

# RUMORE, UN PROBLEMA DA NON SOTTOVALUTARE

## Gestione, monitoraggio e contenimento

L'Organizzazione mondiale della sanità riconosce l'esposizione all'inquinamento acustico come una reale e preoccupante criticità per le persone. Il rumore nelle aree antropizzate o naturali ma frequentate dall'uomo è in continua crescita. Per limitare l'esposizione alle emissioni sonore (non solo delle persone, ma anche degli animali) diverse istituzioni si sono impegnate a definire i criteri sulla gestione delle zone individuate come silenziose sia in agglomerati urbani sia in aperta campagna. Queste aree sono considerate come centrali per offrire ristoro dagli effetti nocivi del rumore, per questo è fondamentale monitorarle anche da questo punto di vista.

Nel servizio presentiamo l'intervento ministeriale a tutela delle zone per la conservazione della geofonia e biofonia naturali. Partendo dalla direttiva europea per la protezione dall'inquinamento acustico e dalle altre norme in

materia, presentiamo poi una serie di esempi di monitoraggio in Italia, soprattutto riguardo alle sorgenti sonore provenienti da infrastrutture stradali, cantieri, porti e anche nelle scuole. Tra gli esempi riportati, c'è quello dell'aeroporto di Ciampino, il primo caso nazionale ad aver adottato il piano degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore (Pcar).

Proponiamo infine una riflessione sull'aspetto della valutazione della tolleranza al rumore. È possibile definire il concetto di "normale tollerabilità" al suono? Inevitabilmente si passa attraverso singole sensibilità molto complesse da gestire, soprattutto nel contesto della risoluzione dei contenziosi. Una recente norma tecnica presenta un criterio aggiornato e scientificamente fondato per la valutazione del rumore intrusivo, ma i problemi applicativi non mancano e c'è un dibattito in corso sull'univocità delle misurazioni previste. (DM)

# INDIVIDUAZIONE E GESTIONE DELLE ZONE SILENZIOSE

IL MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA HA APPROVATO I CRITERI PER IDENTIFICARE E GESTIRE LE ZONE SILENZIOSE DI UN AGGLOMERATO E IN APERTA CAMPAGNA. QUESTI AMBIENTI NATURALI SONO CARATTERIZZATI DA UNA LORO TIPICA GEOFONIA E BIOFONIA E TUTELATI DAI SUONI DI ORIGINE ANTROPICA, DIVENTANDO COSÌ LUOGHI DI BUONA QUALITÀ ACUSTICA.



In data 23 maggio 2022 è stata data notizia, sulla Gazzetta ufficiale n. 119, della pubblicazione sul sito del Ministero della Transizione ecologica del decreto del direttore della direzione generale Valutazioni ambientali n. 16 del 24 marzo 2022 “Definizione delle modalità per l’individuazione e la gestione delle zone silenziose di un agglomerato e delle zone silenziose in aperta campagna, in ottemperanza al comma 10-bis, articolo 4 del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194”, corredato dai relativi allegati. Si è trattato del punto di arrivo di un percorso iniziato sul finire del 2019, allorché Ispra, per dar seguito agli adempimenti di cui al succitato comma 10-bis che poneva in capo all’istituto la formulazione della proposta normativa, ha avviato un tavolo tecnico per la discussione e la definizione della nuova proposta normativa a cui hanno partecipato, oltre ai rappresentanti di Ispra e del Mite, delegati del Cnr, dell’Anci, delle Arpa/Appa e delle università.

Il nuovo decreto stabilisce che le zone silenziose di un agglomerato e le zone silenziose in aperta campagna sono aree di pubblica fruizione o comunque accessibili al pubblico, dedicate allo svago, al ristoro e alla conservazione degli

ambienti sonori naturali caratterizzati dalla *geofonia* e dalla *biofonia*. Esse non risentono o risentono in misura non significativa dei suoni tecnologici e in misura contenuta dei suoni antropici; sono caratterizzate dalla predominanza di suoni desiderati caratteristici della zona e pertanto attesi dai fruitori e coerenti con le loro aspettative; tali zone vengono considerate quali aree di buona qualità acustica.

Nel caso delle zone silenziose di un agglomerato, la cui delimitazione è in capo all’autorità competente, è definito il valore limite di 55 dB(A)  $L_{den}$  per il rumore prodotto dalle sorgenti di rumore considerate nella redazione della mappa acustica strategica. Per quanto concerne le zone silenziose in aperta campagna, alle Regioni/Province autonome è assegnato il compito di promuoverne l’individuazione preliminare da parte dei Comuni, secondo modalità alternative stabilite dal decreto, nonché di procedere alla successiva delimitazione finale. Il decreto disciplina la gestione delle aree silenziose già precedentemente individuate e prevede anche l’istituzione presso il Mite di una banca dati delle zone silenziose, progettata e realizzata da Ispra, finalizzata alla raccolta e alla diffusione dei dati alla cittadinanza

nonché alle comunicazioni che il Mite stesso deve periodicamente rendere alla Commissione europea. I contenuti del decreto sono stati presentati per la prima volta al 48° Convegno nazionale dell’Associazione italiana di acustica (Matera 25-27 maggio 2022) [1].

## Criteri di individuazione delle zone silenziose negli agglomerati

La delimitazione delle zone silenziose di un agglomerato, esistenti o oggetto di pianificazione acustica, avviene mediante l’adozione di criteri acustici e non acustici: alcuni criteri assumono carattere obbligatorio, mentre altri possono essere utilizzati in modo facoltativo, a supporto della valutazione (*figura 1*).

I criteri obbligatori acustici si possono sintetizzare in:

- $L_{den} \leq 55$  dB(A) in riferimento alla mappatura acustica strategica (art. 3, Dlgs 194/2005)
- classe acustica non superiore alla III.

I criteri obbligatori non acustici prevedono invece:

- estensione territoriale di almeno

3.000 m<sup>2</sup> (fatto salvo quanto previsto per le reti di zone silenziose)  
 - adeguata destinazione d'uso dei piani urbanistici comunali: ad esempio aree di prevalente interesse naturalistico, paesaggistico, archeologico, architettonico e storico-artistico.

I criteri facoltativi stabiliscono per l'autorità competente la possibilità di introdurre ulteriori condizioni più restrittive:

- $L_{den} \leq 50$  dB(A) oppure estensione territoriale della zona silenziosa maggiore di 10.000 m<sup>2</sup>
- facilitazione dell'accessibilità pedonale nella delimitazione di una nuova zona silenziosa, oggetto di pianificazione acustica, al fine di perseguire condizioni di equità sociale
- analisi degli aspetti di percezione relativi alla fruizione della zona silenziosa, in particolare riguardanti la descrizione del paesaggio sonoro (con riferimento alle norme ISO 12913)
- definizione di una rete di zone silenziose di un agglomerato: in presenza di più aree aventi dimensioni minori di 3.000 m<sup>2</sup> delle quali si intende tutelare la qualità acustica, l'autorità può individuare una rete di zone silenziose all'interno dell'agglomerato, tra loro connesse da elementi di contiguità spaziale, quali percorsi e spazi pedonali o piste ciclabili.

### Criteri di individuazione delle zone silenziose in aperta campagna

Le zone silenziose in aperta campagna, esistenti o oggetto di pianificazione acustica, sono caratterizzate dalla prevalenza dei suoni della natura che inducono sensazioni percettive di quiete. Anche la delimitazione delle zone silenziose in aperta campagna avviene mediante l'adozione di criteri acustici e non acustici, alcuni obbligatori, altri facoltativi.

Con riferimento ai criteri obbligatori acustici, l'individuazione delle zone silenziose in aperta campagna è in prima istanza effettuata sulla base delle caratteristiche acustiche della zona, che non deve risentire del rumore prodotto da infrastrutture di trasporto, da attività industriali o da attività ricreative ed essere contraddistinta dalla presenza prevalente di suoni naturali (biofonia e geofonia).

Per una selezione preliminare delle aree candidate a essere delimitate quali zone silenziose in aperta campagna, sono utilizzate le informazioni desunte dalle

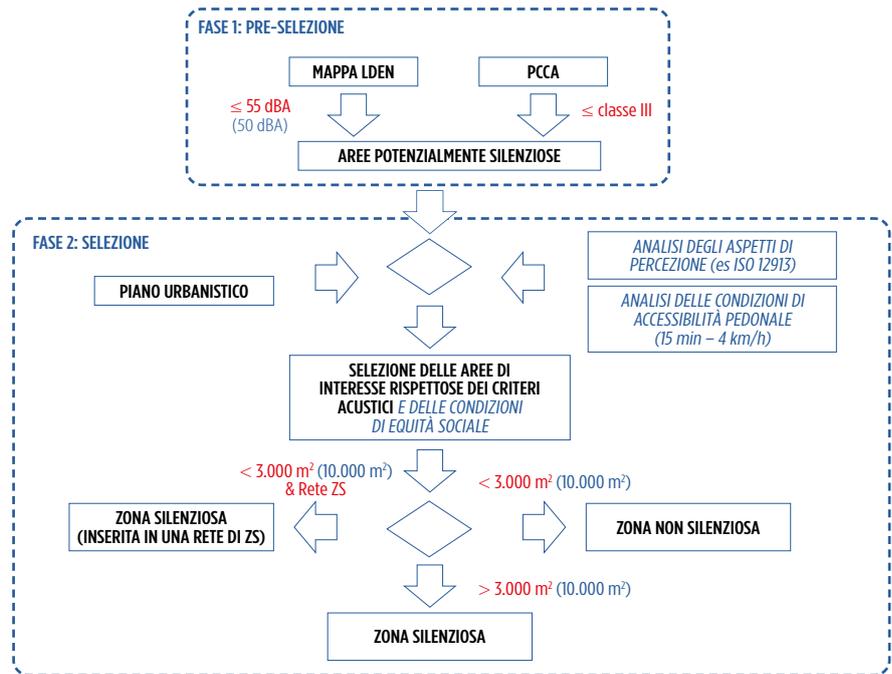


FIG. 1 ZONE SILENZIOSE  
 Diagramma di flusso delle attività previste per l'individuazione delle zone silenziose all'interno di un agglomerato, con indicati in rosso i criteri obbligatori e in blu i criteri facoltativi.

TAB. 1  
 DISTANZE DALLE SORGENTI DI RUMORE

Distanze ritenute idonee dalle sorgenti considerate (elaborazione effettuata sulla base dei dati pubblicati nel Report dell'Agenzia europea per l'ambiente n. 14/2016).

Sorgente di rumore	Distanza idonea (m)
Assi stradali, a eccezione delle strade classificate come E, E-bis, F, F-bis dal Dlgs 285/1992	>3.300
Assi ferroviari	>2.000
Aeroporti principali*	>4.500
Altri aeroporti, aviosuperfici ed elisuperfici	>2.700
Attività industriali, portuali e ricreative	>2.200

\*come definiti dal Dlgs 194/2005, art. 2 lett. b)



mappature acustiche, ove disponibili, al fine di individuare direttamente o indirettamente (mediante calcolo o simulazioni modellistiche) le porzioni di territorio con valori uguali o inferiori a 50 dB(A)  $L_{den}$ ; laddove non sono disponibili i dati delle mappature acustiche, possono invece essere applicate distanze dalle sorgenti di rumore, definite all'interno del decreto, tali da garantire ragionevolmente valori di  $L_{den}$  non superiori a 50 dBA (tabella 1). Altro criterio obbligatorio è quello correlato alla classificazione acustica del territorio comunale, rispetto alla quale sono ritenute adeguate esclusivamente le aree in classi non superiori alla III.

Un'ulteriore selezione avviene poi sulla base di criteri obbligatori non acustici, relativi a una dimensione minima dell'area che deve essere (salvo specifiche eccezioni) uguale o superiore a 5 km<sup>2</sup>, e alla sua destinazione d'uso, come definita dagli strumenti territoriali e urbanistici vigenti, rispetto a cui si individuano aree caratterizzate da pregio naturalistico, paesaggistico, archeologico, architettonico, storico-artistico (ad esempio aree naturali protette, aree della rete Natura 2000 ecc.). Infine i criteri facoltativi, da poter adottare in aggiunta ai criteri obbligatori, sono legati all'analisi degli aspetti di percezione e alla descrizione del paesaggio sonoro (norme ISO 12913), all'utilizzo di ulteriori descrittori acustici, all'applicazione dello schema metodologico per il calcolo del *Quietness*

*suitability index*, Qsi (Agenzia europea dell'ambiente, Report n. 14/2016) e alla valutazione dell'impatto acustico dovuto alle rotte di sorvolo aereo.

## Modalità di gestione delle zone silenziose

Anche in relazione alle modalità di gestione delle zone silenziose è necessario operare un distinguo fra quelle la cui applicazione è obbligatoriamente prevista e altre che sono invece facoltative. Rientrano fra le modalità di gestione obbligatorie le misure volte alla conservazione delle zone silenziose, che il Dlgs 194/2005 stabilisce siano previste nei piani d'azione predisposti dalle autorità competenti. Inoltre, per le zone silenziose di un agglomerato, il raggiungimento dell'obiettivo di evitare aumenti del rumore nelle zone silenziose deve essere verificato e rendicontato nell'ambito degli aggiornamenti della mappa acustica strategica e del piano d'azione dell'agglomerato. È altresì stabilito che i comuni territorialmente competenti richiedano, nell'ambito delle procedure di valutazione previsionale ex art. 8, legge 447/1995, un'attenta valutazione dell'impatto acustico prodotto sulla zona silenziosa da nuove opere e insediamenti in progetto. Infine, le misure volte alla conservazione delle zone silenziose in aperta campagna

devono essere adottate in coerenza e in sinergia con le azioni di tutela già definite per le aree naturali protette e/o appartenenti alla rete Natura 2000, per le aree archeologiche ecc.

Per quanto concerne le modalità di gestione facoltative, è previsto che le autorità competenti possano eseguire attività mirate di monitoraggio del rumore, pianificare la delimitazione di nuove zone silenziose a seguito di interventi di risanamento e assicurare l'integrazione e la sinergia con gli interventi pianificati dagli strumenti di gestione di altre matrici ambientali.

**Francesco D'Alessandro<sup>1</sup>, Lucia Pasini<sup>1</sup>, Anna Callegari<sup>2</sup>, Francesco Borchì<sup>3</sup>**

1. Cnr-Iia presso il Ministero della Transizione ecologica
2. Arpa Emilia-Romagna
3. Università degli studi di Firenze, Dipartimento di Ingegneria industriale

Gli autori vogliono qui ricordare la collega Rosalba Silvaggio che, con la professionalità, la disponibilità e la gentilezza che la contraddistinguevano, ha coordinato per Ispra i lavori del Tavolo tecnico sulle zone silenziose.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] F. Borchì, A. Callegari, F. D'Alessandro, L. Pasini, F. Asdrubali, "Nuovi criteri sull'individuazione e la gestione delle zone silenziose", 48° Convegno nazionale Aia (Associazione italiana di acustica), Matera, 25-27 maggio 2022.



DALL'AGENZIA EUROPEA PER L'AMBIENTE

## UNIONE EUROPEA, DIFFICILMENTE RAGGIUNGIBILE L'OBIETTIVO DEL RUMORE ENTRO IL 2030

In Europa, circa 18 milioni di persone sono soggette a lunga esposizione al rumore proveniente dai trasporti. Attraverso l'azione inquinamento zero, la Commissione europea si è prefissata l'obiettivo di ridurre del 30% il numero di persone esposte continuamente alle emissioni acustiche per i trasporti, partendo dalla situazione rilevata nel 2017. In base alla valutazione dell'Agenzia europea dell'ambiente pubblicata a settembre 2022, il raggiungimento di questo obiettivo risulta improbabile se non saranno previste ulteriori modifiche normative o legislative, questo a causa soprattutto della difficoltà di limitare l'esposizione a un elevato numero di persone al rumore del traffico stradale. Per il perseguimento di questo obiettivo la Commissione europea ha individuato la necessità di:

- verificare che la percentuale di persone sottoposte a inquinamento acustico sia ridotto del 30% entro il 2030
- migliorare il quadro normativo in tema di rumore su pneumatici, veicoli stradali, ferrovie e aeroplani sia a livello europeo che extra-europeo
- aggiornamento nel 2022 degli obiettivi di riduzione del rumore in Europa e inserirli nella direttiva End
- migliorare l'integrazione tra i piani di azione per la mitigazione del rumore e i piani di mobilità urbana sostenibile, con lo scopo di potenziare il trasporto pubblico *green* e la mobilità attiva.

Su questo assetto, sono stati misurati i progressi verso gli obiettivi stabiliti, le cui valutazioni continuano a basarsi

sul numero di persone che sono sottoposte in Europa a inquinamento acustico derivante da strade, ferrovie e aerei. Il disturbo elevato si riferisce alle funzioni di esposizione-risposte delineate nelle linee guida sul rumore ambientale dell'Oms (Oms Europa, 2018) e sui dati presentati nell'ambito della direttiva End sul numero di persone esposte a livelli di rumore medi annuali di 55 dB o superiori durante il giorno, sera e periodo notturno ( $L_{den}$ ).

Data la complessità dell'obiettivo prefissato, l'Unione europea ha ipotizzato due scenari, uno conservativo e meno ambizioso e uno ottimistico (*tabella 1*). Il primo prevede il rispetto dei requisiti di legge per la riduzione del rumore alla sorgente e l'attuazione di alcune misure di mitigazione non vincolanti. Il secondo presuppone l'attuazione di un insieme di misure di riduzione del rumore più ambiziose e che superano le normative vigenti.

I risultati di questa valutazione suggeriscono che non ci sono prospettive di raggiungere una riduzione del 30% del numero di persone perennemente disturbate dal rumore dei trasporti entro il 2030, anche se venissero attuate un consistente numero di misure di contenimento del rumore.

Fonte: Agenzia europea per l'ambiente <https://www.eea.europa.eu/publications/outlook-to-2030/outlook-to-2030-can-the>

	Strade	Ferrovie	Aerei
Scenario conservativo 2030	<b>Aree urbane:</b> - regolazione del livello sonoro dei veicoli a motore - flotta dei veicoli elettrici al 25% - aumentare del 5% l'uso di asfalto a basso rumore - incrementare dell'1,3% l'uso delle barriere acustiche sulle strade principali	<b>Aree urbane:</b> - nuove infrastrutture ferroviarie urbane - sulle principali linee ferroviarie adottare la politica del freno silenzioso	<b>Aree urbane ed extra-urbane:</b> - aerei più silenziosi - migliorare le procedure di atterraggio e decollo
	<b>Aree extra-urbane:</b> - regolazione del livello sonoro dei veicoli a motore - aumentare del 5% l'uso di asfalto a basso rumore - incrementare dell'1,3% l'uso delle barriere acustiche sulle strade principali	<b>Aree extra-urbane:</b> - aumentare le linee veloci e ad alta velocità - sulle principali linee ferroviarie adottare la politica del freno silenzioso - incrementare le linee elettriche	
Risultato	nessun cambiamento significativo	più di 800 mila persone altamente disturbate dal rumore (+35%)	300 mila persone altamente disturbate dal rumore in meno (-37%)
Scenario ottimistico 2030	<b>Aree urbane:</b> - regolazione maggiore del livello sonoro dei veicoli a motore - flotta dei veicoli elettrici al 50% - aumentare del 10% l'uso di asfalto a basso rumore - incrementare dell'3% l'uso delle barriere acustiche sulle strade principali - riduzione del limite di velocità a 30 km/h sulle strade principali interne all'agglomerato urbano	<b>Aree urbane:</b> - minor incremento delle infrastrutture ferroviarie urbane - politica del freno silenzioso sulle maggiori tratte ferroviarie - manutenzione e rettifica delle rotaie	<b>Aree urbane ed extra-urbane:</b> - aerei più silenziosi - migliorare le procedure di atterraggio e decollo - coprifuoco notturno - altre azioni per bilanciare l'effetto del rumore
	<b>Aree extra-urbane:</b> - regolazione maggiore del livello sonoro dei veicoli a motore - aumentare del 10% l'uso di asfalto a basso rumore - incrementare del 3% l'uso delle barriere acustiche sulle strade principali	<b>Aree extra-urbane:</b> - diminuzione delle linee veloci e ad alta velocità - politica del freno silenzioso per il trasporto merci - aumentare l'elettrificazione delle linee - manutenzione e rettifica delle rotaie	
Risultato	2,7 milioni di persone altamente disturbate dal rumore in meno (-20%)	più di 100 mila persone altamente disturbate dal rumore (+4%)	600 mila persone altamente disturbate dal rumore in meno (-71%)

TAB. 1 SCENARI

Scenari ipotizzati dall'Unione europea con il rispetto dei requisiti di legge e con misure di riduzione del rumore più ambiziose.

# DESCRITTORI DI EVENTI SONORI NELLE AREE DI QUIETE

L'INQUINAMENTO ACUSTICO È ANCORA MOLTO DIFFUSO IN TUTTA EUROPA: UN CITTADINO SU CINQUE È ESPOSTO A LIVELLI RITENUTI DANNOSI PER LA SALUTE UMANA. È QUINDI CENTRALE GARANTIRE LA PRESENZA DI ZONE CHE POSSANO OFFRIRE RISTORO DAGLI EFFETTI NOCIVI DELL'ESPOSIZIONE AL RUMORE E MONITORARLE PER PROTEGGERLE. L'ESEMPIO DI CHAMOIS.

**E**vitare e ridurre il rumore ambientale, allorché i livelli di esposizione possono causare effetti nocivi per la salute umana, nonché tutelare la buona qualità acustica sono i principi ispiratori della direttiva europea per la determinazione e la gestione del rumore ambientale. Le aree di quiete possono svolgere l'essenziale finalità di ristoro dagli effetti nocivi dell'esposizione al rumore.

## La funzione delle aree di quiete

Dall'ultimo rapporto pubblicato dall'Agenzia europea per l'ambiente nel marzo 2021 si evince che l'inquinamento acustico è ancora molto diffuso in tutta Europa e soprattutto nelle aree urbane, dove il traffico veicolare rappresenta la principale fonte di inquinamento acustico e almeno un cittadino su cinque è esposto a livelli di rumore ritenuti dannosi per la salute umana.

È da sottolineare che il termine "quiete" indica una condizione di tranquillità esterna che permette il riposo del corpo o che dà serenità allo spirito e non necessariamente corrisponde al silenzio. In questa ottica il termine "zone silenziose", ripreso nella normativa italiana, sembra essere fuorviante o comunque non appropriato.

Al conseguimento della condizione di quiete, o "calma", può concorrere la presenza di suoni desiderati, quali quelli naturali dovuti alla biofonia (suoni creati dagli organismi viventi quali insetti, uccelli ecc.) e alla geofonia (suoni dell'ambiente come per esempio il vento o la pioggia). Questi suoni, infatti, risultano molto più accettabili di quelli tecnologici e del rumore antropico.

Uno dei requisiti per le zone silenziose, 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



1



2

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. La presenza di tali zone, tra l'altro, è un fattore di valorizzazione del territorio e può contribuire alla promozione di un turismo ecosostenibile.

## Metodo per valutare l'interferenza di eventi sonori in aree di quiete

L'interferenza di singoli eventi sonori è stata valutata analizzando i rilievi fonometrici condotti in alcune aree del Comune di Chamois (AO), noto per l'attenzione verso un turismo a mobilità

FIG. 1  
RILIEVI FONOMETRICI

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

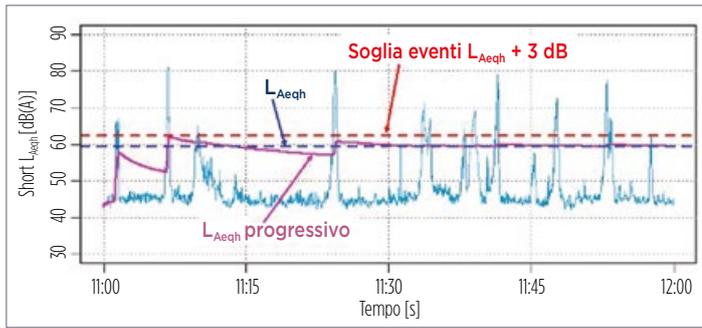
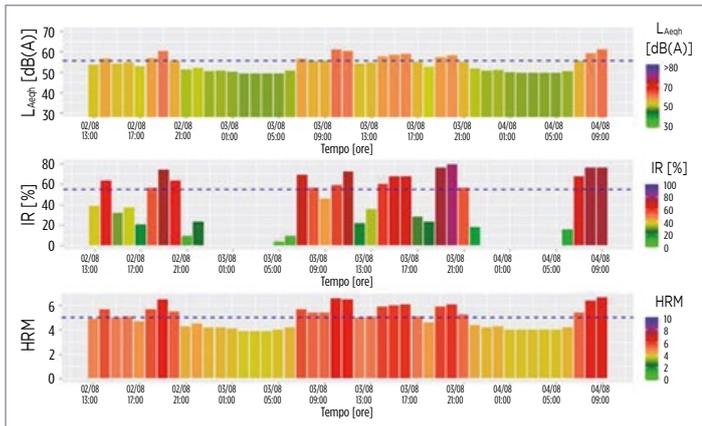


FIG. 2  
RILIEVI FONOMETRICI ORARI

Esempio di confronto tra i valori orari di LAeqh, Ir e indice Hrm, linea tratteggiata blu valore medio; Chamois centro, periodo estivo.



3

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.

In ambienti rurali, la presenza di eventi sonori improvvisi e chiaramente distinguibili dal rumore di fondo può contribuire sensibilmente al disturbo delle persone. Tra le numerose formulazioni proposte in letteratura per la caratterizzazione di questi eventi,

- 1 Chiesetta del paese di Chamois (AO).
- 2 Villaggio d’inverno.
- 3 Lago di Lod d’estate.

nello studio sono stati considerati i descrittori acustici *Intermittency Ratio* (Ir) e *Harmonica* (Hrm). Entrambi i descrittori analizzano con un diverso approccio il contributo di energia sonora di singoli eventi sonori (auto, aerei, vari rumori antropici ecc.) che emerge dal rumore di fondo in una determinata area.

In particolare l’Ir, espresso in percentuale, con valore compreso tra 0 e 100, quantifica il contributo di energia sonora di tutti gli eventi con livelli di pressione sonora superiori a una determinata soglia rapportandolo all’energia sonora totale espressa in termini di livello continuo equivalente:

$$IR = \frac{10^{0,1L_{Acq,T,events}}}{10^{0,1L_{Acq,T}}} \cdot 100$$

dove il termine  $L_{Acq,T,events}$  è il livello equivalente rapportato al tempo di misura T degli eventi sonori eccedenti la soglia K, definita per il rumore stradale come  $K = L_{Acq,T} + 3 \text{ dB}$  e  $L_{Acq,T}$  è il livello continuo equivalente anch’esso rapportato al tempo T (figura 1).

Analogamente la componente di eventi sonori Evt dell’indice Hrm, calcolata su base oraria, valuta il contributo sonoro degli eventi emergenti dal rumore di fondo mediante la seguente relazione:

$$EVT = 0,25 \left[ L_{Acq,T} - \left[ (L_{A95})_{w,eq} \right] \right]$$

ove  $L_{Acq,T}$  è il livello continuo equivalente orario ( $T = 3600 \text{ s}$ ) e  $[(L_{A95})_{w,eq}]$  è il livello equivalente dei livelli percentili  $(L_{A95})_{[i,j+w]}$  determinati su una finestra temporale mobile di ampiezza  $w = 600 \text{ s}$  e passo  $i = 1 \text{ s}$ . La formulazione dell’indice Hrm che ne deriva è:

$$HRM = BGN + EVT = 0,2 \cdot (L_{A95eq} - 30) + 0,25 \cdot (L_{Acq} - L_{A95eq})$$

dove Bgn è la componente caratterizzante il rumore di fondo.

## Risultati dell’analisi

Per l’importazione delle serie temporali  $L_{Acq,1s}$  acquisite nei rilievi fonometrici, 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  $L_{Acq}$ ,  $L_{A5}$ ,  $L_{A10}$ ,  $L_{A50}$ ,  $L_{A90}$ ,  $L_{A95}$ , all’identificazione automatica degli eventi basata sul superamento della soglia K, per il calcolo del descrittore IR e alla determinazione dell’indice *Harmonica* mediante le sopra citate relazioni.

La figura 2 mostra che nel centro del paese di Chamois nel periodo notturno (22-06) a livelli medi di rumore ( $L_{Aeq}$ ) intorno ai 50 dB(A) corrispondono valori molto bassi di Ir che denotano l'assenza di eventi sonori chiaramente eccedenti il rumore di fondo e, conseguentemente, anche il contributo del parametro Evt è esiguo nel valore complessivo di Hrm. Diversamente, nel tempo di riferimento Tr diurno (06-22) la presenza di eventi sonori rilevanti, che contribuiscono considerevolmente al valore di  $L_{Aeq}$ , comporta valori maggiori di Ir. Tale situazione è evidenziata anche dall'analisi statistica dei valori orari di Ir riportata in figura 3.

Si è proceduto anche a valutare la correlazione tra i valori orari dei parametri Ir ed Evt (figura 4), in quanto entrambi descrivono la presenza di eventi sonori. Dai dati rilevati 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.

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. 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 auto-generato dalla strumentazione utilizzata per i rilievi.

Le analisi evidenziano l'opportunità di valutazioni specifiche per le aree in aperta campagna attraverso lo sviluppo di procedure automatiche per l'individuazione di eventi sonori chiaramente distinguibili dal contesto naturale e che sono presenti nei vari periodi dell'anno a seguito delle diverse attività antropiche 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.

**Christian Tibone<sup>1</sup>, Giovanni Brambilla<sup>2</sup>, Anna Callegari<sup>3</sup>**

1. Arpa Valle d'Aosta, Saint-Christophe (AO)
2. Cnr-Stems, Sede di Ferrara
3. Arpae Emilia-Romagna

FIG. 3  
ANALISI STATISTICA DEI VALORI

Box plot degli Ir orari a Chamois centro, suddivisi per Tr diurno e notturno e per stagione.

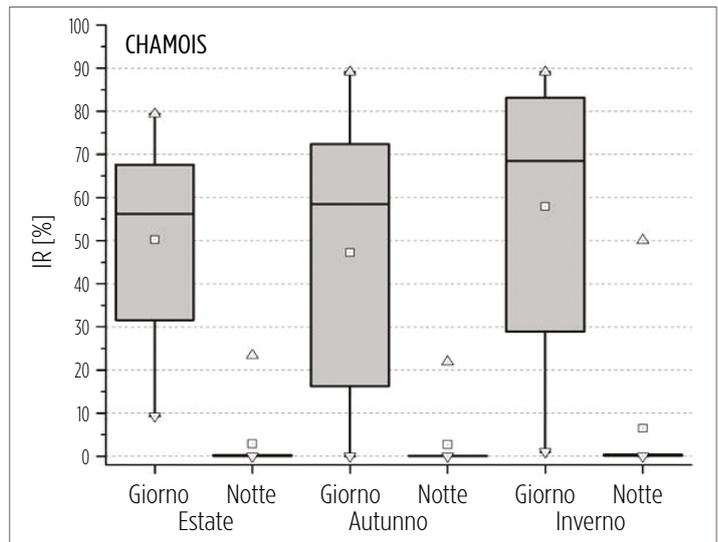
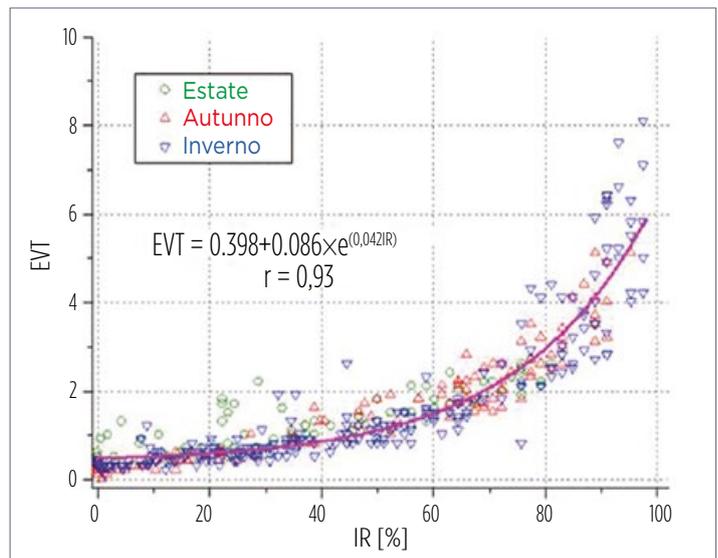


FIG. 4  
CORRELAZIONE TRA VALORI ORARI

Grafico a dispersione dei valori orari di Ir e Evt.



### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Tibone C., Brambilla G., Callegari A., Berlier F., Crea D., Tartin C., Cappio Borlino M., 2022, "Applicazione di descrittori di eventi sonori nelle aree di quiete", *Atti Aia 2022*, Matera, 25-27 maggio.

Alsina-Pagès R.M., Benocci R., Brambilla G., Zambon G., 2021, "Methods for noise event detection and assessment of the sonic environment by the Harmonica Index", *Applied Sciences*, 11, 8031.

Tibone C., Brambilla G., 2021, "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.

Brambilla G., Callegari A., Tibone C., 2021, "L'individuazione delle zone silenziose in aperta campagna", *Atti Aia 2021*, online 24-28 maggio.

Tibone C., Masoero M., Berlier F., Tabozzi G., Crea D., Tartin C., Cappio Borlino M., Agnesod G., 2020, "Seasonal Variability of the Acoustic Climate of Ski Resorts in the Aosta Valley Territory", *Environments*, 7, 18.

Tibone C., Crea D., Tartin C., Berlier F., Agnesod G., Cappio Borlino M., Tabozzi G., Delponte L., 2018, "Approccio alla caratterizzazione delle aree naturali di montagna: 1996-2018", *Atti Aia 2018*, Aosta, 20-22 giugno.

Wunderli J.M. et al., 2015, "Intermittency ratio: A metric reflecting short-term temporal variations of transportation noise exposure", *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 26, pp. 1-11.

Mietlicki C., Mietlicki F., Ribeiro C., Gaudibert P., Vincent B., 2014, "The Harmonica project, new tools to assess environmental noise and better inform the public", *Proceedings Forum Acusticum 2014*, Kraków, 7-12 Sept.

# MAPPE ACUSTICHE STAGIONALI NEI COMPRENSORI SCIISTICI

IN VALLE D'AOSTA A SPECIFICHE CAMPAGNE DI MISURAZIONE IN LOCO SI È AFFIANCATO L'UTILIZZO DELLO STRUMENTO MODELLISTICO. TALE APPROCCIO, ANCHE IN CONTESTI NON CONVENZIONALI, PUÒ FORNIRE SPUNTI ED ELEMENTI PERFORMANTI E UTILI SIA PER SCATTARE UNA FOTOGRAFIA DELLO STATO DI FATTO SIA PER UNA CORRETTA FUTURA PIANIFICAZIONE.

**I**n una regione con specificità territoriali come la Valle d'Aosta, per le valutazioni acustiche, è necessario tener conto non solo delle peculiarità morfologiche, ma anche dell'utilizzo del territorio: ad esempio l'uso turistico di alcune aree ne modifica in modo sostanziale il clima acustico.

Proprio per questo motivo, ad esempio, a livello di programmazione è stata prevista una zonizzazione acustica stagionale: aree di montagna in estate poco frequentate e inserite in classe I, in inverno per la presenza delle stazioni sciistiche vengono classificate anche in classe IV.

Arpa Valle d'Aosta ha da sempre riservato attenzione a queste aree con monitoraggi che, negli anni passati, ne hanno permesso la caratterizzazione dal punto di vista del clima acustico. Per analizzare la rumorosità di alcuni comprensori sciistici, a specifiche campagne di misure strumentali si è affiancato l'utilizzo dello strumento modellistico che ha permesso di ricreare la situazione dei comprensori nel loro complesso e di analizzare diversi scenari.

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti per diversi comprensori sciistici:

- Chamois (comune della valle laterale della Valtournenche) comprensorio a servizio di un villaggio di montagna non accessibile alle automobili e caratterizzato da una frequentazione più contenuta

- Pila (comune di Gressan), comprensorio in prossimità della città di Aosta molto affollato nella stagione invernale

- Cervinia (comune di Valtournenche) comprensorio esteso di alta montagna, frequentatissimo in inverno e che usufruisce della presenza del ghiacciaio per lo sci estivo.

Nella realizzazione di tutti i modelli è stata data importanza all'orografia, non trascurabile in ambiente di montagna, ai tracciati degli impianti di risalita e alle aree di aggregazione.

Per quanto riguarda il calcolo sono stati utilizzati sia l'algoritmo ISO 9613-2 sia l'algoritmo Cnossos.

## *Chamois*

Chamois è un piccolo paese situato a 1.800 m s.l.m. con circa 100 abitanti residenti. Nel periodo di alta stagione (sia in inverno sia in estate) il paese si anima di un turismo di famiglie. Caratteristica particolare del comune è rappresentata dall'assenza di traffico veicolare: il

centro è raggiungibile solo tramite una teleferica.

Il clima acustico di Chamois risente pertanto di questa peculiarità ed è caratterizzato da livelli particolarmente bassi e concentrati nei punti di aggregazione: il centro del paese, da cui partono gli impianti di risalita e la zona circostante il lago di Lod, situato in quota e dove si concentrano alcune attività.

Nel caso di Chamois la costruzione del modello si è incentrata principalmente sulla caratterizzazione delle aree più frequentate, in particolare la zona del centro paese e l'area del lago di Lod. Per la taratura del modello sono stati utilizzati i risultati di 13 punti di misura dislocati in tutto il comprensorio.

Nel complesso, come ci si poteva aspettare, la stazione di Chamois non risulta molto rumorosa, se non nelle aree maggiormente frequentate: significativo l'aspetto per cui lungo gli impianti di risalita e le piste da sci e, in generale, lontano dai centri di affluenza l'impatto sonoro risulta molto contenuto.

La costruzione del modello in questo caso si è dimostrata difficoltosa proprio a causa dei bassi livelli sonori dell'area.



1 Veduta di Chamois.

**Pila**

Il comprensorio di Pila è caratterizzato principalmente dalla vicinanza con la città di Aosta, con la quale è direttamente collegato oltre che da una strada regionale anche da una telecabina: tale caratteristica rende Pila estremamente frequentata anche per le uscite di una giornata, sia da residenti sia da turisti di ogni tipologia, sia per sciare sia per praticare altre attività. Pertanto, dal punto di vista acustico, non sono presenti solo gli impianti da sci, ma anche un importante confluire di attività commerciali e pubblici esercizi nella zona bassa del comprensorio.

Per la taratura del modello del comprensorio di Pila sono stati utilizzati circa 50 punti di misura, utili alla caratterizzazione dei diversi impianti di risalita, differenti tra loro per tipologia, anzianità e usura, frequentazione ecc. Tale caratterizzazione ha fornito un importante database utilizzabile anche per altri comprensori sciistici e per analizzare eventuali ulteriori scenari. La diversità della tipologia degli impianti presenti nella stazione di Pila è risultata evidente dai rilievi e dalla mappatura modellistica: gli impianti più vecchi e usurati (A) producono molto più rumore rispetto a quelli nuovi (B), come indicato nella prima mappa di *figura 1*. Analizzando il contributo sonoro degli impianti di risalita è emerso inoltre come essi non siano sorgenti lineari, ma un insieme di tante sorgenti puntuali costituite dalle stazioni di partenza e di arrivo e dai tralicci di sostegno.

**Cervinia**

Cervinia è una nota e rinomata stazione sciistica situata in testata alla Valtournenche ai piedi del Monte Cervino da cui prende il nome. È molto frequentata sia in inverno sia in estate in quanto gli

impianti, per la presenza di un ghiacciaio in alta quota, sono aperti agli sciatori anche nel periodo estivo. Nel presente studio ci si riferisce comunque solo alla stagione invernale, per un più immediato confronto con gli altri comprensori.

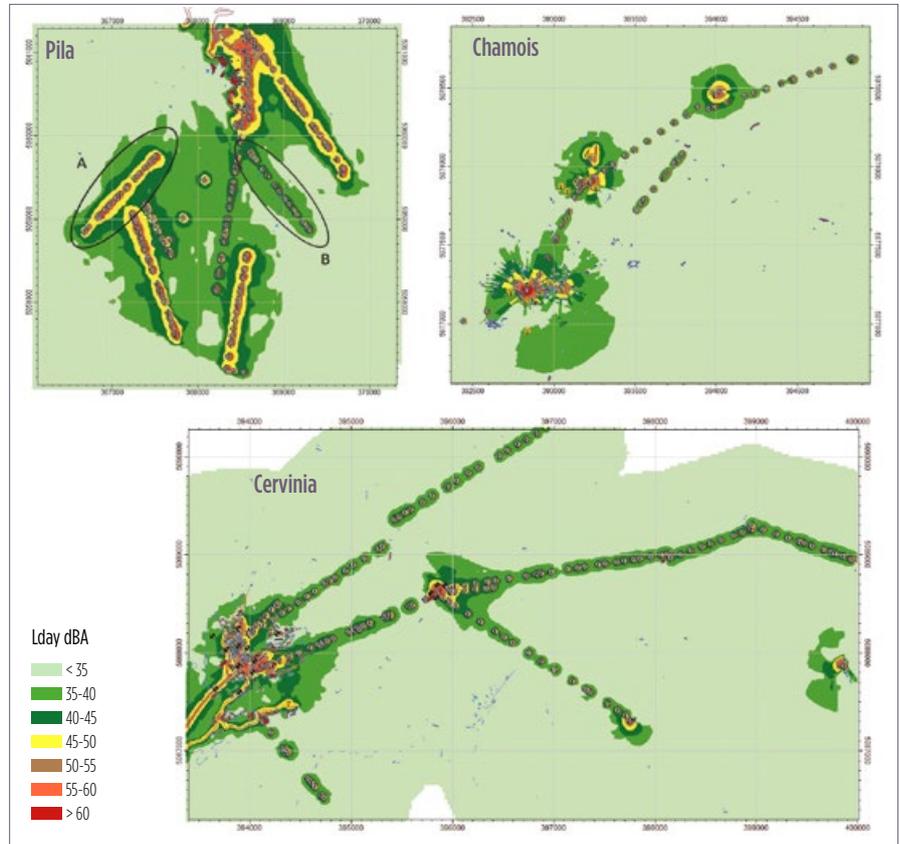


FIG. 1 MAPPATURE ACUSTICHE  
Misurazioni effettuate nei comprensori sciistici a Pila, Chamois e Cervinia.





3

Cervinia, rispetto alle altre stazioni, è caratterizzata da un maggiore afflusso di persone e da un paese più animato, con strade più trafficate, anche al suo interno, con un buon numero di attività commerciali e pubblici esercizi e una via centrale affollata.

La costruzione del modello è stata più complessa rispetto agli altri comprensori a causa dell'articolazione della stazione sciistica: strade interne, anche trafficate, strade pedonali affollate, presenza di più attività, anche di *après ski*, e nel complesso un *domaine skiable* più ampio: dai 2.000 m s.l.m. del paese fino ai 3.500 m di Plateau Rosa.

Vista l'estensione del comprensorio, non è stato possibile effettuare rilievi in modo diffuso come per le altre stazioni: per la taratura e la verifica del modello di Cervinia sono comunque stati utilizzati i risultati di una ventina di punti di misura.

Anche per quanto riguarda Cervinia emerge come il contributo alla rumorosità sia concentrato in maniera significativa nelle aree di partenza e di arrivo degli impianti. In più gli impianti di questa stazione sono moderni e il loro tracciato è piuttosto alto rispetto al terreno, pertanto l'impatto acustico risulta

2 Scorcio della stazione sciistica di Pila.

3 Cervino con fonometro.

4 La stazione sciistica di Cervinia.



4

inferiore in confronto agli impianti più piccoli che solitamente seguono il pendio.

L'utilizzo dello strumento modellistico in un contesto diverso dal consueto ambiente urbano o di infrastruttura trafficata ha permesso di estendere i risultati delle misure fonometriche su tutto il territorio oggetto di analisi e allo stesso tempo di verificare la bontà del modello predittivo, utile anche in vista di un futuro utilizzo in altre realtà analoghe e per l'analisi di diversi scenari.

La principale difficoltà di questo tipo di approccio è quella di rappresentare attraverso il modello le condizioni

particolari delle aree oggetto di studio: livelli sonori piuttosto bassi, sorgenti a volte discontinue e poco definite.

Nonostante le difficoltà e le osservazioni specifiche è comunque emerso che un approccio modellistico anche in contesti non convenzionali può fornire spunti ed elementi performanti e utili tanto a una fotografia dello stato di fatto quanto a una futura pianificazione.

**Filippo Berlier, Marco Cappio Borlino, Daniele Crea, Christian Tartin, Christian Tibone**

Arpa Valle d'Aosta

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Tibone C., Berlier F., Crea D., Tartin C., Cappio Borlino M., 2021, "Livelli acustici in una stazione turistica: effetti delle restrizioni anti-Covid", in *Atti del 47 Convegno nazionale Aia*, 24-28 maggio 2021.

Tabozzi G., 2018, "Caratterizzazione acustica di aree in ambito montano", Politecnico di Torino.

Agnesod G., Tibone C., Tartin C., Crea D., Berlier F., Cappio Borlino M., Tabozzi G., Delponte L., 2018 "Approccio alla caratterizzazione delle aree naturali di montagna: 1996-2018", in *Atti del workshop "Sostenibilità delle attività di svago: animazione o quiete?" del Convegno nazionale Aia*, Isbn 978-88-88942-57-5, Aosta, 20-22 giugno 2018.

Tibone C., Masoero M., Berlier F., Tabozzi G., Crea D., Tartin C., Cappio Borlino M., Agnesod G., 2020, "Seasonal variability of the acoustic climate of ski resorts in the Aosta valley territory", *Environments*, 7,18; doi:10.3390/environments7030018, pp. 1-28.

Direttiva (UE) 2015/996 della Commissione del 19 maggio 2015 che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea* L 168/, 01/07/2015.

# LE STRADE SORGENTE DI RUMORE NUMERO UNO

L'IMPATTO DELLE EMISSIONI ACUSTICHE DERIVANTI DALLE INFRASTRUTTURE SU RECETTORI SENSIBILI, COME LE AREE RESIDENZIALI, PUÒ ESSERE MITIGATO CON AZIONI DI CONTENIMENTO E PROTEZIONE, COSÌ COME PREVISTO DALLA NORMATIVA NAZIONALE ED EUROPEA IN MATERIA DI INQUINAMENTO ACUSTICO.

**I**l traffico stradale, per la sua diffusione capillare sul territorio, rappresenta la sorgente di rumore più importante, specialmente nelle aree urbane. I livelli di rumore generati da una strada dipendono principalmente dalle caratteristiche dei flussi di traffico che su essa transitano, come ad esempio il numero e il tipo dei veicoli (leggeri, pesanti, a due ruote) e la velocità di percorrenza; dipendono anche dalle caratteristiche della strada stessa, come ad esempio il tipo di pavimentazione e la pendenza. I principali meccanismi che generano il rumore di una strada sono il rotolamento della ruota sulla superficie stradale e le emissioni del motore; su questi meccanismi si deve, perciò, intervenire se si vogliono ridurre le emissioni rumorose alla sorgente.

## I limiti normativi

Nella normativa nazionale le infrastrutture di trasporto, che comprendono le strade, sono trattate in modo specifico, in virtù del ruolo di servizio pubblico svolto. La legge quadro n. 447/1995 ha infatti previsto l'emanazione di specifici regolamenti per la disciplina dell'inquinamento acustico prodotto dalle infrastrutture di trasporto: per le strade è il Dpr n.142/2004 che definisce innanzitutto la fascia di pertinenza acustica, cioè la striscia di territorio, individuata per ciascun lato del confine stradale, all'interno della quale sono fissati i limiti di immissione del rumore che l'infrastruttura deve rispettare, espressi in termini di livello continuo equivalente ponderato "A" diurno (dalle 6.00 alle 22.00) e notturno (dalle 22.00 alle 6.00) ( $L_{Aeq,TR}$ ), secondo la definizione del Dm 16/03/1998. L'estensione della fascia, l'eventuale suddivisione in due parti una più vicina all'infrastruttura (fascia A) e una più distante (fascia B) e i limiti di rumore da rispettare dipendono dalla tipologia di



infrastruttura (autostrada, extraurbana, urbana ecc.) e dal fatto che essa sia di nuova realizzazione o già esistente al momento di entrata in vigore del decreto. Introducendo il concetto di fascia di pertinenza acustica si presume che, nella striscia di territorio più a ridosso dell'infrastruttura, essa sia un'importante, se non la principale, sorgente di rumore, per la quale vengono definiti limiti specifici; per le altre sorgenti di rumore (ad esempio attività industriali o produttive), invece, i limiti da rispettare continuano a essere quelli della classificazione acustica comunale (Dpcm 14/11/1997). All'esterno della fascia di pertinenza i limiti che l'infrastruttura deve rispettare sono quelli della zonizzazione acustica, in quanto allontanandosi dall'infrastruttura, dal punto di vista del rumore immesso nell'ambiente, essa diventa una delle

molte sorgenti di rumore presenti (non più la principale) e il suo contributo si somma a quello delle altre sorgenti.

## Le misure

Il rumore prodotto dal traffico stradale è un fenomeno che ha caratteristiche di casualità e deve pertanto essere quantificato in un intervallo temporale che possa rappresentare in modo adeguato tale caratteristica. Per questo motivo la normativa vigente (Dm 16/03/98) prevede che le misure di rumore stradale, in particolare quelle finalizzate al controllo del rispetto dei limiti di rumore, abbiano una durata non inferiore a una settimana e quantifichino i livelli di rumore medi settimanali diurni e notturni. La stessa normativa stabilisce

che nelle misure di rumore stradale il microfono sia posto a una distanza di 1 m dalle facciate di edifici più esposti al rumore, a una quota di 4 m da terra, oppure, in caso di assenza di edifici, in corrispondenza della posizione occupata dai recettori sensibili.

## Le mitigazioni

Per ridurre l'inquinamento acustico prodotto dal traffico veicolare il gestore dell'infrastruttura può, e deve in caso di superamento dei limiti normativi, realizzare interventi di mitigazione del rumore raggruppabili principalmente in tre categorie:

- interventi sulla sorgente: sono le misure di mitigazione realizzate direttamente sulla sorgente di rumore e che agiscono sul meccanismo di generazione del rumore stesso. Nel caso delle strade consistono, ad esempio, nella stesura di asfalto fonoassorbente, nella regolamentazione della velocità veicolare e del transito dei mezzi pesanti, nella realizzazione di rotoatorie che contribuiscono a rendere più fluido il traffico o di varianti al tracciato che spostino il traffico veicolare verso zone meno urbanizzate
- interventi lungo la via di propagazione: sono le opere di mitigazione realizzate sulla via di propagazione del rumore, tra la sorgente e i ricettori. Rientrano in questa categoria le barriere acustiche, le dune e i terrapieni, le barriere vegetali, le gallerie artificiali e i sistemi di copertura a cielo aperto (*baffles*). Questi rappresentano i sistemi di mitigazione più utilizzati. Le diverse tipologie e strutture disponibili (in termini di materiale, di altezza ecc.) consentono di progettare l'intervento adattandolo agli obiettivi di mitigazione che si vogliono raggiungere. In termini di rumore abbattuto le barriere rappresentano una delle misure più efficaci, anche se spesso sono di difficile inserimento paesaggistico e non sempre tecnicamente realizzabili, ad esempio, nelle situazioni ad alta urbanizzazione dove gli edifici da proteggere dal rumore sono in affaccio all'infrastruttura
- interventi diretti al ricettore: sono le opere di mitigazione realizzate sul ricettore, finalizzate a migliorare l'isolamento acustico dell'edificio e alla riduzione del rumore registrato negli ambienti interni. Rientrano in questa categoria l'installazione di doppi vetri, di guarnizioni a porte e finestre, la sostituzione dei serramenti esistenti con nuovi a elevata prestazione fonoisolante. La normativa prevede che questo tipo



di interventi, andando direttamente a interferire con la proprietà privata, siano adottati solo qualora non siano tecnicamente realizzabili interventi alla sorgente o sulla via di propagazione o qualora lo impongano valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale.

## La direttiva europea 2002/49/CE

La direttiva europea 2002/49/CE *Environmental noise directive* (End), recepita in Italia con il Dlgs 194/2005, è il riferimento normativo principale a livello europeo per quanto riguarda la determinazione e la gestione del rumore ambientale prodotto, in particolare, da aeroporti, strade e ferrovie. Definisce un approccio comune per tutti gli Stati membri al fine di "evitare, prevenire o ridurre, secondo le rispettive priorità, gli effetti nocivi, compreso il fastidio, dell'esposizione al rumore ambientale". A tale scopo la End individua tre principali azioni:

- la determinazione dell'esposizione al rumore ambientale mediante la mappatura acustica realizzata sulla base di descrittori e metodi di determinazione comuni
  - l'informazione del pubblico in merito al rumore ambientale e ai relativi effetti
  - l'adozione di piani d'azione, in base ai risultati della mappatura acustica, allo scopo di evitare e ridurre il rumore ambientale dove necessario.
- La normativa attribuisce ai gestori delle infrastrutture la responsabilità di queste azioni. Poiché le sorgenti di rumore e il territorio su cui esse vanno a impattare si evolvono nel tempo, la direttiva europea prevede che i gestori ripetano il processo di mappatura acustica e piano d'azione almeno ogni 5 anni affinché la gestione del rumore sia costantemente aggiornata. Dal 2002, anno di emanazione della End, ci sono state tre fasi di attuazione della

direttiva, mentre è in corso la quarta fase, relativa al quinquennio 2022-2026.

Per le strade il processo di mappatura riguarda esclusivamente gli assi stradali principali, quelli cioè su cui transitano più di 3.000.000 di veicoli all'anno.

La mappatura acustica consiste nel determinare la situazione di rumore generata dal traffico sugli assi principali utilizzando descrittori acustici e metodi di calcolo del rumore standard stabiliti dalla stessa End, nello stimare la popolazione esposta al rumore e nell'individuare le situazioni di superamento dei limiti di rumore. Sulla base del quadro fornito dalla mappatura acustica il gestore elaborerà quindi il piano d'azione, destinato a individuare gli interventi finalizzati a gestire e ridurre i problemi di inquinamento acustico, da pianificare per i successivi cinque anni.

Dalla sua emanazione il testo della End ha avuto importanti modifiche che riguardano i nuovi allegati II e III riguardanti, rispettivamente, il nuovo metodo di calcolo dei livelli di rumore C<sub>nosso</sub>-Eu e i metodi di determinazione degli effetti nocivi, l'allineamento della direttiva End alla direttiva Inspire, il nuovo meccanismo digitale obbligatorio di scambio delle informazioni (Reportnet 3.0) e le modalità per l'individuazione e la gestione delle zone silenziose, che sono state oggetto del decreto 24 marzo 2022 n. 16. Per un corretto approccio a queste novità il gestore dovrà fare costantemente riferimento alle disposizioni normative, alle indicazioni operative e alle linee guida del Mite, adottate dal Dm 26 maggio 2022 n. 72 e disponibili sul sito [www.mite.gov.it/pagina/direttiva-2002-49-ce](http://www.mite.gov.it/pagina/direttiva-2002-49-ce).

**Paola Maggi**

Arpa Lombardia

# IL MONITORAGGIO DEI CANTIERI DI GRANDI OPERE IN LOMBARDIA

L'UTILIZZO DELL'INDICATORE "VALORE INDICIZZATO DEL PARAMETRO", CHE VALUTA IL DISAGIO CAUSATO DAL RUMORE IN FASE DI COSTRUZIONE DELL'OPERA RISPETTO ALLA SITUAZIONE PREESISTENTE HA PERMESSO ALLE AUTORITÀ COMPETENTI LOMBARDE DI FOTOGRAFARE E INTERVENIRE EFFICACEMENTE NELLA GESTIONE DI SITUAZIONI COMPLESSE.

In Lombardia negli ultimi dieci anni sono state realizzate infrastrutture di importanza strategica con una conseguente presenza di numerosi cantieri sul territorio. Anche a seguito dell'attuazione delle misure previste nel Pnrr, nel Piano nazionale integrato per l'energia e il clima (Pniec) e in previsione delle future olimpiadi invernali Milano-Cortina 2026, il territorio regionale risulterà interessato da cantieri di nuove opere. In una regione intensamente urbanizzata è inevitabile che tali opere interferiscano con i centri abitati già in fase di cantiere, per cui la problematica dell'inquinamento acustico risulta rilevante. In questo contesto il Piano di monitoraggio ambientale (Pma) riveste un ruolo di fondamentale importanza per gli aspetti correlati all'acustica, sia in fase di realizzazione dell'opera sia nella fase di esercizio. In particolare, in fase di cantierizzazione il Pma consente di intervenire per il miglioramento di interventi di mitigazione acustica previsti in fase di progettazione.

## L'indicatore "Valore indicizzato del parametro"

Nell'ambito del monitoraggio acustico delle grandi opere vengono utilizzati alcuni indicatori che permettono di individuare soglie di allerta preventive ai superamenti dei valori di riferimento normativi. L'indicatore individuato per il rumore è il valore indicizzato del parametro (Vip) e consente di valutare il disagio in fase di costruzione dell'opera (CO) rispetto alla situazione preesistente (AO). La variazione di questo indice permette di mettere in atto azioni di verifica della situazione ambientale e di adozione di misure correttive, preventive del raggiungimento di reali criticità. La criticità del cantiere può essere valutata dalla variazione del parametro Vip, ovvero dal  $\Delta Vip$ , tra la situazione



AO e quella in CO. L'esperienza maturata sui cantieri ha confermato l'utilità di tale indicatore ed è stata effettuata un'analisi critica per il suo affinamento. Sono stati analizzati i dati di rumore in CO per grandi opere per un totale di più di 3.500 campioni. Nell'83% dei casi si è riscontrata una bassa criticità ( $\Delta Vip < 2$ ), nel 6% una situazione sopra la soglia di attenzione ( $2 \leq \Delta Vip < 3$ ) mentre nell'11% l'impatto del cantiere superava la soglia di intervento, imponendo azioni mitigative ( $\Delta Vip \geq 3$ ). Un valore di  $\Delta Vip$  molto basso rappresenta una situazione in cui il rumore misurato in CO ha valori poco più alti o uguali rispetto alla situazione AO. Il caso in cui  $\Delta Vip$  è addirittura negativo, rappresenta un'anomalia che merita di essere analizzata con attenzione, in quanto può essere sintomo di errori nelle caratterizzazioni del clima acustico di AO o CO. Infatti, le misure di AO devono essere svolte in condizioni il più possibile simile a quelle del CO per essere rappresentative della situazione in assenza delle attività di cantiere e quindi consentire il confronto col CO. Se le misure AO vengono effettuate troppo

tempo prima dell'inizio del cantiere potrebbe essere opportuno ripeterle poco prima dell'inizio delle stesse. Nel corso degli anni si sono verificati anche casi in cui i cantieri hanno invece determinato impatti importanti. Successivamente alle segnalazioni sono stati svolti importanti interventi di mitigazione (barriere mobili, terrapieni) e la riduzione del passaggio dei mezzi. A fronte di tali azioni, le successive misure in CO hanno riportato una diminuzione del rumore e il  $\Delta Vip$  ha mostrato la risoluzione della criticità. Vi sono stati inoltre cantieri caratterizzati da  $\Delta Vip$  molto elevati ( $> 7$ ), contraddistinti da livelli in AO notevolmente inferiori al limite di zona e da lavorazioni in CO molto impattanti. In questi casi gli interventi di mitigazione verosimilmente attuabili non hanno permesso di rientrare al di sotto della soglia di intervento. Una consistente azione mitigativa, ad esempio il dimezzamento dei livelli di emissione sonora, potrebbe comunque risultare con  $\Delta Vip$  ancora elevato. Queste situazioni critiche (ad esempio su versanti o aree con limitati spazi) rappresentano il 3,3%

dei dati analizzati: nel caso è necessario procedere con azioni mitigative o soluzioni progettuali e di cantiere alternative e finalizzate almeno alla riduzione del disturbo.

Talvolta le misure hanno evidenziato situazioni prossime ai limiti di legge. Qualora in AO si riscontrassero livelli molto bassi e notevolmente inferiori al limite di zona e nel CO si evidenziasse il superamento dei limiti, la possibilità, per l'autorità competente, è ricorrere alla deroga ai limiti stessi.

Nei casi in cui il valore misurato in AO è di poco inferiore al limite di zona, può capitare che le attività di cantiere, pur non avendo valori di  $\Delta V_{ip}$  superiori alle soglie di criticità, provochino il superamento del limite stesso. Nel caso in cui si misurassero invece già in AO valori sopra i limiti di zona, sarebbe opportuno gestire preventivamente la situazione con le amministrazioni competenti.

### Considerazioni per un monitoraggio più efficace

In conclusione, dall'esperienza maturata negli anni in Lombardia si può dire che l'utilizzo del  $V_{ip}$  consente di fotografare efficacemente una situazione complessa. Il limite più significativo di tale parametro è legato a situazioni di misure AO, non sempre completamente rappresentative del contesto territoriale. Per ovviare a questa anomalia potrebbe risultare necessario programmare le

misure AO poco prima dell'avvio delle attività di cantiere. Inoltre, in CO è opportuno che le attività di monitoraggio ambientale siano pianificate ed eseguite in concomitanza con le lavorazioni più rappresentative o potenzialmente impattanti. Tali attività dovrebbero quindi essere programmate in sinergia con la direzione lavori e con una scelta dei punti di monitoraggio coerente con la reale configurazione di cantiere.

Una seconda valutazione deriva dalla scelta delle soglie di allarme (attenzione e intervento) per meglio rappresentare situazioni con AO molto al di sotto o prossimi ai limiti di zonizzazione. Queste situazioni potrebbero essere gestite attraverso l'implementazione di ulteriori soglie di allarme, così da fornire agli esperti incaricati della valutazione dell'impatto delle opere un valido strumento per l'immediata e sintetica visione dello stato dell'ambiente interessato.

Per una preventiva valutazione delle condizioni potenzialmente critiche potrebbe essere valutata un'integrazione delle soglie:

- $\Delta V_{ip} \leq 0$  evidenzia, in assenza di mitigazioni importanti, la necessità di un approfondimento di misure, ad esempio, per la fase AO, ripetendole in assenza delle attività di cantiere o in CO effettuandole in presenza di lavorazioni rappresentative del reale impatto del cantiere
- $\Delta V_{ip} > 5$  caratterizza una situazione critica indotta da lavorazioni per cui eventuali misure mitigative, per quanto

efficaci, non comportano una riduzione sufficiente. Tale situazione può essere evidenziata qualora il parametro  $V_{ip}$  risultasse maggiore di 8 già in AO. Un ulteriore aspetto riguarda il rispetto dei tempi nella comunicazione di criticità riscontrate durante le attività di monitoraggio. Affinché il flusso di informazioni sia efficace, devono essere seguiti tutti gli step che il metodo prevede: la comunicazione tempestiva del superamento, la verifica del dato misurato correlato alle attività in essere, l'eventuale accertamento del superamento della soglia tramite la ripetizione della misura, l'attuazione delle azioni mitigative e la comunicazione delle stesse. Una comunicazione tempestiva e completa delle criticità e delle potenziali lavorazioni impattanti permette una migliore pianificazione delle misure mitigative da adottare in funzione delle varie tipologie di lavorazioni. Spesso però, anche a causa della complessità delle relazioni esistenti tra i diversi soggetti coinvolti nella realizzazione delle grandi opere, si possono riscontrare ritardi nelle comunicazioni.

Pertanto, sarebbe utile valutare l'inserimento nei capitolati d'appalto di indicazioni più stringenti in merito alle azioni da compiere, in particolare per le criticità non preventivamente considerate in fase progettuale.

**Emanuele Galbusera, Federica Ghezzi, Roberta Pollini, Valeria Spirolazzi**

Arpa Lombardia



# PORTI, INFRASTRUTTURE E NON SOLO: I MONITORAGGI DI ARPAL

L'AGENZIA SVOLGE DIVERSE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO DELLE FONTI DI RUMORE, ALCUNE CONNESSE ALLE PREROGATIVE DEL TERRITORIO, CON I SUOI PORTI DI INTERESSE NAZIONALE E I TRACCIATI AUTOSTRADALI CHE SPESSO CORRONO A DISTANZA RIDOTTA DAI CENTRI ABITATI, ALTRE COLLEGATE ALLA CARATTERIZZAZIONE DELLE ZONE SILENZIOSE.

**A**rpa Liguria svolge diverse attività legate al monitoraggio delle fonti di rumore; alcune sono legate alle prerogative del territorio, come la presenza di porti di interesse nazionale o di tracciati autostradali che, spesso, corrono a distanza ridotta dai nuclei abitativi. Altre azioni svolte dall'Agenzia si collegano all'individuazione e caratterizzazione delle zone silenziose.

## Il rumore portuale

La rumorosità "portuale" è addebitabile a un complesso di sorgenti e attività: si va dagli impianti delle navi, alla movimentazione delle merci, dal traffico ferroviario e veicolare agli impianti a terra. Scendendo più nel dettaglio, Arpa Liguria ha svolto, negli anni, campagne di misura del rumore immesso nell'abitato da attività e infrastrutture dei porti sia della Spezia sia di Genova, scali che sono prospicienti l'abitato cittadino. Per le valutazioni sono stati utilizzati, quali valori di riferimento e confronto e in attesa dell'emanazione dell'apposito decreto, i limiti assoluti di immissione, come stabiliti dalla classificazione acustica comunale.

### La Spezia

Ma scendiamo nel dettaglio. L'area portuale della Spezia è separata dalla città dal solo tracciato di un'importante strada urbana; questo fa sì che si registri un impatto significativo della movimentazione e del traffico indotto, soprattutto sui recettori più prossimi. A esso si aggiunge la percezione del rumore, anche a distanze maggiori, emesso dai generatori di corrente all'interno delle navi (rumore a bassa frequenza). Per caratterizzare acusticamente le aree circostanti il porto, Arpa Liguria dal 2011 a oggi ha effettuato diverse campagne di monitoraggio, in continuo e corredate da rilievi su tempo breve, con cadenza annuale, in punti di misura stabiliti in collaborazione con un tavolo



1

tecnico composto da Comune, Provincia, Autorità di sistema portuale del mar Ligure orientale e Capitaneria di porto. Le campagne hanno evidenziato impatti da sorgenti diverse a seconda della zona, con una prevalenza di rumore veicolare e ferroviario (connesso alle attività portuali) oppure dovuto al carico, scarico e movimentazione delle merci. I superamenti rilevati hanno interessato prevalentemente il tempo di riferimento notturno e si sono localizzati nelle aree poste di fronte ai terminal portuali e alle aree a prevalenza di carico, scarico e movimentazione container (foto 1). Questi punti di misura sono in classe acustica IV e i valori misurati di immissione ( $L_{Aeq}$ ), in facciata ai ricettori, sono pari a circa  $62,0 \pm 64,0$  dB(A). Le misure hanno, inoltre, evidenziato la presenza di componenti a bassa frequenza in corrispondenza dei periodi di ormeggio delle navi, situazione che si può mettere in relazione agli esposti pervenuti da una zona collinare sovrastante il porto.

### Genova

Per quanto riguarda il porto di Genova, negli ultimi anni è stata posta particolare attenzione al terminal container situato di fronte ai quartieri di Pegli e Prà - Palmaro. Parte dell'attività è stata svolta nell'ambito di un tavolo tecnico che ha coinvolto gli enti territoriali e, in parte, all'interno del progetto Rumble. Le misure effettuate hanno evidenziato come le immissioni dovute alle navi all'ormeggio, con impianti accesi, possano alterare sensibilmente la rumorosità di fondo, soprattutto di notte e nella parte medio bassa dello spettro. Conclusioni analoghe si possono trarre da rilevazioni eseguite per altre infrastrutture portuali di Multedo, come il terminal traghetti e il porto Petroli (in questo caso alla componente "motore" si aggiunge l'immissione, a frequenze maggiori, dovuta ai sistemi di pompaggio per la movimentazione dei prodotti petrolchimici).



2

## Le infrastrutture stradali e ferroviarie

Per quanto concerne i cantieri di costruzione delle infrastrutture più importanti (come il terzo valico e il nodo ferroviario di Genova), il rispetto delle prescrizioni impartite con la Via e con i successivi provvedimenti comunali è verificato, oltre che dal Comune e da Arpa Liguria, con misure a campione o a seguito di esposto anche direttamente dal committente (secondo un programma concordato con la parte pubblica, che prevede di individuare e mitigare le problematiche causa di disturbo).

Nel caso della realizzazione di gallerie (frequenti in Liguria a causa della natura montuosa della regione) le principali cause di disturbo acustico sono connesse alle lavorazioni notturne di scavo e agli sbocchi in superficie degli impianti di ventilazione per il ricambio dell'aria. Nel caso di lavorazioni a cielo aperto, si sono evidenziate criticità soprattutto quando realizzate su tratte nell'abitato, anche a pochi metri dagli edifici; le attività più impattanti si sono dimostrate il consolidamento con palificazioni e il riporto e la compattazione di terra e roccia (che, a seconda dei casi, può provocare vibrazioni significative).

1 Estratto di mappa riportante i siti di misura affacciati sul porto della Spezia e soggetti a livelli superiori al valore limite di immissione.

2 Uno dei siti della campagna di misura del rumore autostradale in corrispondenza di tratti con barriera acustica parzialmente rimossa, nel territorio comunale di Genova.

Proprio per la sua particolare conformazione orografica, in Liguria, è frequente che i tracciati autostradali corrano all'interno dei centri abitati, provocando forti disagi, mitigati per lo più con barriere acustiche. Oltre alle criticità persistenti dovute a mitigazioni non ancora presenti, negli ultimi anni in zone densamente abitate di Genova si è verificata la rimozione parziale o completa di barriere già installate (prevedendone un successivo ripristino, solo in parte a oggi avvenuto).

A fronte di questa situazione, Arpa Liguria, da luglio 2020, sta procedendo a uno *screening* fonometrico nelle zone abitate in cui il traffico autostradale risulta maggiormente impattante; gli esiti di questi monitoraggi sono poi trasmessi agli enti competenti. Le misure hanno confermato le criticità in molte situazioni, dovute sia agli ingenti flussi di traffico, anche pesante, sia alla prossimità delle infrastrutture alle abitazioni (foto 2).

## La tutela delle zone silenziose

Il tema, introdotto in Italia con il Dlg 194/2005, ha ricevuto nuovo impulso dal Dm 16/2022, che stabilisce le modalità per l'individuazione e la gestione di queste aree. Arpa Liguria ha partecipato al gruppo di lavoro, coordinato da Ispra, per definire la proposta di allegato tecnico al decreto e, successivamente, ha portato avanti un'attività di acquisizione ed elaborazione, in ambiente Gis, di informazioni utili per l'individuazione di massima delle possibili aree silenziose in aperta campagna. Al momento lo studio sta interessando le province di Genova e Savona.

Parallelamente, è in corso un'attività sperimentale di monitoraggio che coinvolge un'area all'interno del Comune di Genova, il Parco urbano del Rio San Pietro nel ponente della città. Si tratta di una stretta valletta perpendicolare alla linea costiera, incuneata in un quartiere densamente edificato, interessato da viabilità principale, linea ferroviaria, da un'acciaieria e a poca distanza dall'aeroporto. La valle ha mantenuto buone caratteristiche naturali, con un fitto bosco alle quote inferiori e zone aperte verso la sommità. Le fonometrie, ripetute in diversi periodi dell'anno, sono eseguite in alcuni punti lungo la direttrice di vallata e a diverse quote. Le misure, eseguite su tempo breve e durante gli orari di apertura, acquisiscono anche i multispettri di  $L_{eq}$  su 1 s, per consentire l'analisi dinamica in banda di frequenza. I primi riscontri hanno fornito valori compatibili con la classe acustica I – valori di  $L_{Aeq}$  compresi fra 36 e 46 dB(A) – e, dal punto di vista spettrale, con una buona diversità sonora. Eventi di origine naturale ben distinguibili nella parte medio alta dello spettro che si sovrappongono, insieme a eventi antropici isolati, a una rumorosità di medio-lungo raggio proveniente dal complesso delle sorgenti presenti nel tessuto urbano, rumorosità che va a costituire un fondo tendenzialmente stazionario e indistinto, dominante alle frequenze più basse.

**Cinzia Barbieri<sup>1</sup>, Sergio Brillante<sup>1</sup>, Alessandro Conte<sup>1</sup>, Federica Debarbieri<sup>1</sup>, Andrea Lazzara<sup>2</sup>**

Arpa Liguria

1. Ufficio Inquinamento acustico

2. Comunicazione

# LA QUALITÀ ACUSTICA NELLE SCUOLE ALTOATESINE

NEGLI ULTIMI 13 ANNI, DOPO L'EMANAZIONE DELLE DIRETTIVE PROVINCIALI PER L'EDILIZIA SCOLASTICA CONTENENTI ANCHE LE CONDIZIONI ACUSTICHE DA GARANTIRE PER L'INSEGNAMENTO NELLE AULE, APPA BOLZANO HA EFFETTUATO 2.000 MISURE DEI TEMPI DI RIVERBERO NEGLI EDIFICI. L'OBIETTIVO È MIGLIORARE L'EFFICACIA DELL'APPRENDIMENTO.

“La qualità acustica nelle scuole altoatesine è un tema di cui ci occupiamo ormai da diversi anni”, afferma Luca Verdi, direttore del laboratorio analisi Aria e radioprotezione di Appa Bolzano. “A oggi abbiamo misurato ormai più di 2.000 ambienti scolastici e abbiamo potuto constatare che con una seria progettazione è possibile ottenere una buona qualità acustica nelle scuole”.

## Qualità acustica e apprendimento

Una buona qualità acustica in un'aula scolastica è determinante per l'efficacia dell'apprendimento, ancora di più se l'insegnamento è veicolato in un'altra lingua, come in Alto Adige, dove tale aspetto è molto rilevante. In un'aula con un tempo di riverbero corto, il suono diretto viene “sporcato” poco da quello riflesso dal soffitto e percepito anche da chi è seduto negli ultimi banchi. In più, il suono in eccesso, ovvero quello riflesso due o più volte, è assorbito dall'isolamento acustico del soffitto e dalla parete di fondo. In un'aula con un tempo di riverbero corto si comprende molto bene ciò che viene detto, perché il parlato risulta chiaro, e questo anche quando più persone parlano contemporaneamente. Al contrario, in un'aula con un tempo di riverbero molto lungo, si ha difficoltà a capire quando parlano insegnanti e studenti. Le parole dette vengono riflesse dalle superfici fono-riflettenti di soffitto, pavimento, pareti e parete di fondo. Questo suono riflesso più volte o diffuso peggiora la comprensione del parlato perché si sovrappone al suono diretto. Condizioni acustiche non ottimali rendono la comunicazione verbale difficoltosa, riducono l'intelligibilità delle parole – con conseguente calo nell'apprendimento, difficoltà di concentrazione nonché problemi nell'elaborazione delle parole – e inoltre rendono gli ambienti più rumorosi.



FOTO: APPA BOLZANO

1

Una buona comprensione verbale si raggiunge riducendo il tempo di riverbero, la rumorosità presente, migliorando il rapporto segnale/rumore e garantendo la distanza minima e il contatto visivo tra alunno/a e insegnante.

## Qualità acustica e problemi di udito

Una qualità acustica ottimale è ancora più importante se nell'ambiente scolastico sono presenti bambini e bambine con difficoltà di attenzione o con problemi di udito, avendo essi necessità di una migliore chiarezza comunicativa. Un'acustica non ottimale fa sì che bambini e bambine con problemi di udito siano svantaggiati dal punto di vista dell'apprendimento rispetto agli altri e questo solo per un ambiente non a norma. “Nelle direttive provinciali per l'edilizia scolastica<sup>1</sup>, emanate nel 2009 e da applicare sia nelle nuove costruzioni sia nelle ristrutturazioni, la Provincia autonoma di Bolzano ha inserito la norma DIN 18041 della Germania<sup>2</sup> come norma di riferimento”, spiega Richard Oberkalmsteiner, ispettore tecnico nel Laboratorio Analisi aria e radioprotezione. “In tale norma sono definiti i tempi di riverbero ottimali richiesti (TSoll) nel caso sia di insegnamento a normo-udenti sia

di insegnamento inclusivo a bambini con problemi d'udito”.

Tempi di riverbero più corti, previsti dalla norma DIN 18041:2016-03, sono richiesti non solo per allievi con problemi di udito ma anche per coloro il cui apprendimento avviene in una lingua diversa dalla madrelingua, per quelli che necessitano di una maggiore intelligibilità del parlato, che hanno difficoltà di concentrazione, con Adhd e per quelli descritti nella Convenzione delle Nazioni unite sui diritti delle persone con disabilità. Inoltre, nel 2013, con l'Accordo di programma in favore dei soggetti portatori di handicap<sup>3</sup> la Provincia autonoma di Bolzano ha stabilito che le scuole sono tenute a soddisfare le condizioni acustiche previste dalle direttive scolastiche (insegnamento inclusivo) nel momento in cui un bambino o una bambina con problemi di udito entra nell'asilo nido, nella scuola dell'infanzia, nella scuola primaria e nella scuola secondaria. A livello nazionale sono state pubblicate

1 Esempio di un'aula scolastica risanata dal punto di vista acustico attraverso l'applicazione di pannelli fonoassorbenti a soffitto.

2 Misura del tempo di riverberazione in un'aula scolastica, effettuata da un tecnico di Appa Bolzano, con il metodo del rumore impulsivo.

le due norme UNI 11532-1:2018<sup>4</sup> e UNI 11532-2:2020<sup>5</sup> che si sono ispirate alla norma DIN 18041, ma che sono molto più articolate e complete e che riportano anche dei casi studio.

Nella *figura 1* sono riportate situazioni misurate da Appa Bolzano nelle aule scolastiche, a partire dalle materne, da confrontare con i tempi di riverbero previsti dalla norma, riportati sulle diverse linee. Nel caso A4 dell'insegnamento inclusivo, le aule didattiche che sono sotto la curva blu con una tolleranza del 20% sono idonee per l'insegnamento e per la comunicazione inclusivi, quindi per bambini con problemi di udito.

Il patrimonio informativo raccolto dagli esperti di Appa ha anche una rilevanza scientifica, come dimostrato in recenti congressi nazionali ed europei.

## Ristrutturazione e risanamento

In provincia di Bolzano in tutte le scuole in cui è previsto l'inserimento scolastico di bambini e bambine con problemi d'udito vengono effettuate le misure delle condizioni acustiche nell'anno scolastico precedente all'anno d'inserimento nella scuola, in modo che i risanamenti acustici necessari possano essere portati a termine in tempo. Negli ultimi anni sono stati eseguiti risanamenti acustici anche per la presenza di insegnanti con problemi di udito. "Informare e sensibilizzare le scuole e gli enti locali sui vantaggi di una buona acustica nelle aule scolastiche e sulla normativa provinciale in materia di acustica è per Appa Bolzano di fondamentale importanza", sottolinea



FOTO: APPA BOLZANO

2

ancora Verdi. "Nel caso di avvio di una ristrutturazione generica o di un risanamento energetico nelle scuole, è necessario pianificare anche gli eventuali miglioramenti acustici per le aule scolastiche, come previsto dalle direttive per l'edilizia scolastica. I risanamenti acustici delle aule scolastiche, infatti, se integrati nei lavori di ristrutturazione generici dell'edificio oppure di risanamento energetico, possono essere realizzati spendendo molto meno rispetto a un risanamento acustico effettuato in un secondo momento, a lavori già finiti".

A cura del **Laboratorio Analisi aria e radioprotezione di Appa Bolzano**

### NOTE

<sup>1</sup> "Direttive per l'edilizia scolastica", decreto del Presidente della Provincia 23 febbraio 2009, n. 10. "Regolamento di cui all'articolo 10

della legge provinciale 21 luglio 1977, n. 21: "Direttive per l'edilizia scolastica", Bollettino ufficiale della Regione Trentino-Alto Adige n. 15/I-II, 07/04/2009.

<sup>2</sup> DIN 18041:2016-03, "Hörsamkeit in Räumen: Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung".

<sup>3</sup> "Accordo di programma in favore dei soggetti portatori di handicap", deliberazione della Giunta provinciale del 15 luglio 2013 n. 1056. Accordo di programma ai sensi dell'art. 21/sexies della legge provinciale 30 giugno 1983, n. 20, e successive modifiche (Nuove provvidenze in favore dei soggetti portatori di handicap), Bollettino ufficiale della Regione Trentino-Alto Adige n. 30/I-II, 23/07/2013.

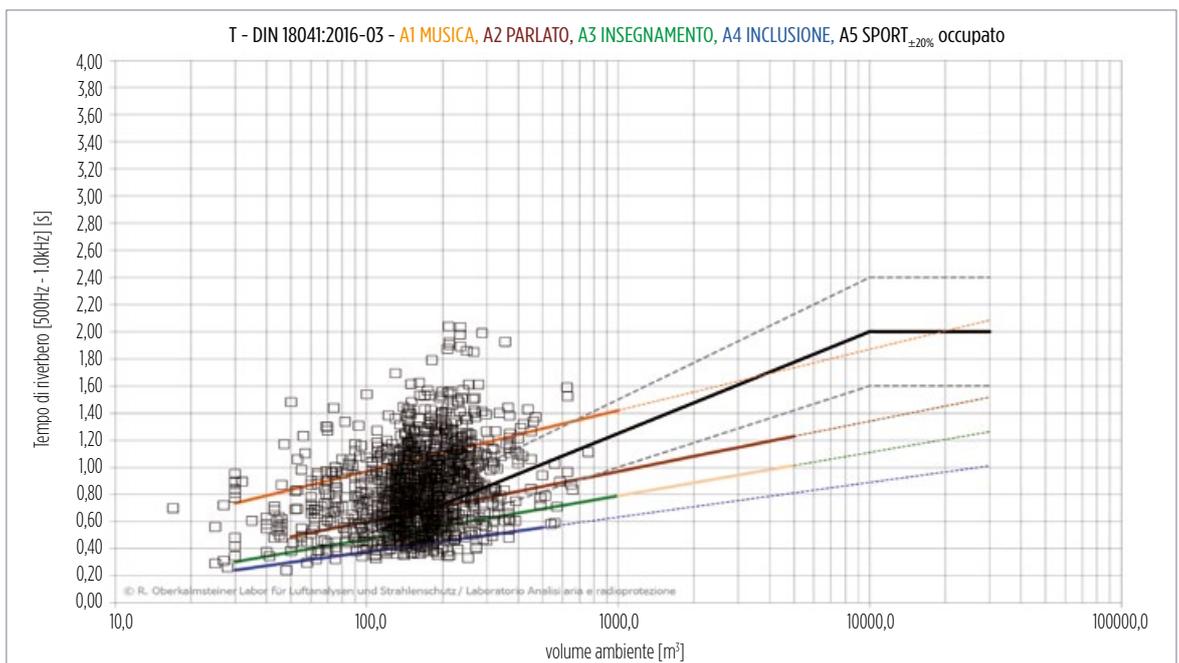
<sup>4</sup> UNI 11532-1:2018, Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati. Metodi di progettazione e tecniche di valutazione. Parte 1: Requisiti generali.

<sup>5</sup> UNI 11532-2:2020, Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati. Metodi di progettazione e tecniche di valutazione. Parte 2: Settore scolastico.

FIG. 1  
TEMPO DI RIVERBERO

Misurazioni del tempo di riverbero nelle aule scolastiche, confrontate con i tempi di riverbero previsti dalla norma DIN 18041:2016-03, che li chiama  $T_{500}$  (linee colorate).

Fonte: DIN 18041: 2016-03



# CONTROLLI FONOMETRICI, L'ATTIVITÀ DI ARPAV IN VENETO

L'AGENZIA MONITORA TRA LE 150 E LE 250 SORGENTI L'ANNO NELLE 7 PROVINCE. GLI INTERVENTI SONO PRIORITARIAMENTE DIRETTI AL CONTROLLO DELLE FONTI DI INQUINAMENTO ACUSTICO PIÙ PROBLEMATICHE PER L'AMBIENTE, O PERCHÉ PIÙ INTENSE O PERCHÉ COINVOLGENTI UN MAGGIOR NUMERO DI PERSONE. NEL 70% DEI CASI RIGUARDANO LE ATTIVITÀ PRODUTTIVE.

**L**a legge regionale istitutiva di Arpav, la n. 32 del 1996, prevede che l'Agenzia svolga le attività tecnico-scientifiche connesse all'esercizio delle funzioni pubbliche per la protezione dell'ambiente relative all'inquinamento acustico, provvedendo in particolare a effettuare il controllo delle fonti di rumore.

Le norme in materia di inquinamento acustico sono state poi specificate con la legge regionale 21/99, che ha indicato che per le funzioni tecniche di controllo di propria competenza i Comuni e le Province si avvalgono dell'Arpav. L'applicazione delle sanzioni previste dalla legge quadro 447/1995 e di quelle previste dalla legge regionale (queste ultime riguardano essenzialmente le attività temporanee quali i cantieri e gli spettacoli) spettano al Comune territorialmente competente. È l'Agenzia, però, in quanto organo accertatore, che provvede alla contestazione dei superamenti dei limiti.

I Comuni richiedono quindi di routine ad Arpav di effettuare controlli fonometrici. Talora, specialmente per i controlli che riguardano il periodo notturno, il numero di richieste eccede le possibilità di svolgimento, perciò con una procedura regionale formalizzata nell'ambito del sistema qualità, sono stati indicati alcuni criteri di priorità. Nelle parole di una circolare del direttore generale Arpav del 1999, "gli interventi dell'Agenzia sono prioritariamente diretti al controllo delle fonti di inquinamento acustico più problematiche per l'ambiente o perché più intense o perché coinvolgenti un maggior numero di persone: in tal senso le campagne d'indagine si rivolgeranno in prima istanza al disturbo acustico arrecato dalla infrastrutture di trasporto, dalle attività produttive – in particolare industriali e artigianali – idonee a provocare immissioni rumorose ad ampio raggio, nonché alle discoteche; la priorità degli interventi sarà, poi, determinata, in base alla localizzazione delle sorgenti

esaminate, dando priorità alle aree sensibili e residenziali". All'arrivo delle richieste, viene perciò assegnata una priorità alta, media o bassa con un punteggio che tiene conto della tipologia del ricettore e del

numero di unità abitative coinvolte, dando la precedenza alle sorgenti di rumore industriale e alle infrastrutture di trasporto, nonché alle sorgenti che interessano il periodo notturno. Vengono penalizzati, in termini di priorità, i

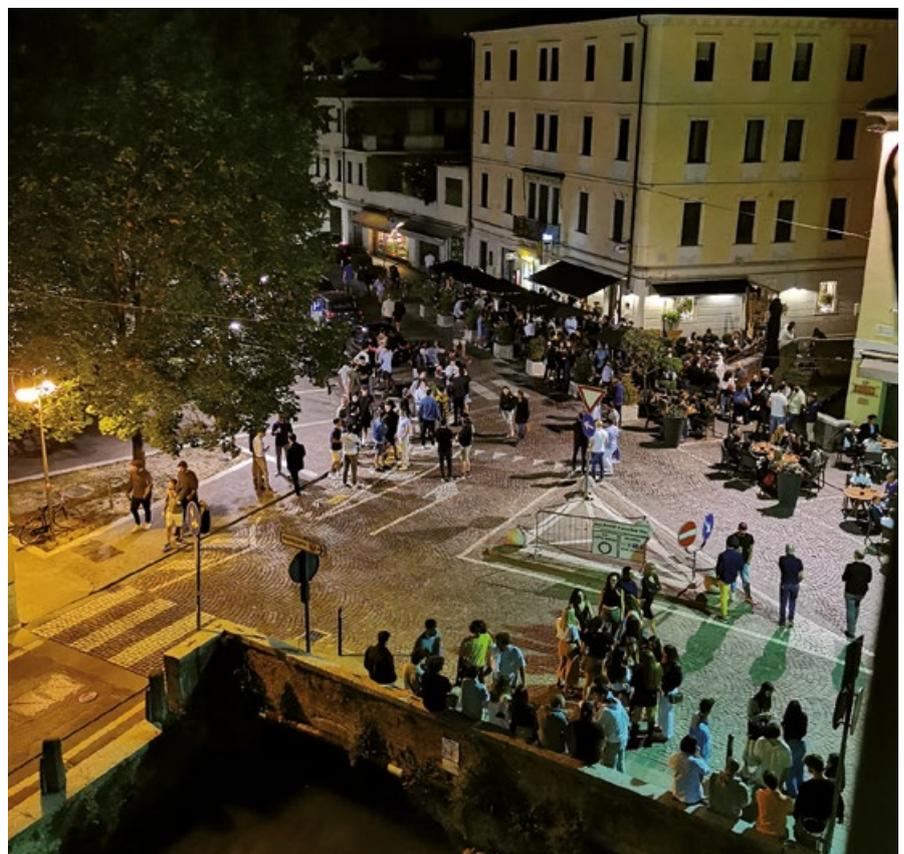
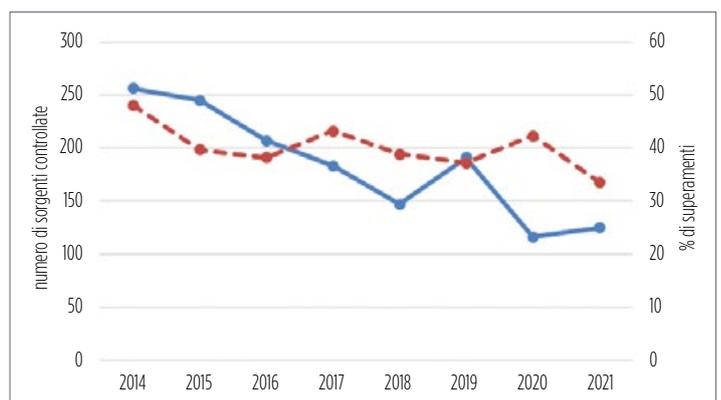


FIG. 1  
CONTROLLI  
IN VENETO

Numero di sorgenti controllate e numero di superamenti dei limiti in Veneto negli anni 2014-2021.

—●— numero sorgenti controllate  
- -●- - percentuale superamenti



Comuni privi di classificazione acustica del territorio, anche se ormai oltre il 92% dei Comuni veneti si è dotato di questo strumento.

Complessivamente, come illustrato dalla *figura 1*, Arpav riesce a monitorare annualmente tra le 150 e le 250 sorgenti, suddivise tra le 7 province, e i superamenti, in media, interessano il 40% delle sorgenti controllate.

Considerando le tipologie di sorgenti sonore individuate da Ispra per la comunicazione annuale da parte del Sistema agenziale dei dati utili per la redazione dell'Annuario dei dati ambientali, si osserva che mediamente circa il 70% dei controlli riguarda le attività produttive in senso stretto e le attività commerciali e di servizio. Inoltre, le sorgenti di rumore costituite da attività industriali e artigianali sono origine, da sole, di mediamente un terzo dei controlli effettuati da Arpav.

Quest'ultimo dato riflette la situazione urbanistica regionale, che è caratterizzata da una mescolanza molto spinta tra attività produttive e residenze, con conseguente frequente vicinanza tra le abitazioni e le sorgenti di rumore artigianale e industriale. La densità di unità locali produttive è infatti di 23,3 per km<sup>2</sup> (15,6 la media italiana). Si tratta di imprese mediamente di piccola dimensione, con 4,3 addetti per impresa (3,9 in Italia) e 11,8 se si considerano le imprese nell'industria in senso stretto (9,9 in Italia).

I controlli sulle infrastrutture di trasporto nel periodo di tempo considerato hanno costituito mediamente il 22% del totale: parte dell'attività è stata generata dalla progressiva entrata in funzione, negli ultimi anni, di nuove infrastrutture (passante di Mestre, superstrada Pedemontana Veneta, terza corsia dell'autostrada A4, alta velocità ferroviaria ecc.).

I controlli relativi alle attività commerciali e di servizio hanno subito nell'ultimo biennio una consistente riduzione, di oltre il 50%, a causa delle vicende legate all'epidemia di Covid-19 e alla conseguente forzata chiusura o limitazione delle attività: mentre infatti negli anni 2014-2019 venivano eseguiti mediamente 77 controlli all'anno, il numero medio nel biennio 2020-21 è stato di 33. In particolare nel 2020 e nel 2021 sono venuti praticamente a cessare gli esposti relativi alla musica e al vociare dovuto ai pubblici esercizi nel periodo notturno (*figura 2*).

Mentre fino al 2020 l'attività relativa agli agenti fisici, tra cui il rumore, era

organizzata su base provinciale, a partire dal 2021 è stata regionalizzata ed è svolta da due Unità con competenza sovraprovinciale: una sul Veneto orientale (Padova, Venezia, Treviso e Belluno), l'altra sul Veneto occidentale (Vicenza, Verona e Rovigo). Indipendentemente dall'organizzazione dei controlli sul territorio, sin dal 2016 Arpav si è dotata di due procedure di prova regionali, facenti parte del sistema qualità dell'Agenzia: una relativa alla misura del rumore negli ambienti abitativi, l'altra nell'ambiente esterno.

In particolare, dal 2016 viene dichiarata nei rapporti di prova l'incertezza di misura e, in caso di superamento dei limiti, si tiene conto dei casi di "conformità presunta" ai valori limite. Infatti, secondo la norma UNI 11326-2, nei casi in cui l'intervallo di incertezza (l'errore di misura, come un tempo veniva chiamato) si sovrappone in certa misura con il limite, "si vuole essere certi (con il livello fiducia prefissato) del mancato rispetto dei valori limite prima di intraprendere azioni con effetti indesiderati per i responsabili di tale mancato rispetto". Ad esempio, nel caso di misure condotte in ambiente abitativo, è necessario che le soglie di accettabilità o il limite differenziale previsti dall'art. 4 del Dpcm 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" vengano superati di più di 0,8 dB (valore che corrisponde all'incertezza estesa unilaterale al livello di fiducia del 95%) per procedere alla contestazione del superamento, contestazione che comporta, oltre all'irrogazione della sanzione amministrativa prevista dalla

legge quadro, l'esecuzione di lavori di mitigazione da parte del detentore della sorgente sonora. Ad esempio, un livello differenziale notturno misurato di 3,5 dB è, a fronte del limite differenziale di 3 dB, da considerarsi "presumibilmente conforme" tenuto conto dell'incertezza di misura.

Esaminando i grafici riportati nelle *figure 1 e 2* si nota una tendenza calante nel numero complessivo dei controlli, anche se potrebbe esservi un effetto confondente dovuto alla situazione anomala creata nell'ultimo biennio. Causa di questo trend di diminuzione si ritiene essere il progressivo aumento dell'attività preventiva, in termini di esame delle documentazioni di impatto acustico, in quanto si è finalmente affermata negli ultimi anni l'applicazione, da parte della Regione e degli enti locali, di quanto previsto dall'art. 8 della legge quadro "Disposizioni in materia di impatto acustico".

Per la redazione della documentazione di impatto acustico, i tecnici incaricati fanno riferimento alle linee guida predisposte da Arpav nel 2008, che sono strutturate in capitoli in base alle varie tipologie di sorgenti sonore (infrastrutture di trasporto, attività produttive, postazioni di servizi commerciali polifunzionali, circoli privati e pubblici esercizi, impianti sportivi e ricreativi).

#### Franco Andolfato

Unità Agenti fisici area ovest, Dipartimento regionale Rischi tecnologici e fisici, Arpav

FIG. 2  
SORGENTI

Sorgenti di rumore controllate distinte per tipologia.

— attività produttive  
— attività di servizio e/o commerciali  
— attività temporanee  
... infrastrutture di trasporto  
— altro



#### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

"Rapporto statistico 2020 Regione Veneto" <https://statistica.regione.veneto.it/Pubblicazioni/RapportoStatistico2020/index.html>

Ispra, "Annuario dei dati ambientali", <https://annuario.isprambiente.it/>

UNI/TS 11326-2:2015 "Acustica - Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica - Parte 2: Confronto con valori limite di specifica".

Ddg Arpav n. 3/2008, [www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/agenti-fisici/rumore/documentazione-di-impatto-acustico](http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/agenti-fisici/rumore/documentazione-di-impatto-acustico)

# RUMORE DALL'AUTODROMO, IL CASO DI IMOLA

L'INFRASTRUTTURA MOTORISTICA È SORTA NEGLI ANNI '50 ALL'INTERNO DEL TESSUTO URBANO, CHE CON IL TEMPO SI È ESPANSO E HA VISTO SORGERE AREE RESIDENZIALI NELLE VICINANZE DELL'AUTODROMO. ARPAE EMILIA-ROMAGNA È IMPEGNATA, INSIEME AL COMUNE E ALL'AUSL, A MONITORARE E MITIGARE LE EMISSIONI ACUSTICHE PRODOTTE IN PISTA.

**L**a presenza di un autodromo all'interno o vicino a un contesto urbano rappresenta certamente un importante elemento di attrazione turistica, commerciale ed economica per il territorio, ma allo stesso tempo costituisce una fonte di criticità ambientale, come rumore e inquinamento atmosferico, in particolare per coloro che vivono nelle aree adiacenti l'infrastruttura.

Gli interessi economici del territorio e degli appassionati degli eventi motoristici spesso si scontrano con le lamentele delle persone che risiedono o lavorano in prossimità dell'impianto e sono esposte ai disagi che un'attività motoristica continuativa nel tempo inevitabilmente comporta.

Non è un caso che nelle località in cui sono presenti i più importanti autodromi italiani si siano costituiti comitati di cittadini che lamentano i disturbi prodotti dalle diverse manifestazioni motoristiche, in particolare per le emissioni sonore.

## Il circuito di Imola

L'autodromo Enzo e Dino Ferrari di Imola non fa eccezione. L'impianto si snoda nella zona pedicollinare della città, a ridosso del fiume Santerno ed è collocato all'interno del tessuto urbano, vicino al centro storico. È stato inaugurato il 25 aprile 1953 durante la disputa del Gran premio Coni, prova del campionato italiano di motociclismo. Nel corso della sua storia l'impianto, il quale è stato oggetto più volte di ristrutturazioni del circuito, ha visto lo svolgimento delle più importanti manifestazioni motoristiche e automobilistiche, quali il campionato mondiale di Formula 1, il Motomondiale, il mondiale Superbike, il mondiale di Motocross, oltre alle gare del campionato Le Mans Series, campionato velocità moto ecc.



FIG. 1 AUTODROMO ENZO E DINO FERRARI, IMOLA (BO)

Le 9 postazioni di misura per il monitoraggio dei livelli sonori prodotti dall'attività di pista.

Attualmente l'autodromo ospita nel corso dell'anno prove tecniche e gare sia di tipo automobilistico sia motociclistico, ma la loro massima espressione è nel campionato mondiale di F1; il circuito è inoltre utilizzato dalle case automobilistiche e motociclistiche per lo svolgimento di test dei propri veicoli. Oltre agli eventi sportivi strettamente motoristici l'autodromo si caratterizza per un utilizzo polifunzionale con lo svolgimento di manifestazioni sportive non motoristiche, eventi musicali e culturali, manifestazioni fieristiche. La lunghezza del tracciato varia in funzione della tipologia di manifestazione motoristica svolta, andando dai 4.909 metri per le auto ai 4.936 metri per le moto, con una pendenza intorno al 9%. Contrariamente alla maggior parte delle piste motoristiche, il senso di marcia del circuito è antiorario.

Dal punto di vista del contesto territoriale una caratteristica significativa, che lo distingue dai restanti impianti motoristici nazionali, è data dalla presenza di abitazioni residenziali poste nell'area interna alla pista, consistenti in circa 25 unità immobiliari che ospitano un'ottantina di residenti. Sono inoltre presenti aree agricole, un parco pubblico e un polo sportivo polifunzionale. Nell'area interna si intrecciano anche strade pubbliche, normalmente aperte alla libera circolazione.

A nord dell'area esterna all'autodromo si colloca il centro residenziale più importante della città di Imola, con le prime abitazioni poste a una distanza di circa 150 metri. A est, a ridosso della curva Rivazza, è presente un altro gruppo significativo di abitazioni. L'area sita a nord-ovest del circuito vede la presenza di un primo limitato fronte abitativo a circa 150 metri dalla pista e un

nucleo più consistente posto a circa un chilometro di distanza. L'area posta a sud-sud-est è caratterizzata da un'area agricola e dalla presenza di abitazioni sparse; fa eccezione un edificio scolastico situato a circa 70 metri dall'infrastruttura.

## Il sistema di monitoraggio del rumore

La normativa di riferimento per la disciplina delle emissioni sonore prodotte nello svolgimento delle attività motoristiche di autodromi, piste motoristiche di prova e per attività sportive è rappresentata dal Dpr 304/2001 "Regolamento recante disciplina delle emissioni sonore prodotte nello svolgimento delle attività motoristiche, a norma dell'articolo 11 della legge 26 novembre 1995, n. 447". Ai sensi della normativa vigente, gli autodromi sono classificati come sorgenti fisse di rumore e sono pertanto soggetti ai limiti determinati dai Comuni con la classificazione acustica, ma non si applica il disposto normativo che definisce i valori limite differenziali di immissione.

Il Dpr 304/2001 prevede l'installazione di un sistema di monitoraggio del rumore a cura dei gestori degli autodromi, in accordo con i Comuni interessati, sentito l'organo tecnico di controllo (Arpae Emilia-Romagna).

Presso l'autodromo "Enzo e Dino Ferrari" di Imola, è attiva dal 2003 una rete di monitoraggio dei livelli sonori prodotti dall'attività di pista, più volte oggetto di revisione e attualmente composta da nove postazioni di misura, riportate nella *figura 1*. Per una gestione condivisa delle problematiche acustiche, nel 2014 è stato sottoscritto, tra Comune, Ausl, Arpae, ConAmi e Formula Imola Spa, uno specifico protocollo, successivamente sostituito nel 2020 con un altro accordo firmato da Comune, Arpae e Ausl. I protocolli, pur nel rispetto delle specifiche competenze dei soggetti sottoscrittori, rappresentano uno strumento di raccordo fra le diverse esigenze per rendere sostenibile, sul piano ambientale, un'infrastruttura che per sua natura e collocazione ha un impatto significativo sulla città, tramite la condivisione delle informazioni, delle criticità e della ricerca di azioni migliorative.

I principali obiettivi degli atti sottoscritti sono i seguenti: implementare la conoscenza del clima acustico delle zone circostanti la struttura sportiva, rendere pubblici i dati di rilevamento ambientale, valutare la ricaduta territoriale



delle emissioni sonore prodotte dall'autodromo, valutare i possibili interventi di mitigazione, condividere le regole per la predisposizione di un piano di gestione acustica e autoregolamentazione dell'attività da parte del gestore.

Nell'ambito di quanto previsto dalla normativa e degli accordi locali, compito del gestore è quello di verificare il corretto funzionamento delle centraline di monitoraggio, eseguendo le necessarie manutenzioni ordinarie e straordinarie e le periodiche tarature, provvedendo, con cadenza mensile, allo scarico, elaborazione e trasmissione ad Arpae dei dati registrati dalle postazioni di misura.

I dati acquisiti nel corso degli anni dal sistema di monitoraggio rappresentano un riferimento per il gestore nella programmazione annuale delle attività. Le singole manifestazioni motoristiche sono infatti distribuite nel corso della stagione sulla base dei calendari delle varie Federazioni motoristiche, delle esigenze commerciali e dei livelli sonori attesi. Verifiche tecniche sono inoltre eseguite dagli addetti alla pista durante le giornate di attività, anche con misure fonometriche puntuali, finalizzate ad accertare la conformità acustica dei singoli veicoli alle regole contrattuali sottoscritte e a definire il numero dei mezzi che possono accedere contemporaneamente in pista.

Arpae esegue la verifica del corretto funzionamento delle centraline fonometriche del sistema di monitoraggio dell'autodromo mediante misure comparative con la propria strumentazione, il controllo amministrativo sulla documentazione tecnica relativa alla strumentazione utilizzata dal gestore, l'esecuzione di ulteriori monitoraggi presso abitazioni, edifici scolastici o aree circostanti la pista motoristica.

Oltre all'attività istituzionale sopra riportata Arpae esegue, con cadenza di norma mensile, anche la verifica e la validazione dei dati elaborati dal gestore, trasmettendo una specifica relazione tecnica a Comune e Ausl.

Se necessario vengono eseguite anche elaborazioni e valutazioni specifiche dei dati rilevati dalla rete di monitoraggio con l'obiettivo di approfondire l'esposizione sonora complessiva di ricettori sensibili quali ad esempio le strutture scolastiche presenti nell'intorno dell'infrastruttura motoristica, oltre a studi specifici su alcuni ricettori sensibili al fine di acquisire elementi di conoscenza utili anche a individuare eventuali interventi di mitigazione.

Dati, informazioni, valutazioni e criticità emergenti vengono riportati all'interno di un tavolo tecnico, istituito nell'ambito dei protocolli operativi, che rappresenta un importante momento di confronto fra i diversi soggetti sottoscrittori, per cercare, attraverso le rispettive competenze e conoscenze, di giungere a decisioni e soluzioni che contemperano i diversi interessi coinvolti.

Il tavolo tecnico si riunisce periodicamente, coinvolgendo in alcuni casi anche la proprietà e la gestione dell'impianto, oltre ai rappresentanti di altre realtà interessate, come dirigenti scolastici e comitati cittadini, per confrontarsi su tematiche specifiche. Proprio in considerazione dell'importanza che riveste l'autodromo in merito al clima acustico della città è attualmente in fase di predisposizione, da parte del Comune di Imola, una revisione del piano di risanamento comunale del polo funzionale autodromo.

**Tiziano Turrini, Raffaele Ferrillo**

Arpae Emilia-Romagna

# MARCHE, IL RUMORE A 20 ANNI DALLA LEGGE REGIONALE

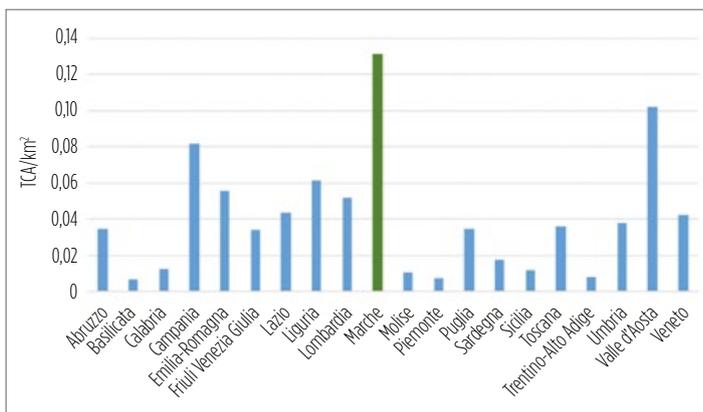
IN ATTUAZIONE DELLA LEGGE QUADRO 447/95, LA REGIONE HA APPROVATO UN CORPUS COMPLETO DI PROVVEDIMENTI CHE HA PRODOTTO UN CIRCUITO VIRTUOSO E CONTRIBUTITO ALLA DIFFUSIONE DI UNA GRANDE CONSAPEVOLEZZA, IN MERITO ALLA TUTELA DAL RUMORE, TRA GLI ENTI RESPONSABILI DELLE AUTORIZZAZIONI E DEI CONTROLLO E I PROFESSIONISTI.

In attuazione della legge quadro 447/95, la Regione Marche ha emanato un proprio corpus di provvedimenti: la Lr n. 28 del 14/11/2001 e le Dgr 896/2003 e 809/2006. La completezza con cui sono stati elaborati questi testi ha prodotto una grande consapevolezza in merito alla tutela dall'inquinamento acustico e un corrispondente fermento del mercato professionale. In questo articolo vengono illustrati gli effetti della legge regionale a vent'anni dalla sua emanazione.

FIG. 1  
TCA

Densità dei tecnici competenti in acustica per km<sup>2</sup>. Dati nelle diverse Regioni italiane [1, 3, 4].

Fonte: <https://agentifisici.isprambiente.it/enteca/home.php>, [www.regione.marche.it/Regione-Utile/Ambiente/Rifiuti-e-inquinamento/Inquinamento-acustico](http://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Ambiente/Rifiuti-e-inquinamento/Inquinamento-acustico), dati Istat 2019.



## Le origini della legge e gli strumenti attuativi

La legge quadro sull'inquinamento acustico 447/95, all'art. 4 comma 1, ha attribuito alle Regioni il compito di introdurre con una propria legge tutta una serie di criteri indispensabili per definire a livello locale le norme per la tutela dell'ambiente abitativo ed esterno dall'inquinamento acustico.

La Regione Marche ha ottemperato a questo obbligo attraverso l'emanazione della Lr 28/01 recante "Norme per la tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico nella Regione Marche".

In attuazione di questa sono state successivamente pubblicate la Dgr 896/2003, contenente i criteri e le linee guida specifici in materia, e la Dgr 809/2006, con parziali modifiche rispetto alla delibera precedente.

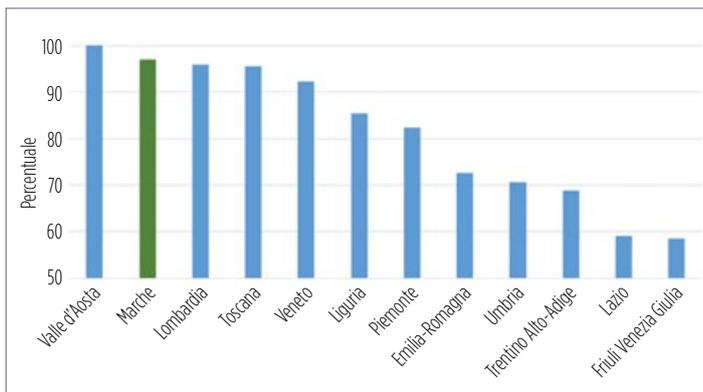
Questi provvedimenti hanno fornito specifiche e dettagliate disposizioni in merito alle competenze di Regione, Province e Comuni oltre che ai criteri per:

- la classificazione e la caratterizzazione acustica dei territori comunali
- la redazione dei piani di risanamento acustico comunali e di quelli volontari delle imprese
- la redazione dei piani di risanamento delle infrastrutture di trasporto di interesse regionale e locale

FIG. 2  
PCAC

Regioni con più del 50% di Comuni dotati di Piani di classificazione acustica comunale. Dati dell'Osservatorio rumore di Ispra.

Fonte: <https://agentifisici.isprambiente.it/index.php/rumore-37/osservatorio-rumore/banca-dati>



- la redazione delle relazioni biennali sullo stato acustico del Comune
- la redazione della documentazione di impatto e clima acustico
- la certificazione acustica degli edifici
- il rilascio delle autorizzazioni comunali per le attività temporanee.

In particolare, gli aspetti più rilevanti introdotti da tale normativa riguardano la descrizione dettagliata di come devono essere redatte le relazioni acustiche di progetto da presentare a fini autorizzativi (impatto, clima acustico e certificazione acustica degli edifici) e la predisposizione di uno schema di “regolamento-tipo” per le attività temporanee con apposita modulistica.

Inoltre già dal 2003 la Dgr 896/03 ha posto l'attenzione sull'utilizzo nei cantieri di macchine conformi alla direttiva 2000/14/CE che era stata da poco recepita con il Dlgs 262/2002.

## Gli effetti della normativa regionale sull'inquinamento acustico

Nelle Marche si contano a oggi iscritti all'elenco nazionale Enteca, previsto dal Dlgs 42/2017, 1.241 tecnici competenti in acustica (Tca), circa 1 ogni mille abitanti della Regione e oltre 1 ogni 10 km<sup>2</sup> (figura 1).

Confrontando questi dati con quelli corrispondenti delle altre regioni si evidenzia come le Marche siano ai primi posti a livello nazionale, a conferma di come il rinnovato interesse verso la tutela dall'inquinamento acustico, prodotto da questa normativa, abbia generato grande fermento nel mercato.

Anche per quanto riguarda l'approvazione dei piani di classificazione acustica comunale (Pcac) la Regione Marche si attesta tra le prime in Italia (figura 2). In questo caso, oltre a una normativa dettagliata che ha aiutato i Comuni nel procedere a questo adempimento, ha giovato il provvedimento che ha reso l'approvazione dei Pcac propedeutica alla possibilità di apportare delle varianti ai Piani regolatori generali. Di conseguenza le amministrazioni comunali hanno ricevuto un forte stimolo nell'approvazione dei Pcac tanto che a oggi, e già da diversi anni, 220 Comuni su 227, pari al 97%, risultano dotati di piano. Questi numeri attestano la Regione Marche al secondo posto a livello nazionale, dietro solo alla Valle d'Aosta, avente 74 comuni e una copertura del 100% (dati Istat 2019 e Osservatorio rumore di Ispra).

TAB. 1  
ATTIVITÀ ARPAM

Attività di Arpa Marche in campo acustico.

\*I dati relativi alle misure del 2020 sono fortemente condizionati dalle restrizioni conseguenti alla pandemia da Covid-19.

Fonte: Dati Arpam.

	Misure attività produttive	Misure servizi commerciali	Misure strade	Misure ferrovie	Totale misure	Pareri rilasciati
2007	19	42	0	0	61	553
2008	31	25	2	0	58	503
2009	13	28	2	0	43	409
2010	7	36	1	0	44	354
2011	12	45	1	0	58	323
2012	19	39	0	0	58	361
2013	7	25	4	1	37	326
2014	10	20	0	0	30	501
2015	13	20	0	0	33	473
2016	5	18	0	0	23	620
2017	2	25	4	0	31	363
2018	4	21	1	0	26	275
2019	0	21	0	1	22	322
2020*	3	3	0	0	6	389

## Le ricadute sulle autorizzazioni e i controlli

La Lr 28/01 e le Dgr a essa correlate hanno creato condizioni di interesse alla problematica dell'inquinamento acustico che, forse anche per via del suo aspetto puntuale rispetto ad altre tematiche ambientali, troppo spesso veniva messa in secondo piano, spostando l'attenzione a eventuali casi da risolvere specificatamente attraverso interventi *ex post*.

Infatti da un'analisi dei dati Arpam degli ultimi 14 anni in merito al rilascio di pareri e controlli effettuati si evidenzia come, a fronte di un elevato numero di autorizzazioni rilasciate, nel corso degli anni le attività di controllo effettuate su segnalazione hanno subito una notevole diminuzione con una leggera prevalenza per quanto riguarda le attività produttive (tabella 1).

Per i servizi commerciali la riduzione risulta meno marcata in quanto condizionata dalle attività temporanee di intrattenimento musicale, soprattutto nelle zone costiere e nei periodi estivi. Dal numero di misure effettuate relativamente al rumore generato dalle infrastrutture di trasporto (strade e ferrovie) si evidenzia come tale problematica rivesta un ruolo marginale rispetto alle altre sorgenti.

## Le opportunità future

L'accuratezza della normativa della Regione Marche in materia di inquinamento acustico ha creato un circuito virtuoso sulla tematica che ha coinvolto gli enti preposti alle autorizzazioni, quelli addetti al controllo e i professionisti; oltre a limitare i casi di disturbo da rumore ha parallelamente contribuito ad accrescere il mercato che ruota attorno alla materia.

Tale normativa sebbene ben strutturata necessita comunque di aggiornamenti. Un importante slancio potrebbe essere prodotto dalle opportunità che si verranno a creare nell'immediato futuro, dall'emanazione dei decreti previsti dal Dlgs 42/2017, dai provvedimenti che verranno emanati a seguito del Pnrr, nonché dai cosiddetti Ecobonus e Sismabonus, in merito all'acustica in edilizia, di cui alla legge 77/2020 di conversione del cosiddetto decreto Rilancio (DI 34/2020).

Ulteriori sviluppi potrebbero venire dal processo già avviato con l'istituzione del Ministero della Transizione ecologica, che si auspica intervenga anche su una tematica così importante come l'inquinamento acustico.

**Enrico Lanciotti, Stefania Barletti, Emidio Bellabarba, Daniela Giuliani, Paolo Micucci, Marta Rabini, Barbara Scavolini**

Arpa Marche

# CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DEL GIOCO PADEL

L'ESPERIENZA DI ARPA MARCHE NELLA MISURA E GESTIONE DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO PRODOTTO DAL PADEL, UNO SPORT SIMILE AL TENNIS, CHE HA RACCOLTO NEGLI ULTIMI TEMPI UN AMPIO CONSENSO TRA GLI SPORTIVI, MA IL CUI RUMORE, SOPRATTUTTO QUANDO SVOLTO IN IMPIANTI VICINI ALLE ABITAZIONI, HA PORTATO MOLTO DISAGIO AI RESIDENTI.

Il padel è uno sport che si sta ampiamente diffondendo e molti sono i campi da gioco nati per venire incontro alla richiesta di maggiori infrastrutture sportive; campi da gioco in contesti urbanizzati stanno creando problematiche di disturbo da rumore nei confronti delle residenze situate in prossimità di questi ultimi. Questo lavoro si pone l'obiettivo di fornire, attraverso una banca dati di misure effettuate, la descrizione acustica del fenomeno padel come strumento utile per la redazione di valutazioni di impatto acustico.

## Perché misurare il rumore del padel

Il padel è una disciplina sportiva, simile al tennis, nata in Messico negli anni '70 che si gioca in doppio, ossia con due squadre da due elementi ciascuna utilizzando una racchetta a forma di "pala" solida e forata. Per le sue caratteristiche di sport facilmente accessibile, dinamico e accattivante, il padel, pur non essendo ancora annoverato tra le discipline olimpiche, sta riscuotendo un grande successo tanto che a oggi arriva a contare oltre 360 club affiliati.

I campi da padel non richiedono l'utilizzo di grandi superfici e quindi sono facilmente realizzabili anche in zone più densamente abitate. Il campo di gioco regolamentare è realizzato tramite una specifica pavimentazione e una recinzione costituita da griglie metalliche e "pareti" composte da pannelli di materiali resinosi e sintetici, plexiglass ecc.

Il padel è uno sport che negli ultimi anni ha riscosso un grande interesse, tanto che sono stati realizzati moltissimi campi da gioco e altri se ne prevedono nel prossimo futuro.

Tale attività, nella provincia di Ascoli Piceno, ha creato in diversi casi non pochi problemi dal punto di vista del rumore prodotto tanto che, nel mese di aprile del 2019, a seguito di un esposto da parte di

residenti prossimi a un centro sportivo, il Comune competente ha chiesto ad Arpa Marche la verifica del rispetto dei limiti di rumore previsti dalla normativa vigente. I rilevamenti fonometrici effettuati dai tecnici competenti in acustica dell'Arpam, oltre che a riscontrare un effettivo superamento del valore limite differenziale diurno nella condizione di finestre aperte, hanno evidenziato anche la presenza di componenti impulsive. L'atto amministrativo di diffida con la richiesta di risanamento acustico emesso dal Comune sulla base delle risultanze del rilevamento fonometrico da parte dell'Arpam, ha creato molto scalpore anche presso la stampa locale tanto che diversi giornali titolavano "I giocatori di padel fanno troppo rumore. Il Comune chiude il circolo" e "Chiudono tre campi di 'Padel Time': i rumori sono troppo forti". La risonanza mediatica ha destato molta preoccupazione nei titolari di impianti e in quelli interessati alla realizzazione di nuovi. Su mandato di questi, diversi tecnici competenti si sono rivolti ad Arpam per avere informazioni relative al rumore prodotto da questa attività sportiva, le cui caratteristiche a oggi risultano per lo più sconosciute.

## Modalità e risultati delle misure

Il rumore generato dal Padel è essenzialmente:

- dovuto ai colpi della racchetta sulla pallina e di quest'ultima sulle pareti della recinzione

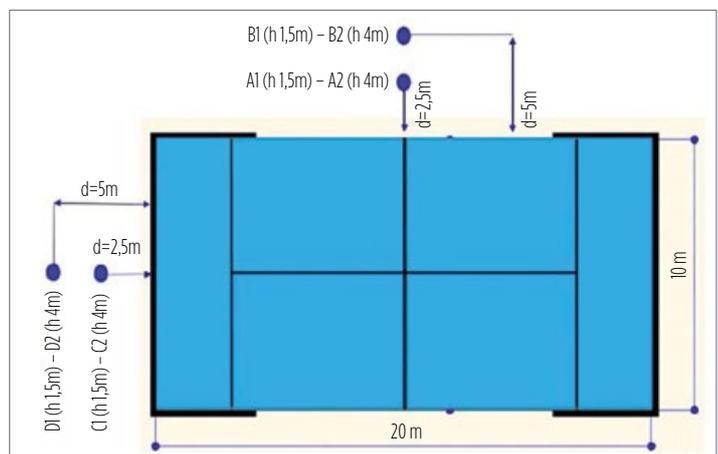
- di natura antropica dovuta ai giocatori.

Per descrivere la sorgente è stata effettuata una serie di misure nelle principali direzioni di emissione rappresentate dai lati (lungo e corto) del campo ed è stata verificata la rilevanza delle due componenti di rumore sopra descritte. Le misure sono state effettuate, con l'utilizzo di 2 fonometri Brüel & Kjær modello 2250, nell'intorno del campo da padel del Circolo tennis Piceno di Ascoli Piceno che ha permesso lo svolgimento dell'attività. I rilevamenti sono stati eseguiti nella posizione centrale dei due lati del campo alle distanze di 2,5 e 5 m dal confine del campo e alle altezze di 1,5 e 4 m (figura 1).

I rilievi fonometrici sono stati condotti in diversi giorni, nei quali il campo era occupato da atleti differenti per sesso, preparazione fisica, agonismo e capacità. Per ogni punto sono state effettuate misure della durata di 10 minuti. L'elaborazione dei dati si è concentrata sulle misure effettuate nella peggiore condizione acustica, che è risultata

FIG. 1  
PUNTI DI MISURA

Schema di un campo da padel con dimensioni e posizionamento dei punti di misura.



INQUINAMENTO ACUSTICO

essere quella relativa a partite giocate da 4 uomini adulti, in quanto il rumore prodotto è sempre superiore a quello generato da squadre femminili o miste. Per ogni misura è stato determinato il  $L_{Aeq}$  e da questo sono stati estrapolati i livelli di rumore dovuti ai colpi e quello di natura antropica. Tutte le misure risultano caratterizzate dalla presenza di componenti impulsive. Nella *tabella 1* vengono riportati il valore medio, massimo, minimo e la deviazione standard delle misure. Il livello di rumore residuo rilevato alle altezze di 1,5 m e 4 m è risultato rispettivamente pari a 44,3 dB e 45,0 dB.

In *figura 2 e 3* si riportano i grafici relativi a vari confronti delle distribuzioni dei livelli di  $L_{Aeq}$  misurati nei diversi punti di misura.

### Considerazioni finali

Dall'analisi dei risultati si evince chiaramente che il rumore rilevato sul lato lungo risulta superiore a quello del lato corto anche nei punti a 4 m e quindi meno soggetti all'effetto schermante della parete (cfr. A2-C2).

Il  $L_{Aeq}$  rilevato sia nel punto A sia nel punto B al variare dell'altezza (1,5 m e 4 m) rimane sostanzialmente stabile in quanto ci si trova in una posizione relativamente vicina al lato lungo del campo, caratterizzato dalla presenza della griglia metallica che non ostacola la propagazione del rumore; diversamente, mantenendo il fonometro a una altezza fissa (1,5 m o 4 m) con il passaggio dal punto A a 2,5 m al punto B a 5,0 m di distanza dalla recinzione, si osserva un decadimento di circa 2 dB sul livello totale. Relativamente al lato corto si è evidenziato che, con il passaggio da 4 m a 1,5 m da terra, si assiste a una diminuzione dei livelli di  $L_{Aeq}$  a causa dell'attenuazione della parete con cui è realizzato questo lato; tale diminuzione risulta più marcata nel punto C (~7 dB) in cui la distanza tra fonometro e parete è pari a 2,5 m, in quanto l'effetto di schermo risulta più efficace a distanza ravvicinata, rispetto al punto D (~5 dB) distante 5 m.

Nel passaggio dal punto C al punto D (da 2,5 m a 5 m di distanza) si osserva che il decadimento del rumore complessivo assume un comportamento più irregolare, poco meno di 3 dB per i rilevamenti a 4 m e circa 1 dB per quelli a 1,5 m, infatti la parete risulta efficace in termini di attenuazione solo sul rumore antropico, mentre nel rumore dei colpi diventa a sua volta sorgente in quanto parte attiva del gioco.

	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2
$L_{Aeq}$ medio - Misura [dB]	63,0	63,0	61,0	61,0	51,3	58,2	50,4	55,5
dev. st.	1,8	1,8	1,1	1,0	1,8	2,3	2,8	3,3
$L_{Aeq}$ min - Misura [dB]	60,8	61,3	59,5	59,8	48,8	55,0	46,2	51,3
$L_{Aeq}$ max - Misura [dB]	66,2	66,2	63,1	62,9	54,5	63,8	56,1	61,4
$L_{Aeq}$ medio - Solo colpi [dB]	68,8	68,9	66,8	67,0	58,3	63,5	56,5	60,7
dev. st.	1,5	1,4	1,1	0,9	1,5	1,3	2,8	2,4
$L_{Aeq}$ min - Solo colpi [dB]	67,3	67,6	65,8	66,1	56,3	61,9	53,3	57,9
$L_{Aeq}$ max - Solo colpi [dB]	70,7	70,8	68,4	68,2	60,5	65,9	60,0	63,8
$L_{Aeq}$ medio - Antropico [dB]	57,5	57,2	54,3	54,2	47,4	54,1	47,3	51,9
dev. st.	3,2	3,4	1,3	1,3	1,7	2,7	3,0	4,7
$L_{Aeq}$ min - Antropico [dB]	54,3	53,6	52,8	52,7	44,3	50,0	43,8	46,8
$L_{Aeq}$ max - Antropico [dB]	61,8	61,4	55,8	55,8	50,6	59,4	51,5	59,0

TAB. 1 MISURE DI RUMORE

Risultati delle elaborazioni delle misure.

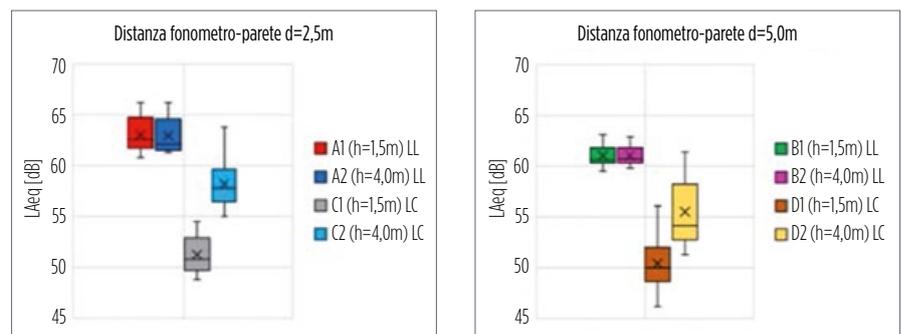


FIG. 2 COMPARAZIONE DISTANZA FONOMETRO-PARETE  
Confronto delle distribuzioni dei livelli di  $L_{Aeq}$  misurati a diverse altezze mantenendo fissa la distanza fonometro parete.

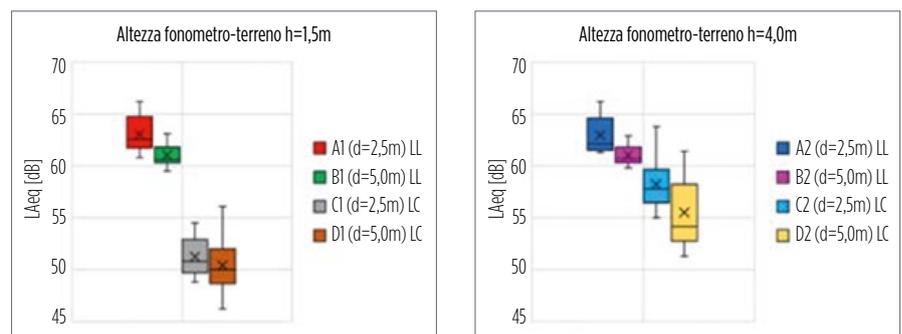


FIG. 3 COMPARAZIONE ALTEZZA FONOMETRO-SUOLO  
Confronto delle distribuzioni dei livelli di  $L_{Aeq}$  misurati a diverse distanze dal campo mantenendo fissa l'altezza.

In conclusione si ritiene che nelle valutazioni di impatto acustico relative alla sorgente padel si debba tener conto dei seguenti fattori:

- 1) la sorgente risulta caratterizzata da componenti impulsive
- 2) la sorgente produce minore rumore lungo la direzione del lato corto per via degli effetti di schermo della parete
- 3) i livelli di rumore dovuti ai colpi e quelli di natura antropica incidono

rispettivamente per un 20% e un 80% della durata della misura.

Un approfondimento futuro potrebbe essere quello di valutare il comportamento acustico a distanze considerevolmente maggiori.

**Emidio Bellabarba, Enrico Lanciotti, Emanuela Apostoli**

Arpa Marche

# EFFETTI DEL RUMORE DEI FUOCHI DI FINE ANNO SUI CANI

I PROBLEMI CAUSATI DAI TRADIZIONALI “BOTTI DI CAPODANNO” HANNO SPINTO MOLTI SINDACI A EMETTERE ORDINANZE DI DIVIETO PER LA TUTELA DELLE PERSONE, DELL’AMBIENTE E DEGLI ANIMALI. QUEST’ULTIMI SONO IN PARTICOLARE MOLTO SENSIBILI AL RUMORE. LO STUDIO DI ARPA MARCHE SU QUESTA TIPOLOGIA DI EMISSIONI ACUSTICHE E I RELATIVI EFFETTI SUI CANI.

In quasi tutto il mondo la notte del 31 dicembre è tradizione sparare petardi e fuochi per allontanare dalle città gli spiriti maligni, a quanto pare molto sensibili al rumore. Tale usanza però, oltre al problema della sicurezza delle persone, determina una serie di inconvenienti tanto che molti comuni ricorrono a ordinanze sindacali volte al divieto d’uso dei fuochi d’artificio per tutelare la qualità dell’aria, la tranquillità dei cittadini nonché la salvaguardia degli animali.

Sono state quindi effettuate misure a cavallo della mezzanotte presso due quartieri residenziali, con lo scopo di caratterizzare la rumorosità prodotta dai “botti di fine anno” e di analizzare gli effetti che questa tipologia di sorgente può produrre sugli animali domestici e, in particolar modo, sui cani.

## Risultati delle misure effettuate

Le misure sono state effettuate in due siti, nelle province di Ascoli Piceno e Fermo, nella notte tra il 31 dicembre 2021 e il 1° gennaio 2022 dalle 22.30 alle 1.00 circa. Da queste sono emerse diverse informazioni, molte delle quali erano facilmente intuibili, altre invece determinate a seguito dell’elaborazione dei dati acquisiti, hanno permesso di riscontrare alcune correlazioni tra la rumorosità rilevata e i possibili disturbi generati sui cani. Dall’analisi del tracciato di misura (*figura 1*) si evince a colpo d’occhio il consistente aumento dei livelli di rumorosità dovuto all’inizio dello scoppio dei primi petardi. In entrambi i siti di misura si sono riscontrati innalzamenti di oltre 20/30 dB della rumorosità rispetto al livello residuo riscontrato in assenza di botti e, come ci si poteva attendere, la presenza di componenti impulsive dovute agli scoppi. Lo spettro in cui si concentra la rumorosità risulta essere compreso circa tra i 100 Hz e i 16 kHz.

FIG. 1 LIVELLI SONORI

Tracciato del Livello  $L_{Aeq}$  rilevato dalle 23:45 alle 00:20 - Sito 2.

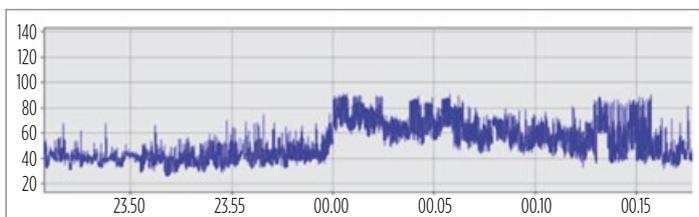
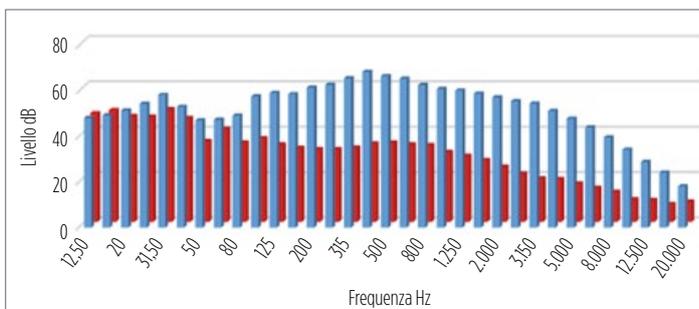


FIG. 2 SPETTRI SONORI

Spettro in terzi d’ottava del rumore residuo (in rosso) e ambientale (in azzurro) nel Sito 2.



TAB. 1 DATI

Sintesi dei dati rilevati.

	Ambientale				Residuo			
	$L_{eq}$ dB	$L_{Aeq}$ dBA	KI	f Hz	$L_{eq}$ dB	$L_{Aeq}$ dBA	KI	f Hz
Sito 1	84,23	80,0	sì	100-16000	53,6	45,4	no	-
Sito 2	76,91	71,9	sì	100-16000	56,1	40,01	no	-

## Il sistema uditivo dei cani e quello dell’uomo

Gli esseri umani sono spesso portati a pensare che le capacità uditive dei cani siano simili alle loro; in realtà ci sono diversità anche significative, tra ciò che ci aspettiamo che i cani possano sentire e ciò che possono effettivamente ascoltare. Pertanto, prima di esaminare una serie di risposte comportamentali potenzialmente problematiche strettamente associate al funzionamento del sistema uditivo del cane, sono stati ricercati i fattori che maggiormente incidono sulla funzione uditiva stessa. La *figura 3* mostra le diversità tra gli audiogrammi per alcune tipologie di cani rispetto a quello del “cane medio” ottenuto come media degli audiogrammi di 11 razze di cane non specificate, da cui si nota come la risposta uditiva è notevolmente influenzata dalla taglia, ossia dalle dimensioni dell’animale

e della morfologia della scatola cranica. Individui più piccoli generalmente sono in grado di percepire frequenze più alte. Nella *figura 4* viene messo a confronto l’audiogramma dell’uomo e quello del cane; dalla sua analisi si possono subito evidenziare alcuni aspetti del comportamento dell’udito dell’uomo rispetto a quello del cane. In termini di frequenze, tipicamente, il range udibile dell’uomo va da 20 Hz a 20 kHz mentre per i cani le frequenze udibili vanno dai 65 Hz ai 45 kHz; all’aumentare dell’ampiezza (intensità) però la gamma si allarga.

La sensibilità dei cani al suono è maggiore rispetto a quella dell’uomo a frequenze superiori ai 4.000-8.000 Hz; la soglia di udibilità risulta essere normalmente di 0 dB (livello di pressione sonora, S<sub>pl</sub>) a 2 kHz per l’uomo e 0 dB (S<sub>pl</sub>) tra 1000 Hz e 16000 Hz per i cani, a seconda della loro taglia [3]. L’intervallo di sovrapposizione della soglia

uditiva dell'uomo e del cane, benché presente, risulta ancora oggi oggetto di studi in quanto la sua localizzazione risulta influenzata dalla taglia dell'animale e dalla frequenza utilizzata.

### Effetti del rumore dei fuochi sui cani

Di seguito si riportano i principali effetti che possono riscontrarsi nei cani a seguito dell'esposizione al rumore prodotto dai botti di fine anno. La paura è un'emozione vitale per la possibilità di sopravvivenza di qualsiasi specie animale, in quanto preserva dai rischi che potrebbero essere fatali nel caso non determinassero una reazione di fuga o difesa. La fobia, come forma disadattativa dell'emozione primaria "paura", rappresenta una deriva patologica che può influire negativamente sul benessere individuale dell'animale e sulla relazione con la famiglia di appartenenza. Una risposta fobica può determinare lo sviluppo di patologie comportamentali quali ansia da separazione, caratterizzata da manifestazioni produttive – distruzioni, abbaì, sintomi gastroenterici, alterazioni del ritmo cardiaco e respiratorio, scialorrea, insonnia – ed evolvere nella depressione, o complicarsi in quanto tale. In alcuni cani, infatti, la fobia può provocare risposte aggressive intense che, essendo prodotte da uno stato emotivo violento, possono produrre danni importanti su chi le subisce. Nel caso specifico del rumore generato dai fuochi di fine anno il fenomeno generato è descritto in letteratura col termine di fonofobia con un quadro sintomatologico inizialmente espresso durante l'esposizione allo stimolo fobogeno, che si manifesta anche in situazioni differenti, con stimolazioni diverse da quelle che precedentemente

erano l'unica causa di attivazione del sistema noradrenergico, alla base della risposta fobica. La fonofobia nel cane è riconosciuta tra le forme di fobie specifiche con la sintomatologia più violenta, che si presentano in molti soggetti con veri e propri attacchi di panico – tremore violento, fuga incontrollata, reazioni aggressive violente, sintomi cardiorespiratori intensi – rappresentando, peraltro, la seconda patologia comportamentale maggiormente rilevata in questa specie. Tra le cause di questa patologia comportamentale sono annoverate l'anatomia del sistema uditivo del cane, traumi pregressi, predisposizione genetica di razza e altre cause che possono determinare anche una predisposizione di taluni soggetti a presentare sintomi più o meno violenti. Nella varietà di sintomi e di intensità della loro espressione, la fonofobia può determinare un enorme disagio per l'animale con conseguenti manifestazioni ansiose dannose per l'ambiente di vita, la relazione con la famiglia e altri animali conviventi, rischi per la sopravvivenza, fortissima compromissione del benessere sul breve e lungo termine. In alcuni soggetti, secondo quanto rilevato da

Riemer [4], la ripresa di una vita normale e la remissione dei sintomi, dopo il periodo di esposizione allo stimolo fobogeno, può richiedere da molti giorni a settimane, determinando in alcuni casi un'alterazione cronica e invalidante del comportamento dell'animale.

### Conclusioni e prospettive future

Dalle caratteristiche acustiche dei fuochi di fine anno ricavate dalle misure effettuate, è possibile notare come lo spettro in cui si concentra la rumorosità dovuta alle esplosioni ricade nel range di frequenze in cui il cane presenta certamente una maggiore sensibilità al suono. Pertanto tali valori, che potremmo classificare come "fastidiosi" per l'uomo, possono essere percepiti come "insopportabili" per il cane che reagisce a questi secondo uno o più effetti che vanno ad alterare il suo stato e il rapporto con i simili e con la famiglia in cui è inserito.

**Enrico Lanciotti<sup>1</sup>, Emidio Bellabarba<sup>1</sup>, Maria Chiara Catalani<sup>2</sup>**

- 1. Arpa Marche
- 2. Medico veterinario esperto in comportamento animale, Perugia

### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Strain G.M., *Hearing frequency ranges for dogs & other species*, 2017, [www.lsu.edu/deafness/HearingRange.html](http://www.lsu.edu/deafness/HearingRange.html)
- [2] Heffner H.E., Heffner R.S., 1992, "Auditory perception", in Phillips C., Piggins D. (eds), *Farm animals and the environment*, Cabi, Wallingford, UK.
- [3] Barber A.L.A., Wilkinson A., Nontealegre-Z F., Ratcliffe V. F., Guo K., Mills D.S., 2020, "A comparison of hearing and auditory functioning between dogs and humans", *Comparative Cognition & Behavior Reviews*, Volume 15, DOI:10.3819/CCBR.2020.150007.
- [4] Riemer S., 2020, "Effectiveness of treatments for firework fears in dogs", *Journal of Veterinary Behavior*, 37, 61e70.

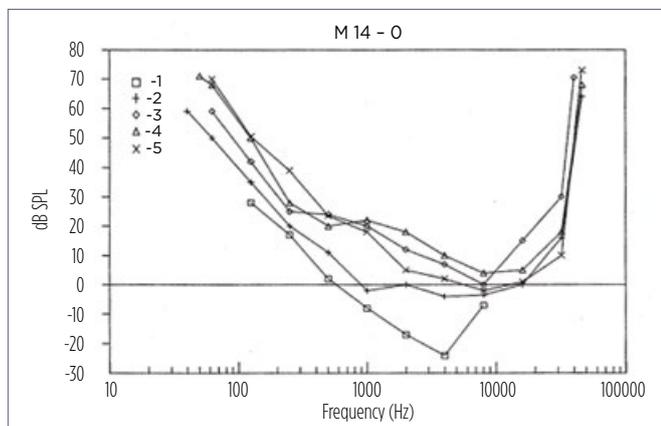


FIG. 3 AUDIOGRAMMA  
 Audiogramma medio di 11 razze di cane non specificate (curva 1) e del Barboncino (curva 2), Bassotto (curva 3), San Bernardo (curva 4) e Chihuahua (curva 5) [1].

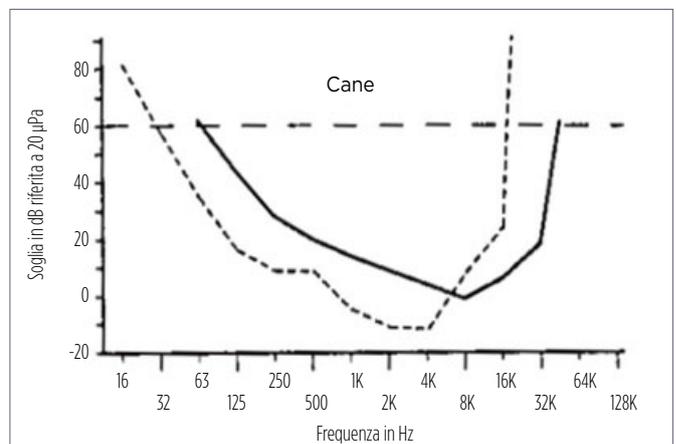


FIG. 4 CONFRONTI AUDIOGRAMMA  
 Confronto fra l'audiogramma umano (linea tratteggiata) e quello medio del cane [2].

# AEROPORTO DI CIAMPINO, UN CASO NAZIONALE PER RUMORE

IL PIANO DEGLI INTERVENTI DI CONTENIMENTO E ABBATTIMENTO DEL RUMORE (PCAR) È LO STRUMENTO CON CUI L'ALLORA MINISTERO DELL'AMBIENTE È RIUSCITO AD AVVIARE UN PERCORSO DI MITIGAZIONE DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO DI UNA INFRASTRUTTURA COSÌ IMPORTANTE ANCHE PER L'UTILIZZO AI FINI ISTITUZIONALI.

L'aeroporto "G.B. Pastine" di Ciampino, con i suoi livelli di inquinamento acustico, rappresenta il primo caso in Italia di approvazione per gli aeroporti del Piano degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore (Pcar) da parte del Ministero dell'Ambiente ai sensi del Dm 29 novembre 2000.

L'iter di approvazione del decreto è stato lungo e articolato a causa della complessità dei temi trattati, per il dibattito instauratosi lungo il percorso dell'istruttoria e per il contenzioso amministrativo avviato successivamente all'emanazione del decreto.

L'iter istruttorio ha previsto il coinvolgimento del Ministero, della Regione Lazio, dell'Ispira, dell'Arpa Lazio e dei Comuni interessati. Il decreto ministeriale di approvazione è stato oggetto di ricorso al Tar e al Consiglio di Stato da parte dei principali operatori di volo coinvolti, oltre che del gestore aeroportuale, ma la sentenza del CdS n. 6976 del 18/10/2021 ha definitivamente sancito la validità del decreto ministeriale in tutti i suoi aspetti, rendendo cogente il Pcar dell'aeroporto di Ciampino.

## Prima del Pcar

L'aeroporto di Ciampino (che con la sua operatività coinvolge i comuni di

Roma, Ciampino e Marino) fino al 1998, in qualità di aeroporto "militare aperto al traffico civile", era interessato prevalentemente da voli militari e istituzionali. Con lo sviluppo dei voli *low cost*, dalla fine degli anni '90 ha subito una crescita importante sia nel numero dei voli, ma soprattutto nel numero di passeggeri (figura 1).

L'aumento dell'operatività ha generato da una parte importanti contenziosi sul territorio per problematiche connesse con l'inquinamento acustico, dall'altra però ha stimolato investimenti sull'infrastruttura da parte degli operatori coinvolti al punto da aumentarne l'importanza strategica sul piano infrastrutturale, con la conseguente riclassificazione quale "aeroporto di interesse nazionale" (vedi Dpr n. 201 del 17/09/2015).

Dal 2008 l'Arpa Lazio ha avviato una propria rete di monitoraggio in continuo del rumore generato dall'aeroporto con l'ausilio di stazioni fisse di rilevamento, supportando diversi studi – tra cui quelli svolti dal Dipartimento di epidemiologia del Servizio sanitario regionale del Lazio – che hanno mostrato evidenze statistiche di effetti sulla salute dei residenti nell'area circostante l'aeroporto e una possibile associazione tra rumore ambientale misurato all'esterno delle scuole e difetti sia nella discriminazione uditiva dei bambini sia nelle capacità di apprendimento (vedi studi Sera e Samba).

Nel 2010 è stata approvata la "caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale" (c.d. Piano di zonizzazione acustica aeroportuale) delimitando l'area di pertinenza aeroportuale con i relativi limiti acustici da non superare (espressi in livello di valutazione del rumore aeroportuale  $L_{va}$  e livello equivalente  $L_{Acq}$ ) come definiti dal Dm 31/10/1997 e successivi decreti attuativi della legge quadro 447/1995.

Dal 2010 i risultati del monitoraggio hanno evidenziato costanti superamenti dei parametri acustici rilevati (sia  $L_{va}$  che  $L_{Acq}$ ) presso alcune stazioni. Conseguentemente, il gestore aeroportuale ha redatto il Piano di contenimento e abbattimento del rumore (Pcar) secondo quanto prescritto dal decreto del Ministero dell'Ambiente 29 novembre 2000.

## Il Piano degli interventi e il Dm 345/2018

Ai sensi della legge 447/1995 "nel caso di superamento dei valori di cui al comma 2" (nella versione ante modifica apportata dal Dlgs 42/2017), sulla base del Dm 29/11/2000 il gestore Aeroporti di Roma Spa (AdR) a dicembre 2013 ha trasmesso il primo Pcar dell'aeroporto. Il piano è stato trasmesso alla Regione Lazio, ai

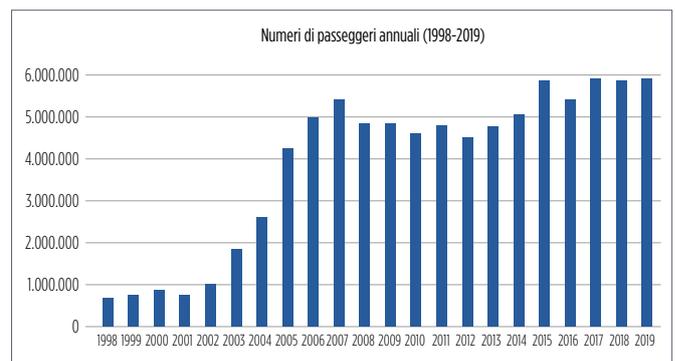
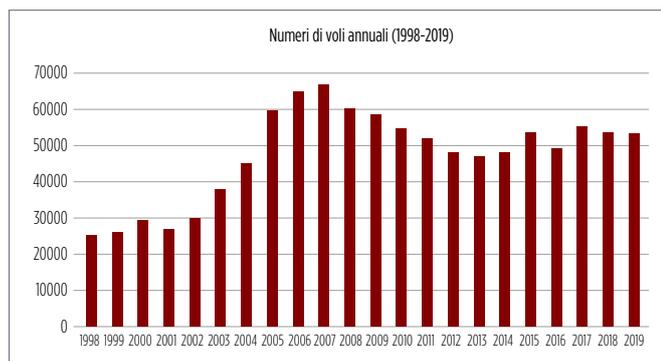


FIG. 1 NUMERO DI VOLI E PASSEGGERI

Numero di voli e passeggeri annuali nel periodo 1998-2019 (gli anni successivi non sono significativi a causa della pandemia da Covid-19). Fonte: [www.assaeroporti.com](http://www.assaeroporti.com)

Comuni interessati (Roma, Ciampino e Marino) e al Ministero dell’Ambiente. L’istruttoria di approvazione è stata seguita dalla Regione, secondo la propria regolamentazione vigente (Lr 18/2001 art. 26) che delega ai Comuni la funzione di approvazione. A marzo 2014 i Comuni hanno rigettato il Piano redatto da AdR. Nel novembre 2015 AdR ha trasmesso un nuovo Pcar, ma – a seguito della nuova classificazione quale aeroporto “di interesse nazionale” – la competenza autorizzativa è stata trasferita al Ministero dell’Ambiente. Il nuovo Piano prevedeva in sintesi le seguenti proposte di risanamento:

- riduzione del 30% del numero di voli commerciali da circa 97 a 65 al giorno
  - distribuzione voli: 100% diurni e 0% notturni
  - graduale sostituzione del 50% dei velivoli operanti sullo scalo di Ciampino (prevalentemente Boeing 737/800 e Airbus A320) con nuovi velivoli di ultima generazione a minor impatto acustico.
- Il nuovo piano, dopo una complessa istruttoria che ha coinvolto Ministero, Regione, Arpa, Ispra e Comuni, è stato approvato con decreto del Mattm n. 345 del 18 dicembre 2018 (pubblicato in Gazzetta ufficiale – serie generale n. 16 del 19/01/2019).

Il decreto si compone di 6 articoli più l’allegato A “Prescrizioni”, strumento individuato per delineare un percorso metodologico di attuazione del piano, consentendone al tempo stesso una continua verifica di attuazione. L’art. 1 approva il piano e l’art. 2 definisce l’obiettivo del risanamento prevedendo che l’aeroporto debba garantire il rispetto dei limiti previsti dal Dm del 31 ottobre 1997 (limiti della zonizzazione acustica aeroportuale) e dal Dpcm 14 novembre 1997 (limiti della classificazione acustica comunale). L’art. 3 definisce il termine di esecuzione del piano: entro 5 anni dalla data di presentazione. L’art. 4 definisce le modalità di controllo assegnando alla Regione Lazio, con il supporto dell’Arpa, il compito di verificare l’ottemperanza delle prescrizioni. L’art. 5 prevede le sanzioni applicabili e l’art. 6 le disposizioni finali.

## Conclusioni

Il Dm 345/2018 rappresenta il primo Pcar approvato dal Ministero dell’Ambiente ed è il risultato di un intenso lavoro di studio e di collaborazione messo in campo da parte di tutti gli enti coinvolti. Allo stato attuale, a valle dei contenziosi che

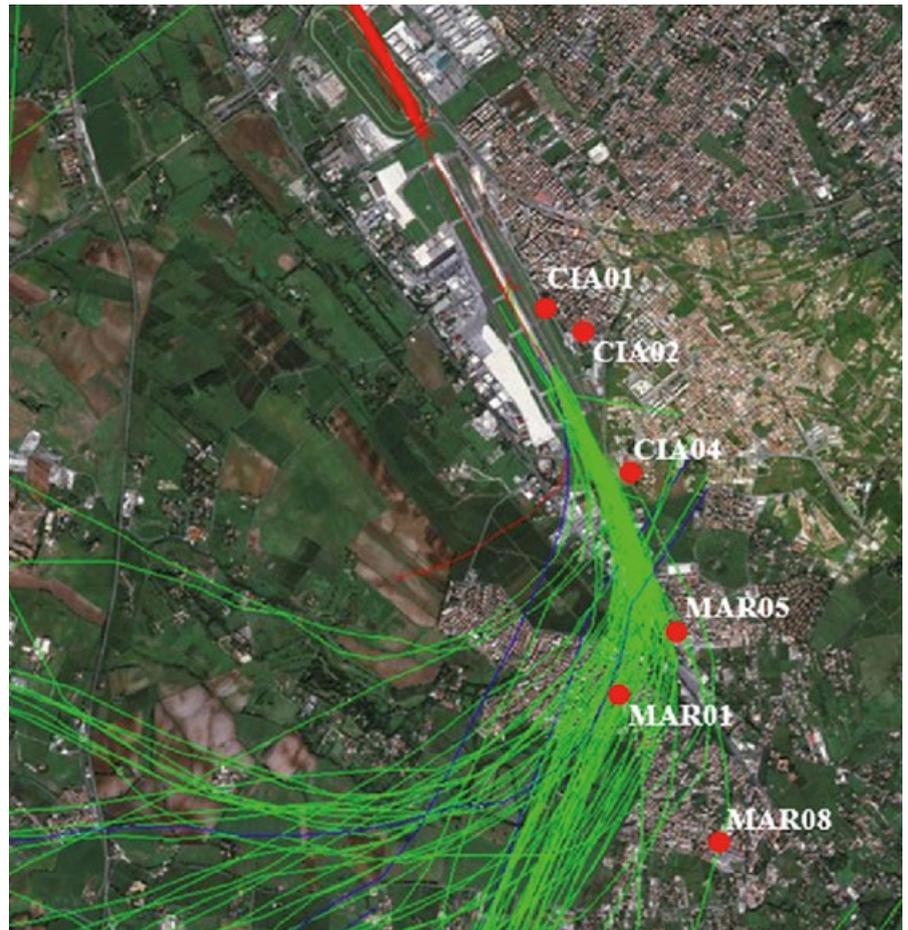


FIG. 2 ROTTE VELIVOLI  
Territorio di interesse dell’aeroporto di Ciampino. Rotte velivoli in vigore dal 3 gennaio 2019 e stazioni di misura del rumore di Arpa Lazio.

ne hanno sospeso temporaneamente i tempi di attuazione e della pandemia da Covid-19 che ha fatto slittare alcune tempistiche di attuazione, è in corso il lavoro di verifica di ottemperanza alle prescrizioni e di attuazione degli obiettivi. L’impegno sul piano tecnico e sul piano amministrativo è ancora particolarmente complesso e delicato, anche in virtù degli interessi di settore coinvolti e delle peculiarità connesse con l’aeroporto di Ciampino, ancora fortemente a uso anche istituzionale.

L’obiettivo relativo alla riduzione dei voli commerciali è stato raggiunto, ma è ancora in corso il dibattito sul completo divieto dei voli notturni, viste le specificità connesse con alcune sentenze del Tar. Rimane allo stato attuale ancora non attuata la sostituzione dei velivoli con tipologie a minor impatto acustico. In merito agli interventi compensativi sugli edifici scolastici, i lavori sono in fase conclusiva e sono costantemente oggetto di verifica di ottemperanza da parte di Regione e Arpa. L’ottemperanza completa agli obiettivi del decreto ancora non è stata sancita e sarà necessario proseguire con i lavori di verifica e confronto tra le parti per

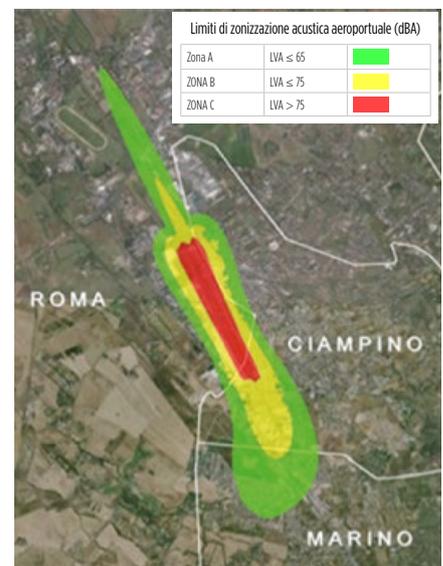


FIG. 3 ZONIZZAZIONE ACUSTICA  
Mappa della zonizzazione acustica aeroportuale di Ciampino.

garantire ai cittadini la giusta tutela dall’inquinamento acustico, ma il percorso di risanamento è delineato in maniera efficace e inappellabile.

**Tina Fabozzi**

Arpa Lazio

# NORMALE TOLLERABILITÀ, VERSO UNA MIGLIORE VALUTAZIONE

IL CRITERIO COMPARATIVO SPESSO UTILIZZATO IN SEDE GIUDIZIARIA HA DIFETTI CHE NE INFICIANO LA VALIDITÀ. LA RECENTE SPECIFICA TECNICA UNI/TS 11844 PRESENTA UN CRITERIO AGGIORNATO E SCIENTIFICAMENTE FONDATO PER LA VALUTAZIONE DEL RUMORE INTRUSIVO, CHE PUÒ COSTITUIRE UNO DEGLI ELEMENTI PER VALUTARE LA NORMALE TOLLERABILITÀ.

In Italia, per dirimere contenziosi riguardanti l'immissione di rumore in una proprietà privata si fa riferimento all'art. 844 del codice civile: "Il proprietario di un fondo non può impedire le immissioni di fumo o di calore, le esalazioni, i rumori, gli scuotimenti e simili propagazioni derivanti dal fondo del vicino, se non superano la normale tollerabilità, avuto anche riguardo alla condizione dei luoghi".

Tuttavia non esiste la definizione esatta di "normale tollerabilità". Si tratta infatti di un termine ampio e volutamente indefinito per indicare una moltitudine di fenomeni e atteggiamenti che dipendono dai soggetti coinvolti, dalla loro situazione fisica e psicologica, dal contesto sociale e culturale in cui vivono ecc.

Insomma, si tratta di una di quelle categorie inclusive e per ciò stesso vaghe come il "comune senso del pudore". Come si evolve e cambia il "comune senso del pudore" così si evolve e cambia la "normale tollerabilità".

Quindi in sede giudiziaria i consulenti tecnici si trovano nella paradossale situazione di dovere presentare una qualche misura in assenza di una chiara definizione del misurando, che per di più è mutevole nel tempo. In mancanza di meglio, diversi decenni fa è stato proposto

il cosiddetto criterio comparativo, che poi si è imposto in sede giudiziaria nonostante le critiche della grande maggioranza dei ricercatori in acustica. Perciò la recentissima pubblicazione della specifica tecnica UNI/TS 11844 [1] è stata vista da molti come la possibilità di superare finalmente il criterio comparativo. A parere dello scrivente, la contrapposizione pura e semplice dei due metodi non risolve il problema della corretta valutazione con riferimento all'art. 844 c.c., che va invece trattato con l'insieme dei metodi disponibili. Nel seguito si cercherà di evidenziare le ragioni di questo giudizio.

## Sul criterio comparativo

Il criterio comparativo confronta la differenza aritmetica tra i valori di due descrittori diversi tra loro con il valore limite di 3 dB(A). Il primo descrittore è associato al livello di rumore ambientale e di solito è un livello equivalente ponderato "A" ( $L_{Aeq,T}$ ) - ma a volte è usato anche il livello massimo con costante di tempo Fast ( $L_{AF,max}$ ). Il secondo descrittore è associato al rumore di fondo ed è sempre il livello percentile  $L_{A95}$  ponderato "A". Se la differenza aritmetica tra questi due valori è maggiore di 3 dB(A) la normale

tollerabilità sarebbe superata. È evidente che il criterio ha gravi difetti di base che ne inficiano la validità.

Tra gli altri:

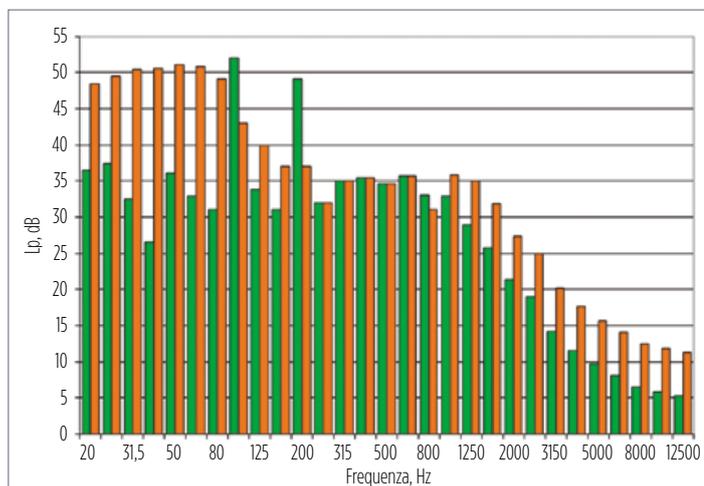
- a) il criterio non ha base tecnico-normativa. I suoi sostenitori affermano di rintracciarne l'origine nella vecchia raccomandazione ISO/R 1996 del 1971, ma omettono di ricordare che questa è stata ritirata da decenni e sostituita dalla ISO 1996, che è stata a sua volta aggiornata al progresso tecnico fino all'edizione corrente, divisa in tre parti (ISO 1996-1:2016, ISO 1996-2:2017 e ISO/PAS 1996-3:2022)
- b) il criterio impone una scelta rigida dei descrittori, che invece dovrebbero essere scelti dal tecnico rilevatore sulla base di considerazioni tecniche relative al caso specifico in esame (cfr. la UNI 10855). Per esempio, la scelta del livello  $L_{A95}$  per rappresentare il rumore di fondo non è l'unica possibile; infatti per il medesimo scopo si usa anche il livello percentile  $L_{A90}$ ; più in generale bisognerebbe valutare attentamente l'intera storia temporale del fenomeno indagato, nel tempo di misura, prima di scegliere il percentile più adatto a rappresentare il rumore di fondo, come insegna la UNI 10855
- c) il criterio confronta in modo non corretto grandezze diverse. Non si può confrontare una media energetica - il livello equivalente  $L_{Aeq,T}$  - con un valore derivato dal conteggio delle occorrenze statistiche - il livello  $L_{A95}$  - che non è una media. È come confrontare mele con banane
- d) il criterio impone un valore limite unico e arbitrario per casi molto diversi tra loro. Gli studi di psicoacustica degli ultimi 50 anni dimostrano che la tollerabilità al rumore dipende simultaneamente del valore globale dell'energia sonora alle diverse frequenze del suono, della durata del fenomeno, della diversa sensibilità uditiva alle varie frequenze del suono, della diversa

FIG. 1  
CONFRONTO TRA  
SPETTRI SONORI

Due spettri sonori molto diversi tra loro che hanno lo stesso valore globale di 43 dB(A). Lo spettro 1 ha due componenti tonali a 100 Hz e 200 Hz, mentre lo spettro 2 non ha queste componenti ma è più carico in bassa frequenza.

■ Spettro 1  
 $LpA=43$  dB (A)

■ Spettro 2  
 $LpA=43$  dB (A)



propensione delle persone ad accettare o meno una specifica tipologia di sorgente sonora, del periodo della giornata (diurno o notturno), del contemporaneo svolgimento di una specifica attività, del contesto sociale, culturale ed economico ecc. [3] Per esempio, la *figura 1* presenta due spettri sonori molto diversi tra loro che tuttavia hanno lo stesso valore globale in dB(A). Inoltre, è noto che un aumento del livello di pressione sonora di 3 dB(A) è appena percepibile da una persona con l'udito sano; per ottenere un raddoppio della sensazione uditiva bisogna aumentare il livello sonoro di 10 dB(A) circa

e) il criterio scarta a priori metodi affidabili e disponibili, come per esempio quelli esposti nella UNI 10855 [2] o i classici parametri psicoacustici (*loudness, sharpness, roughness, fluctuation strength* ecc.) [3].

Si potrebbe continuare, ma tanto basta per capire che il criterio comparativo è semplicistico e inadeguato; addirittura rischia di essere fuorviante in molti casi concreti.

## Sulla UNI/TS 11844

La UNI/TS 11844 introduce un metodo operativo per determinare quando una specifica sorgente sonora presenta caratteristiche di intrusività rispetto al contesto dovuto a tutte le altre sorgenti. Nell'ambito della *signal detection theory* [4] ciò significa che il "segnale s" rappresentato dalla sorgente specifica è individuabile nel contesto di altri non di interesse (il "rumore di fondo n"). La decisione del soggetto ricettore (percepisco la sorgente specifica: sì o no) dipende dalle distribuzioni di probabilità della risposta sensoriale al rumore n e al segnale più rumore s+n. Quest'ultima ha la stessa forma di quella del rumore n, ma è spostata verso valori maggiori a causa dell'aggiunta della sorgente specifica (*figura 2*). Lo spostamento dipende dalla capacità discriminante del ricettore, d'. Gli studi pionieristici di Fidell et al. hanno specificato questa teoria generale nell'ambito psicoacustico arrivando a definire il *detectability level* D'L [5]. Questo parametro stima l'intrusività sulla base del rapporto dell'energia del rumore intrusivo rispetto al rumore di fondo in ogni singola banda di frequenza del suono (v. *scheda tecnica*). Si tratta quindi di un confronto tra spettri sonori in funzione della frequenza. A valori crescenti di D'L corrisponde un'intrusività progressivamente crescente.

In appendice alla norma è riportata un'analisi dell'intervallo di variabilità dei valori di D'L relativamente ad alcuni casi tra quelli riscontrabili in situazioni reali. In certi casi questa elaborazione deve essere integrata da ulteriori criteri. Per esempio, è noto che la presenza di componenti tonali ed eventi impulsivi nel rumore intrusivo può influire sulla percezione della intrusività e del disturbo indotto. Allo scopo, in altre appendici della UNI/TS 11844 sono descritte alcune procedure per l'identificazione delle componenti tonali e di eventi impulsivi.

## Conclusioni

Si è visto che il criterio comparativo, anomalo rispetto al progresso scientifico degli ultimi 50 anni, è semplicistico e inadeguato. Per dare risposte significative alle esigenze giudiziarie esistono altri criteri con serie basi scientifiche, riportati nelle norme tecniche che sono continuamente aggiornate allo stato dell'arte. La UNI/TS 11844 [1] presenta un criterio aggiornato e scientificamente fondato per la valutazione del rumore intrusivo, che può costituire uno degli elementi per valutare la normale tollerabilità, assieme alla UNI 10855 [2], ai classici parametri psicoacustici (*loudness, sharpness, roughness, fluctuation strength* ecc.) [3] e a quant'altro ritenuto necessario dal tecnico acustico incaricato. L'importante è capire che non esiste una risposta unica a problemi diversi; il tecnico deve essere lasciato libero di valutare, per ogni caso specifico, i metodi da impiegare nella descrizione del fenomeno acustico, al fine di fornire all'autorità competente gli elementi necessari a prendere la decisione corretta.

### Massimo Garai

Professore ordinario, docente di Acustica applicata, Università di Bologna  
Presidente della commissione Acustica e vibrazioni di UNI

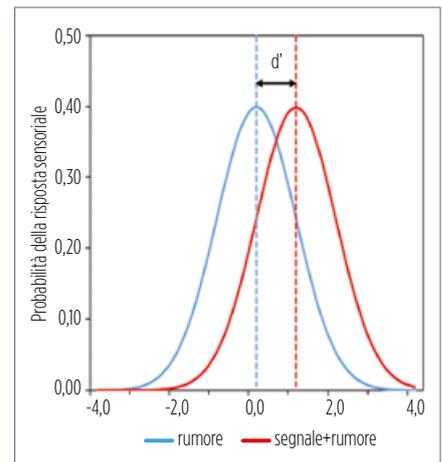


FIG. 2 SIGNAL DETECTION  
Distribuzioni della risposta sensoriale al solo rumore di fondo e al rumore + segnale specifico e individuazione della detectability d'.

## SCHEDA TECNICA

Si riportano di seguito i tre passi essenziali per determinare il *detectability level* D'L secondo UNI/TS 11844.

1) Per ciascuna i-esima banda (bisognerebbe usare le bande critiche, o bark [3], ma è ammesso usare le comuni bande di un terzo di ottava [1]) con ampiezza BW<sub>i</sub>, si determina il valore di *detectability* con la relazione:

$$d'_i = 0,4 \sqrt{BW_i} \frac{10^{L_{si}/10}}{10^{L_{ri}/10}}$$

dove L<sub>si</sub> è livello di pressione sonora, in dB, stimato nella i-esima banda per la sorgente specifica sotto indagine e L<sub>ri</sub> è il corrispondente livello di rumore residuo, in dB.

2) Il valore cumulativo d'<sub>c</sub> che tiene conto dei contributi di tutte le N bande è dato dalla relazione:

$$d'_c = \sqrt{d'^2_1 + d'^2_2 + \dots + d'^2_N}$$

3) Il *detectability level* si ottiene passando in scala logaritmica:

$$D'L = 10 \log_{10}(d'_c)$$

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] UNI/TS 11844:2022, *Procedure per la misurazione e l'analisi del rumore intrusivo*.
- [2] UNI 10855:1999, *Acustica - Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti*.
- [3] H. Fastl, E. Zwicker, 2007, *Psychoacoustics - Facts and Models*, Springer.
- [4] N.A. McMillan, C.D. Creelman, 2005, *Detection theory - A user's guide*, Lawrence Erlbaum Associates, 2nd ed.
- [5] S. Fidell, S. Teffeteller, R. Horonjeff, D.M. Green, 1979, "Predicting annoyance from detectability of low-level sounds", *J. Acoust. Soc. Am.* 66(5), 1427-1434.

# PROBLEMI APPLICATIVI DELLA NORMA SUL RUMORE INTRUSIVO

UN ESAME CRITICO DELLA SPECIFICA TECNICA UNI/TS 11844:2022. LE CRITICITÀ RIGUARDANO LA MANCANZA DI UNIVOCITÀ DELLE MISURAZIONI E LA DIFFERENZA DI VALUTAZIONE RISPETTO AL RISCONTRO SPERIMENTALE DEI TEST DI ASCOLTO, CON PARTICOLARE DIFFICOLTÀ DI APPLICAZIONE IN FASE GIUDIZIARIA PER I LIVELLI BASSI E MOLTO BASSI.

La specifica tecnica UNI/TS 11844:2022 sul rumore intrusivo propone un nuovo criterio per valutare il grado d'intrusività da applicare nelle controversie giudiziarie per immissioni di rumore nelle abitazioni. Il criterio è presentato come applicazione della teoria del rilevamento (*detection theory*) e dei test di ascolto effettuati da Sandford Fidell e consiste nel calcolo dello spettro per terzi d'ottava con una certa formula. I risultati sono confrontati in una tabella di valutazione dell'intrusività, dalla "trascurabile" alla "molto alta".

Il parametro adottato per valutare l'intrusività è la *detectability* (rilevabilità)  $d'_i$  che esprime la percezione, per ogni  $i$ -esimo terzo di ottava, del rumore intrusivo come rapporto (segnale/rumore) dei livelli sonori  $L_{si}$  e  $L_{ri}$  della sorgente specifica del rumore intrusivo e del rumore residuo indicati come esponenti, mentre nella formula originale di Fidell il rapporto è indicato direttamente dai valori dei due segnali (l'intrusivo e il fondo). L'intrusività è espressa in decibel, con il livello di rilevabilità  $D'L$  (*detectability level*) che è il logaritmo della somma (vettoriale) delle *detectability*  $d'_i$  di tutti i terzi di ottava.

La valutazione della UNI del grado d'intrusività è indicata in una tabella: l'intrusività è giudicata "trascurabile" con  $D'L < 13$  dB, fino alla "molto alta" con  $D'L \geq 43$  dB.

## I risultati non univoci

La prima critica alla UNI è che è lasciata al tecnico ampia libertà di scegliere il parametro della misurazione fonometrica (se livello equivalente  $L_{eq}$  o percentile  $L_{10}$  o  $L_{90}$ ), le durate e il numero delle misurazioni ecc. Ovviamente senza precise indicazioni le misurazioni sono effettuate in modi diversi e quindi anche i risultati del livello di rilevabilità  $D'L$  sono diversi pur essendo tutte le misurazioni



“effettuate secondo la UNI”. Ad esempio, la misurazione del lamentato rumore del camminare dal piano di sopra (o del trascinare le sedie o della musica o delle voci) essendo fortemente discontinuo ha differenza tra  $L_{10}$  del camminare e  $L_{90}$  del residuo maggiore rispetto alla differenza tra  $L_{eq}$  ambientale e  $L_{eq}$  residuo. Perciò lo stesso rumore intrusivo può avere due diversi gradi di valutazione: uno di maggiore intrusività perché  $D'L$  è maggiore (con la differenza tra  $L_{10}$  del camminare e  $L_{90}$  del residuo) e l'altro di minore intrusività perché  $D'L$  è minore (con la differenza tra  $L_{eq}$  ambientale e  $L_{eq}$  residuo). Senza queste indicazioni la valutazione dell'intrusività non è univoca e quindi la specifica tecnica UNI non può essere una norma di valutazione.

## Differenza tra valutazione dell'intrusività di UNI e di Fidell

La tabella UNI del grado d'intrusività è ripresa (con modifiche) dalla tabella originale formulata da Fidell nel 1981, ma le condizioni di percezione del rumore intrusivo a cui si riferiscono le due tabelle sono diverse tra loro (v. Fidell

S., Teffeteller S., 1981, "Scaling the annoyance of intrusive sounds", *Journal of Sound and Vibration*, 78(2), 291-298). La tabella di Fidell si riferisce ai due segnali, dell'intrusivo e del fondo, entrambi appositamente registrati per il test: il partecipante per tutta la durata della prova sente il rumore di fondo (registrato) e deve cliccare quando sente il rumore intrusivo e deve anche indicare il grado di fastidio che avverte. Quindi i due segnali, del rumore di fondo e del rumore intrusivo, sono disponibili separatamente e questo consente a Fidell di misurarli entrambi durante le prove e associarli alla risposta del partecipante. Invece la tabella UNI si riferisce a misurazioni fonometriche effettuate nel mondo reale (non in laboratorio), dove i due segnali (dell'intrusivo e del fondo) sono mescolati e non è fisicamente possibile separarli. Con la UNI si ricava il  $L_{eq}$  della sorgente specifica (cioè dell'intrusivo) calcolandolo come differenza logaritmica tra il  $L_{eq}$  ambientale e il  $L_{eq}$  residuo, necessariamente misurati uno dopo l'altro (in tempi diversi). La differenza tra i due metodi è che la misurazione dell'intrusivo di Fidell, siccome è di due segnali registrati in

laboratorio, è sempre ben ripetibile mentre la misurazione della sorgente specifica di UNI, ripetuta in tempi diversi e con gli errori del calcolo della differenza logaritmica (in tutti i terzi di ottava), spesso non è sufficientemente ripetibile con incertezza accettabile. Questo è un grosso difetto della UNI.

La tabella di valutazione dell'intrusività di Fidell è in tre colonne: la rilevabilità d' (a sinistra), il grado di intrusività (a destra) e l'effetto del rumore intrusivo sulle persone a seconda dell'attività svolta in quel momento, del grado di attenzione e di impegno (al centro).

Invece la tabella della UNI (prospetto 3) ha ripreso i 6 gradi d'intrusività di Fidell ma ha tralasciato la seconda delle tre colonne e la menomazione rende la tabella UNI monca, priva della descrizione dell'effetto del rumore sulle persone e sulla collettività. L'obiezione è che, trattandosi di soggettività del fastidio, la descrizione dell'effetto sulle persone è di primaria importanza e non può essere tralasciata.

## I test di ascolto con i partecipanti impegnati in videogiochi

Nella tabella UNI i gradi di intrusività, che dovrebbero valutare la percezione del rumore intrusivo da parte di persone nella vita reale (tranquille a casa propria), in realtà si riferiscono alla tabella originaria di Fidell dei test di ascolto con i partecipanti impegnati in stressanti videogiochi che richiedono molto coordinamento tra la vista e la mano per colpire il bersaglio con una pallina e questo abbassa fortemente l'attenzione della percezione del rumore intrusivo. Il livello al quale le persone rilevano i rumori intrusivi con i videogiochi è considerevolmente più elevato, con  $D'L = 14,2$  dB, rispetto al livello  $D'L = 4$  dB degli stessi rumori rilevati senza la distrazione dei videogiochi. La differenza tra i due è di ben 10 dB ed è confermata da altri ricercatori. Ed è esperienza comune che un rumore intrusivo si percepisca di meno quando si è fortemente impegnati in qualche attività anche manuale rispetto a quando si è calmi, rilassati e tranquilli senza far niente. Perciò la valutazione della UNI con valori di  $D'L < 13$  dB non è affatto di intrusività "trascurabile" ma "bassa", né  $D'L < 23$  dB è "bassa" ma è "media" e così fino all'ultima "molto alta". L'intera scala della tabella UNI non è affidabile perché  $D'L$  sottostima di ben 10 dB il grado di intrusività.



© Copyright 2010 by Maggioli Spa, "Il rumore del vicinato nelle controversie giudiziarie" di G. Campolongo

La differenza di valutazione di 10 dB crea poco danno ai livelli alti, perché con  $D'L > 33$  dB che l'intrusività sia "alta" piuttosto che "molto alta" non fa molta differenza, ma ai livelli bassi o molto bassi la differenza di 10 dB può fare danni di valutazione rilevanti perché come già detto con  $D'L < 13$  dB non è vero che l'intrusività sia "trascurabile" come indicato dalla UNI, ma è "bassa". E occorre chiarire che per il consulente tecnico d'ufficio e il giudice la differenza tra "trascurabile" e "bassa" è rilevante perché *trascurabile* significa che l'intrusività dell'immissione di rumore in esame deve essere trascurata, quando invece *bassa* significa che l'intrusività dell'immissione non essendo trascurabile deve essere ancora valutata se tollerabile o non tollerabile. La critica è che la UNI potrebbe far passare come tollerabile un rumore non tollerabile e in questo caso provocherebbe un grave danno alla persona disturbata dal rumore.

## Conclusioni

Le obiezioni alla specifica tecnica UNI esposte più sopra sono riassunte come segue e altre per brevità non sono riportate (v. Campolongo G., *La percezione del rumore intrusivo nelle abitazioni*, Maggioli, 2022):

- la valutazione dell'intrusività della UNI non è univoca perché non è precisato se scegliere le misurazioni di  $L_{eq}$  o di percentile e con quali durate

- i gradi di intrusività della tabella UNI si riferiscono alla condizione dei test dell'ascolto della tabella originaria di Fidell con i partecipanti impegnati in videogiochi, con  $D'L$  maggiore di 10 dB rispetto al livello rilevato senza la distrazione dei videogiochi della UNI. Quindi la tabella della UNI non è affidabile e questo nelle valutazioni giudiziarie crea poco danno ai livelli alti, ma ai livelli bassi o molto bassi può fare danni di valutazione rilevanti
- la valutazione dell'intrusività dei 6 gradi di  $D'L$  della UNI non ha alcun riscontro sperimentale di test di ascolto perché la sola sperimentazione effettuata (di Fidell) si riferisce a una condizione di ascolto diversa, in laboratorio e non nella vita reale (come per la UNI). Né la casistica riportata da UNI negli allegati può essere considerata sperimentazione.

In conclusione, la specifica tecnica UNI non è corretta perché il grado di intrusività non è determinato in modo univoco e perché è sottostimato di ben 10 dB. Nelle controversie giudiziarie è inutile ai livelli sonori medi e alti perché non aggiunge nulla di nuovo al superamento della tollerabilità e può essere dannosa ai livelli bassi perché può nuocere alla persona che è infastidita da immissioni di intrusività che è giudicata "trascurabile" quando invece è "molto bassa" o "bassa" e può essere intollerabile.

**Giorgio Campolongo**

Consulente di acustica  
ing.campolongo@gmail.com

## LINEE GUIDA SULL'IMPATTO ACUSTICO

## IL DOCUMENTO PRODOTTO DALL'ORGANIZZAZIONE MONDIALE DELLA SANITÀ SUL RUMORE PER LA REGIONE EUROPEA

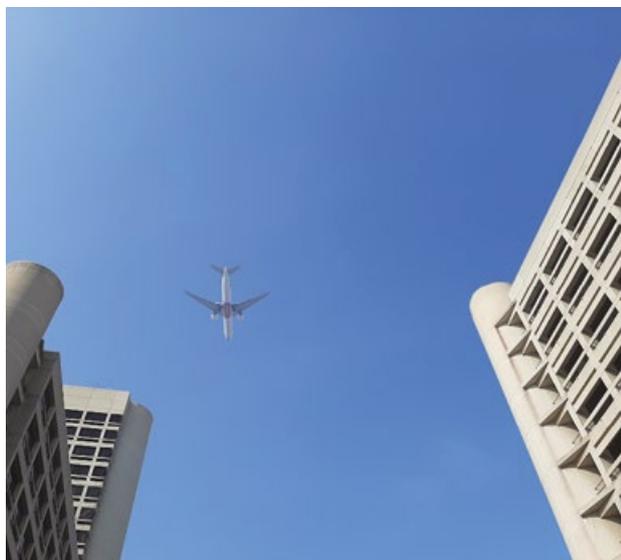
Le linee guida sul rumore ambientale per l'Europa sono un documento fondamentale per la tutela della salute dell'uomo esposto a inquinamento acustico. Pubblicate nel 2018, sono composte da 5 capitoli su cui si articolano gli indicatori di rumore per misurare e stabilire l'impatto acustico e le raccomandazioni per la mitigazione delle sorgenti sonore.

Il rumore è considerato uno dei più importanti rischi ambientali per la salute e continua a essere una preoccupazione costante e in crescita sia per il mondo della politica sia della popolazione. In base alla soglia di valutazione indicata nella direttiva europea sul rumore ambientale, almeno 100 milioni di persone in Europa sono sottoposte a inquinamento acustico proveniente dal traffico e si stima che in Europa occidentale vengano persi almeno 1,6 milioni di anni di vita a causa del rumore da traffico. Su richiesta degli Stati membri della V Conferenza ministeriale su ambiente e salute tenutasi a Parma nel marzo 2010, l'ufficio regionale per l'Europa dell'Organizzazione mondiale della sanità ha pubblicato le *Environmental noise guidelines* basate sulla crescente comprensione degli impatti che il rumore ha sulla salute. Il documento fornisce solidi consigli sulla salute pubblica, aspetto essenziale per orientare l'azione politica alla protezione della comunità dagli effetti negativi del rumore, fornendo anche raccomandazioni per l'esposizione al rumore proveniente da diverse fonti. Il documento rappresenta inoltre una solida base per i futuri aggiornamenti derivanti dalla crescente consapevolezza del problema e dai rapidi progressi della ricerca sull'impatto che il rumore ha sulla salute.

Il principale obiettivo delle linee guida è stabilire delle raccomandazioni per proteggere la salute umana dall'esposizione al rumore proveniente da diverse sorgenti come trasporti (traffico stradale, ferroviario e aeroportuale), rumore delle turbine a vento e quello prodotto dalle attività del tempo libero.

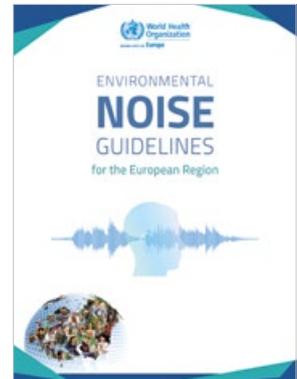
Due sono le domande chiave su cui le linee guida si sono basate per stabilire i livelli di esposizione raccomandati per la tutela della salute pubblica:

1) per la popolazione generale esposta a inquinamento acustico, qual è la correlazione esposizione-risposta tra esposizione al rumore ambientale (rappresentato con diversi indicatori) e la proporzione di persone sulle quali è stato possibile misurare l'impatto sulla salute, se regolata per fattori confondenti?



2) nella popolazione generale esposta al rumore ambientale, sono efficaci gli interventi per la riduzione dell'impatto acustico e delle conseguenze per la salute?

Lo sviluppo delle linee guida ha seguito una metodologia rigorosa. Le indicazioni contenute si basano su revisioni sistematiche di evidenze che considerano più criteri, anche rispetto al passato, per l'esposizione al rumore. Grazie alla loro capacità di supportare le politiche urbane, dei trasporti e dell'energia, le linee guida contribuiscono all'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile e alla visione dell'Oms di creare comunità resilienti e ambienti di sostegno in Europa.



Queste linee guida sono un ulteriore passo in avanti rispetto a quelle pubblicate nel 1999 e quelle sul rumore notturno del 2009. Il documento è inoltre un valido supporto come solida base di azione. Nonostante la loro redazione sia rivolta agli Stati membri europei, le indicazioni in esse contenute possono essere estese e applicate anche su scala globale. Le raccomandazioni riportate si basano infatti sia su studi sull'effetto del rumore in Europa sia su ricerche svolte in altre parti del mondo, come Asia, Australia e Stati Uniti d'America.

Quali sono gli effetti dell'esposizione al rumore sulla salute dell'uomo? L'impatto può essere sul sistema uditivo ma non solo. Il rumore può portare alla perdita dell'udito e ad acufene. È stato inoltre dimostrato che l'inquinamento acustico ha un effetto negativo generale sulla salute umana, soprattutto se l'esposizione è a lungo termine. Tra i vari problemi sono indicati disagi psicologici e fisiologici, come il disturbo dell'omeostasi dell'organismo e un aumento del carico allostatico (Basner et al., 2014). Questo è stato ulteriormente approfondito durante la revisione dell'Oms sui meccanismi biologici di effetti non uditivi (Eriksson et al., 2018).

In base a queste considerazioni, le linee guida sul rumore ambientale per la regione europea sono un importante riferimento per il mondo pubblico.

Tra i destinatari vi sono quindi:

- esperti tecnici e decisori a livello locale, nazionale o internazionale, con responsabilità per lo sviluppo e l'attuazione di regolamenti e standard per il controllo del rumore, urbano di pianificazione ed edilizia abitativa e altri settori dell'ambiente e della salute
- professionisti e ricercatori della valutazione dell'impatto sulla salute e della valutazione di impatto ambientale
- autorità nazionali e locali, responsabili dello sviluppo e dell'attuazione delle misure pertinenti e per la comunicazione del rischio
- organizzazioni non governative e altri gruppi di difesa coinvolti nella comunicazione del rischio e nella sensibilizzazione generale.

Il gruppo di lavoro per la redazione delle linee guida è stato coordinato dalla Germania, la quale, insieme alla Svizzera, hanno fornito anche il supporto finanziario per la loro pubblicazione.

Il documento online è disponibile al seguente link: [https://bit.ly/who\\_noise\\_guidelines](https://bit.ly/who_noise_guidelines) (DM)