rumore aeronautico, che risultano superiori a una soglia prefissata che può essere costante (ad es. $L_{A50}+3dB$, $L_{A90}+5dB$, $L_{A95}+10dB$) oppure dinamica.
- Indicatori rappresentativi dello spettro dell’ambiente sonoro, come il centro di gravità SGC dello spettro a bande di 1/3 di ottava [2], molto sensibile agli eventi, i livelli percentili per bande di frequenza e la differenza $L_{Ceq}-L_{Aeq}$ che assume valori crescenti all’aumentare delle basse frequenze.

Un recente studio [3] ha evidenziato che ai fini della classificazione del rumore urbano e della sua percezione sono predominanti tre dimensioni, ossia in ordine decrescente di rilevanza quella energetica, quella temporale e quella spettrale. In questo contesto gli indicatori risultati più rilevanti sono il livello percentile L_{A50} o L_{50} , che risente meno di eventi ad elevata energia rispetto a L_{Aeq} , lo scarto tipo dei livelli s_L o il clima di rumore $L_{10}-L_{90}$ e il centro di gravità SGC calcolato nelle bande di 1/3 di ottava comprese tra 50 e 10000 Hz.

3. L’indice “Harmonica”

Nell’ambito del progetto LIFE HARMONICA [4] è stato sviluppato e proposto un nuovo indicatore con l’intento di facilitare la comprensione del pubblico e dei decisori in materia di rumore e degli impatti da esso generati. Questo indicatore, denominato “Indice Harmonica”, tiene conto delle principali componenti che influenzano la percezione del rumore, ossia il rumore di fondo (BGN) e il valore medio dell’energia associata agli eventi sonori (EVT) eccedenti il BGN. La quantificazione della percezione del rumore è su base oraria e su una scala lineare da 0 a 10, per cui maggiore è il punteggio assunto dall’indice, peggiore è la qualità dell’ambiente sonoro.

I due termini BGN e EVT, opportunamente pesati, appaiono nella formulazione dell’indice, come mostrato nella equazione (1) [5]:

$$(1) \quad HI = 0.2(L_{A95eq} - 30) + 0.25(L_{Aeq} - L_{A95eq})$$

dove:

HI è l'indice Harmonica;

L_{A95eq} è il valore in [dB] integrato su 60 minuti della serie di 3600 valori di L_{A95} calcolati dai valori istantanei di $L_{Aeq,1s}$ contenuti in una finestra temporale di 10 minuti tralata progressivamente ogni secondo;

L_{Aeq} è il livello continuo equivalente orario in [dB].

3.1 Applicazione dell'indice Harmonica in contesti dinamici

Nella sua originaria formulazione l'indice Harmonica male si presta ad essere utilizzato in contesti in cui l'impatto prodotto dal rumore deve essere riportato con una frequenza inferiore all'ora, come nella mappatura in tempo reale. L'integrazione oraria delle due componenti determina, infatti, una scarsa dinamicità dell'indice, in particolar modo nella sua applicazione in ambito extraurbano (Figura 1). La stessa limitazione è riscontrabile anche in modalità dinamica, ossia integrando i valori su una finestra temporale mobile di 60 minuti tralata progressivamente ogni secondo. L'applicazione ad un contesto urbano (Figura 2) mostra, invece, una maggior variabilità dei livelli sulle 24 ore e un più marcato contributo del termine EVT.

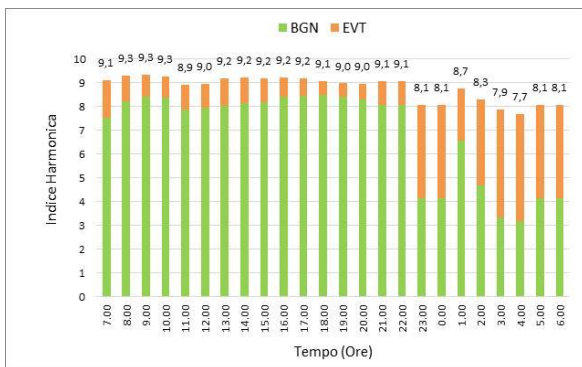


Figura 1 – Determinazione dell'Indice Harmonica in ambito extraurbano (Roma).

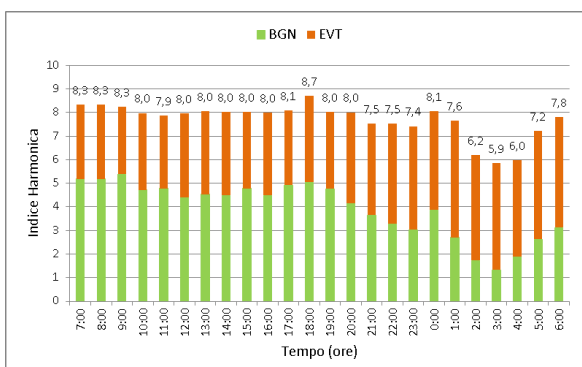


Figura 2 – Determinazione dell'Indice Harmonica in ambito urbano (Milano).

Per ovviare a questo problema, la formulazione originaria dell'indice è stata modificata introducendo un valore istantaneo che integrato su un intervallo di tempo orario fornisce il corrispondente Indice Harmonica. Il valore istantaneo dell'Indice Harmonica (HI_{ist}) è dato dall'equazione (2):

$$(2) \quad HI_{ist} = 0.2(L_{A95} - 30) + 0.25(L_{Aeq,1s} - L_{A95})$$

dove L_{A95} è calcolato dai valori istantanei di $L_{Aeq,1s}$ contenuti in una finestra temporale di 10 minuti tralata progressivamente ogni secondo.

In questo modo è possibile graficare le fluttuazioni istantanee dell'indice, che ora presentano una dinamica più ampia, e dedurre dalla loro successiva integrazione oraria i valori standard, così come concepiti nella formulazione originaria. Nella figura 3 è mostrato l'andamento dell'Indice Harmonica istantaneo nell'arco di un'ora ed il relativo valore orario in modalità dinamica.

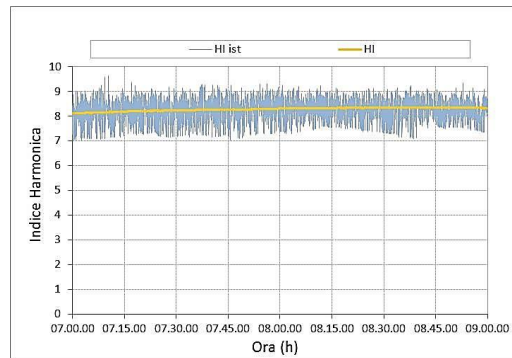


Figura 3 – Andamento istantaneo dell'Indice Harmonica e relativo valore orario dinamico.

Occorre, tuttavia, evidenziare che la dinamica dell'indice istantaneo dipende dalle variazioni dei livelli sonori e dall'ampiezza dell'intervallo di integrazione utilizzato per l'aggiornamento dei dati, per cui la sua utilizzazione è limitata ad applicazioni in tempo reale, dove la frequenza di aggiornamento è inferiore a 60 s.

4. Conclusioni

La necessità di fornire informazioni sullo stato acustico facilmente comprensibili al pubblico, ricondotte ad un'applicazione che mira ad una restituzione dinamica del dato, porta alla definizione di indici che risultano legati alla frequenza di aggiornamento consentita. Per questo motivo, la formulazione dell'indice Harmonica modificato su base istantanea può essere proficuamente applicata al caso pilota Dynamap in contesto extraurbano. Diversamente, il contesto urbano analizzato, per cui si prevede un aggiornamento della mappa con frequenza non inferiore a 5 minuti, potrà essere rappresentato da un indicatore su base oraria.

Nel prosieguo del lavoro sarà valutata la possibilità di rappresentare anche in forma di mappa acustica analoghi indicatori del disturbo da rumore.

5. Bibliografia

- [1] Rey Gozalo G., Trujillo Carmona J., Barrigón Morillas J.M., Vélchez-Gómez R., Gómez Escobara V., *Relationship between objective acoustic indices and subjective assessments for the quality of soundscapes*, Applied Acoustics, **97** (2015), pp. 1-10
- [2] Raimbault M., Lavandier C., Bérengier M., *Ambient sound assessment of urban environments: field studies in two French cities*, Applied Acoustics, **64** (2003), pp. 1241-1256
- [3] Can A., Gauvreau B., *Describing and classifying urban sound environments with a relevant set of physical indicators*, J. Acoust. Soc. Am., **137** (2015), pp. 208-218
- [4] Mietlicki F., et Al., *www.noiseineu.eu: New tools to inform the public about environmental noise in cities and to assist decision making*, in Proceedings Euronoise 2015, Maastricht, 31 May-3 June 2015
- [5] Ribeiro C., et Al., *At the heart of the Harmonica project: the common noise index (CNI)*, in Atti della 6ª Giornata di studio sull'Acustica Ambientale, Genova, 25 Ottobre 2015