

## APPLICAZIONE DI DESCRITTORI DI EVENTI SONORI NELLE AREE DI QUIETE

Christian Tibone (1), Giovanni Brambilla (2), Anna Callegari (3), Filippo Berlier (1), Christian Tartin (1), Daniele Crea (1), Marco Cappio Borlino (1)

1) Agenzia per la Protezione dell'Ambiente della Valle d'Aosta, Saint-Christophe (AO), c.tibone@arpa.vda.it  
2) CNR-STEMS Sede di Ferrara, giovanni.brambilla@stems.cnr.it  
3) ARPAE Emilia-Romagna, Piacenza, acallegari@arpae.it

### SOMMARIO

Le linee guida nazionali per l'individuazione delle zone silenziose in aperta campagna prescrivono un approccio olistico basato non solo sugli aspetti acustici ma anche su altri non acustici (percezione, soundscape, contatto visivo con la natura). In questa memoria si fornisce un esempio di valutazione dell'interferenza di singoli eventi di rumore in aree montane della Valle d'Aosta mediante i descrittori acustici "Intermittency Ratio (IR)" e "Harmonica (HRM)".

### 1. Introduzione

Uno dei requisiti per le zone silenziose in aperta campagna, siano esse esistenti o pianificate, è la loro accessibilità e pubblica fruizione. Per svolgere la loro essenziale finalità di ristoro dagli effetti nocivi dell'esposizione al rumore è necessario che all'interno di tali aree, caratterizzate da un'accentuata naturalità, siano impediti aumenti del rumore ambientale al fine di perseguire e conservare la buona qualità acustica [1]. La presenza di tali zone, tra l'altro, è un fattore di valorizzazione del territorio e può contribuire alla promozione di un turismo ecosostenibile.

In questo lavoro sono descritte le analisi dei rilievi fonometrici eseguiti in aree nelle quali il paesaggio sonoro in alcune stagioni, meno in altre, è costituito in prevalenza dai suoni naturali. Il rumore antropico prodotto dalle attività sportive (mountain bike e trail in estate, sci in inverno), turistiche (escursionismo), agricole (generatori elettrici, motoseghe, trattori, ...) emerge in maniera più o meno evidente dal rumore di fondo di origine naturale [2].

### 2. Metodo di studio

#### 2.1 Area di indagine

Gli approfondimenti descritti nel presente studio sono il proseguimento delle analisi già effettuate negli scorsi anni [3] e riguardano i rilievi acustici effettuati nel Comune di Chamois (noto per l'attenzione verso un turismo a mobilità dolce), inserito tra i comuni "Perle delle Alpi" e unico Comune italiano sulla terraferma in cui non circolano automobili, raggiungibile solo a piedi, in bicicletta o attraverso la funivia che parte dal fondovalle. Sono stati esaminati il centro del paese (Fig. 1), la parte intermedia (lago Lod) e quella alta (Teppa) del comprensorio sciistico, sede di attività agricole di alpeggio e turistiche (trekking, bici, area pic-nic) nelle altre stagioni.



Figura 1 – Punti di misura nel centro di Chamois: rilevamento prolungato in rosso, rilevamenti assistiti in giallo.

#### 2.2 Metodologia dei rilievi fonometrici

In ciascuna delle tre aree prescelte sono state eseguite nei giorni feriali due tipologie di rilievi fonometrici (Tab. 1):

- prolungati per qualche giorno (con frequenza di acquisizione di 1 s) in tre stagioni dell'anno 2017 ossia estate (agosto), autunno (settembre) e inverno (dicembre);
- rilievi assistiti di durata 10 minuti (con storia temporale di 0,1 s e registrazione audio digitale) ripetuti in 4 fasce orarie del giorno (ore 9-12, 14-17, 17-20 e 22-24) e in 4 postazioni nell'intorno di quella scelta per il rilievo prolungato.

Tabella 1 – Caratteristiche di ogni area di rilievo, numero e ore complessive di monitoraggio nel Comune di Chamois

Località	Rilievi prolungati		Rilievi brevi	
	N.	Ore	N.	Ore
Centro paese (1819 s.l.m.)	3	120	48	8
Lago Lod (2029 s.l.m.)	3	168	30	5
Teppa (2248 s.l.m.)	3	180	/	/

#### 2.3 Identificazione del contributo di eventi sonori sul clima acustico

In ambienti rurali, così come nelle città, eventi sonori improvvisi e chiaramente distinguibili dal rumore di fondo possono contribuire sensibilmente al disturbo delle persone. In letteratura sono state proposte numerose formulazioni per caratterizzare questi eventi. Tra i vari criteri esistenti, nel presente studio sono stati considerati i seguenti descrittori:

- "Intermittency Ratio IR", espresso in [%] e con valore compreso tra 0 e 100, definito dalla relazione [4]:

$$(1) \quad IR = \frac{10^{0,1L_{Aeq,T,events}}}{10^{0,1L_{Aeq,T}}} \cdot 100 \quad [%]$$

dove  $L_{Aeq,T,events}$  è il livello equivalente rapportato al tempo T degli eventi sonori eccedenti la soglia K e  $L_{Aeq,T}$  è il livello equivalente anch'esso rapportato al tempo T. La soglia K per l'individuazione degli eventi è definita dalla relazione:

$$(2) \quad K = L_{Aeq,T} + C \quad [dB]$$

dove C = 3 dB per il rumore stradale [4];

- componente di eventi sonori EVT nell'indice Harmonica (HRM) calcolata su base oraria con la relazione [5]:

$$(3) \quad EVT = 0,25 [L_{Aeq,T} - [(L_{A95})_w]_{eq}]$$

ove  $L_{AeqT}$  è il livello equivalente orario ( $T = 3600$  s) e  $[(L_{A95})_w]_{eq}$  è il livello equivalente dei livelli percentili  $(L_{A95})_{[i,i+w]}$  determinati su una finestra temporale mobile di ampiezza  $w = 600$  s e passo  $i=1$  s:

$$(4) \quad [(L_{A95})_w]_{eq} = 10 \cdot \lg \left[ \frac{1}{T-w} \sum_{i=0}^{T-w} 10^{[(L_{A95})_{[i,i+w]}/10]} \right] [\text{dB(A)}]$$

## 2.4 Analisi dei livelli sonori

Per l'importazione delle serie temporali  $L_{Aeq,ls}$  acquisite nei rilievi prolungati, la loro elaborazione e la restituzione, anche grafica, dei risultati è stato sviluppato uno script in ambiente "R". In ogni sito e per ogni singola ora si è proceduto al calcolo dei livelli  $L_{Aeq}$ ,  $L_{A5}$ ,  $L_{A10}$ ,  $L_{A50}$ ,  $L_{A90}$ ,  $L_{A95}$ , alla identificazione automatica degli eventi basata sul superamento della soglia K, relazione (2), per il calcolo del descrittore IR (Fig. 2) e dell'indice Harmonica (HRM), ottenuto sommando alla componente del rumore di fondo (BGN) quella degli eventi (EVT) determinata con la (4).

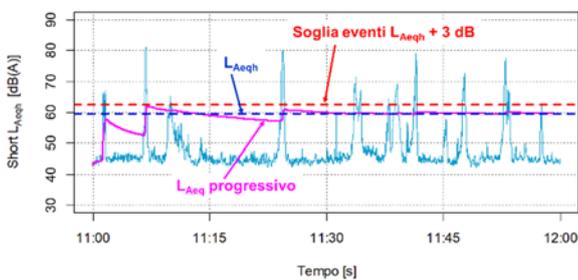


Figure 2 – Esempio di individuazione degli eventi basata sul superamento della soglia K per il descrittore IR; Chamois centro, inverno.

## 3. Risultati

Lo script sviluppato consente diverse opzioni di elaborazione, analisi e modalità di rappresentazione dei risultati. Ad esempio nel grafico a barre in Figura 3 è riportato il confronto su base oraria tra il livello  $L_{Aeqh}$  e i due descrittori IR e HRM.

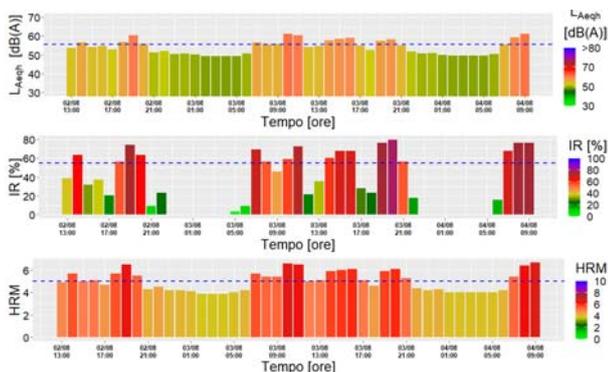


Figure 3 – Esempio di confronto tra i valori orari di  $L_{Aeqh}$ , IR e indice HRM, linea tratteggiata blu valore medio; Chamois centro, periodo estivo.

In riferimento alla Figura 4, si osserva che nel tempo di riferimento notturno i valori molto bassi di IR denotano l'assenza di eventi sonori ampiamente eccedenti il rumore di fondo e, conseguentemente, anche il contributo del parametro EVT è esiguo nel determinare il valore di HRM. Al contrario, nel tempo di riferimento diurno la presenza di eventi sonori rilevanti comporta valori maggiori di IR, con minore variabilità in estate. Questi eventi contribuiscono ampiamente al valore di  $L_{Aeqh}$ , come esemplificato dal livello  $L_{Aeq}$  progressivo rappresentato con la linea magenta in Figura 2.

Si è proceduto anche a valutare la correlazione tra i valori orari dei parametri IR ed EVT (Fig. 5), in quanto entrambi descrivono la presenza di eventi sonori. Dai dati per tutte le tre aree esaminate sono stati ottenuti valori di correlazione soddisfacenti per una stima in prima approssimazione di EVT. È da sottolineare che il valore

percentuale di IR è un'indicazione cumulativa del contributo degli eventi sonori al valore di  $L_{Aeq}$ , come esplicitato nella relazione (1).

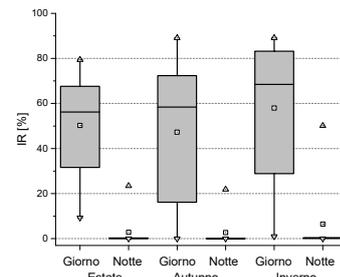


Figure 4 – Box plot dei valori orari di IR in Chamois centro, diversificati per tempi di riferimento TR diurno e notturno e per le tre stagioni.

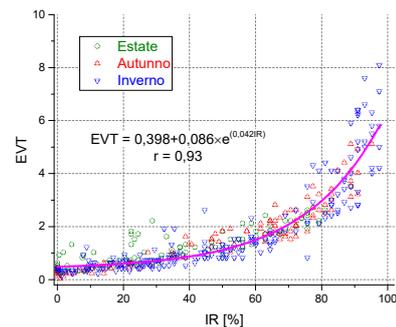


Figure 5 – Grafico a dispersione dei valori orari di IR e EVT.

Si osserva che in aree particolarmente silenziose l'indice HRM può assumere valori negativi in quanto la sua formulazione originaria, sviluppata in contesti urbani, stabilisce una soglia di 30 dB(A) per il livello  $[(L_{A95})_w]_{eq}$ . Questa particolarità può essere proficua per evidenziare con immediatezza aree di quiete acustica [6]. In alternativa occorre impostare per il livello  $[(L_{A95})_w]_{eq}$  una soglia più bassa, ad esempio 25 dB(A), e, comunque, non inferiore al rumore autogenerato dalla strumentazione utilizzata per i rilievi.

## 4. Conclusioni e prospettive

Le analisi evidenziano l'opportunità di valutazioni specifiche per le aree in aperta campagna, con particolare riferimento alla identificazione di eventi sonori chiaramente distinguibili dal contesto naturale e che sono presenti nei vari periodi dell'anno a seguito delle diverse attività antropiche. A tale scopo è auspicabile lo sviluppo di procedure automatiche per l'individuazione di eventi sonori [7] e l'inclusione del loro contributo nella descrizione dell'ambiente sonoro, al fine di valutare la percezione e la reazione dell'uomo al loro manifestarsi in contesti rurali e montani.

## 5. Bibliografia

- [1] Brambilla G., Callegari A., Tibone C., *L'individuazione delle zone silenziose in aperta campagna*, Atti AIA 2021, online 24-28 maggio
- [2] Tibone C., Crea D., Tartin C., Berlier F., Agnesod G., Cappio Borlino M., Tabozzi G., Delponte L., *Approccio alla caratterizzazione delle aree naturali di montagna: 1996–2018*, Atti AIA 2018, Aosta, 20-22 giugno
- [3] Tibone C., Masoero M., Berlier F., Tabozzi G., Crea D., Tartin C., Cappio Borlino M., Agnesod G., *Seasonal Variability of the Acoustic Climate of Ski Resorts in the Aosta Valley Territory*, *Environments* 2020, **7**, 18
- [4] Wunderli J.M. et al., *Intermittency ratio: A metric reflecting short-term temporal variations of transportation noise exposure*, *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* (2015), pp. 1–11
- [5] Mietlicki C., Mietlicki F., Ribeiro C., Gaudibert P., Vincent B., *The HARMONICA project, new tools to assess environmental noise and better inform the public*, *Proceedings Forum Acusticum* 2014, Kraków, 7-12 Sept.
- [6] Tibone C., Brambilla G., *Raccolta dati e analisi acustiche del paesaggio sonoro in aree alpine*, Seminario "Il paesaggio sonoro nella progettazione della città e degli edifici", DICAM Università di Trento, 17 settembre 2021
- [7] Alsina-Pagès R.M., Benocci R., Brambilla G., Zambon G., *Methods for Noise Event Detection and Assessment of the Sonic Environment by the Harmonica Index*, *Applied Sciences* 2021, **11**, 8031