

## IL LIMITE DELLA “NORMALE TOLLERABILITÀ” DEI 3 dB SUL RUMORE DI FONDO NELLE CONTROVERSIE GIUDIZIARIE PER IMMISSIONI DI RUMORE

Giorgio Campolongo

consulente in acustica, Milano, [campolongo@gmail.it](mailto:campolongo@gmail.it)

### 1. Il limite della *normale tollerabilità* dei 3 dB sul rumore di fondo

La letteratura tecnica è numerosa per l'inquinamento acustico del traffico stradale e aereo, è molto poca per il disturbo da *rumore del vicinato* (dove il disturbato e il responsabile del rumore convivono a distanza di poche decine di metri) ed è ancora minore per la *normale tollerabilità* – come valore limite di una grandezza acustica – da applicarsi nelle controversie giudiziarie per immissioni di rumore nelle abitazioni.

La giurisprudenza dell'articolo 844 del codice civile stabilisce che il limite della *normale tollerabilità* delle immissioni di rumore nelle abitazioni è di non più di 3 dB sul rumore di fondo: dal 1977 ad oggi, 2011, almeno 13 sentenze di Cassazione Civile.

Il *rumore di fondo* è il valore percentile L95, che è il livello sonoro in dBA superato per il 95% del tempo, cioè *quasi-sempre*, come dire il livello sonoro *quasi-minimo*.

Per valutare la percezione del disturbo il parametro acustico deve seguire l'andamento istantaneo del rumore perché noi siamo disturbati soltanto nell'istante nel quale lo sentiamo. Perciò le misurazioni sia dei picchi del rumore intrusivo sia del rumore di fondo sono di livello sonoro *istantaneo* con costante di tempo veloce (*fast*).

Il livello equivalente Leq non è affatto adatto alla *tollerabilità* ed è adatto agli adempimenti richiesti dalla pubblica amministrazione per valutare l'inquinamento acustico e per l'*accettabilità amministrativa* fissata dal D.P.C.M. 14/11/97.

### 2. I “valori limite differenziali di immissione” dell'art. 4 del D.P.C.M. 14/11/97

I limiti differenziali dell'art. 4 del D.P.C.M. 14/11/97 (differenza tra rumore *ambientale* e rumore *residuo*) sono troppo permissivi per due motivi: (1) sono in livello equivalente Leq, cioè livello *medio*, quando invece il disturbo dipende dal livello sonoro istantaneo e (2) i limiti differenziali stessi *non valgono* quando il rumore è minore di certi minimi o è di attività domestiche del vicinato o di impianti del proprio condominio.

Succede spesso che lo stesso tecnico A.R.P.A., al termine della sua misurazione ad esempio della musica o del vociare del pub sottostante, dica che “*il rumore è insopportabile ma rispetta i limiti fissati dalla legge*”.

Perciò, spesso, l'azione del Comune e della A.R.P.A. non è efficace, il rumore persiste e al disturbato non rimane che l'azione giudiziaria.

### 3. La valutazione fonometrica della tollerabilità giurisprudenziale

Quasi sempre le fluttuazioni del rumore di fondo (in assenza del rumore intrusivo) superano la tollerabilità dei 3 dB sul fondo L95 e ciò è perfettamente normale anche se alcuni, soprattutto avvocati, hanno difficoltà ad accettarlo.

Anche il rumore immesso è quasi sempre variabile, con fluttuazioni di livello sonoro pure forti: la musica di locali notturni, gli idrosanitari, le voci, il calpestio dal piano di sopra, l'ascensore, l'abbaiare di cani, ecc.. Soltanto di rado il livello sonoro è costante, come con i condizionatori d'aria e le centrali termiche.

La figura 1 mostra le ripetute e rapide fluttuazioni di livello sonoro dei colpi, delle voci e della musica di un pub che superano il limite della *tollerabilità* nell'abitazione sovrastante. Ciò che conta è l'insieme dei picchi che disturbano e quindi è il valore medio dell'*inviluppo dei picchi* da confrontare con il limite della *tollerabilità*.



Figura 1 - I picchi della musica del pub e il limite della *tollerabilità* dei 3 dB.

### 4. La differenza tra accettabilità amministrativa e tollerabilità giurisprudenziale

Il limite differenziale di notte è 3 dB sia per l'*accettabilità* (D.P.C.M. 14/11/97) sia per la *tollerabilità* (art. 844 c.c.) ma è diversa la metodologia fonometrica, vedi figura 2.

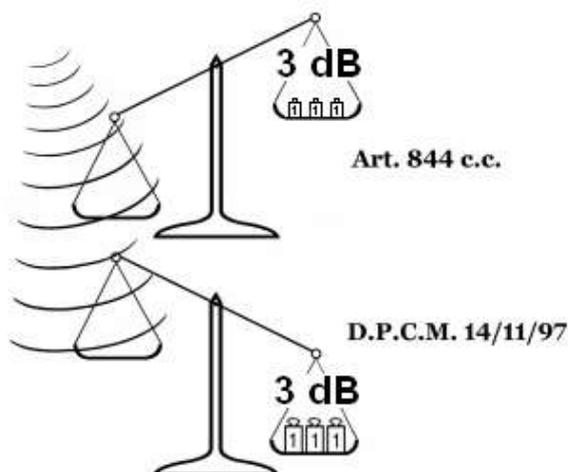


Figura 2 – Il *peso* dei 3 dB *giudiziari* è diverso dal *peso* dei 3 dB *amministrativi*.

In figura 3 la differenza tra il rumore ambientale e il rumore residuo non supera il limite 3 dB dell'*accettabilità* di notte. Invece la differenza tra il livello sonoro *istantanea*

neo del rumore intrusivo e il rumore di fondo è 6 dB ed eccede il limite massimo dei 3 dB della tollerabilità.

Quindi il limite notturno di 3 dB del D.P.C.M. 14/11/97 è più permissivo dell'altro limite sempre di 3 dB ma di livello sonoro istantaneo, di giurisprudenza. Il limite diurno 5 dB del decreto è ovviamente ancora più permissivo.

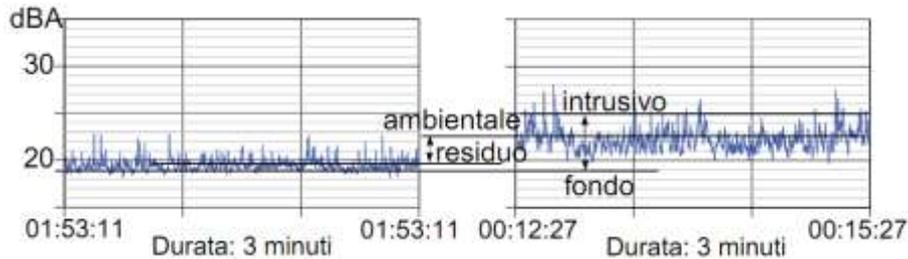


Figura 3 - La differenza *ambientale-residuo* e la differenza *intrusivo-fondo*.



Figura 4 – Con rumore forte (*semaforo rosso*) e con rumore lieve (*verde*) il Comune concorda con il Tribunale, ma nel caso intermedio (*giallo*) non concordano.

### 5. La verifica del limite dei 3 dB sul fondo nel caso dell'immissione di musica rock

Si propone di verificare il limite della *tollerabilità* dei 3 dB sul rumore di fondo nel caso dell'immissione di musica *rock*, *house* o *techno* di pub e discoteche [3].

La percentuale statistica di disturbati in maniera intollerabile (o, meglio, che dicono di esserlo) cresce al crescere del livello sonoro dell'immissione con *funzione logistica*.

Si assume pari al 5% (= 1 / 20) la percentuale di disturbati che va considerata come *intolleranza patologica* perché di *iperacusici* (soggetti ipersensibili al disturbo) che, come tali, nel giudizio civile non sono tutelati dalla *normale tollerabilità* [3].

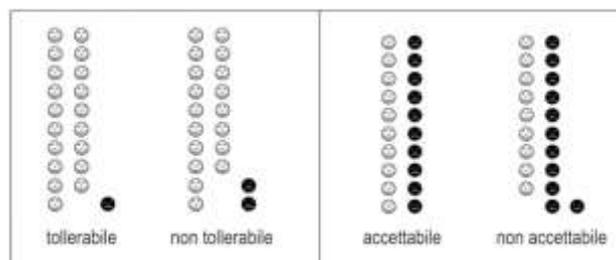


Figura 5 – Il limite della *tollerabilità* è di 19 persone su 20 e quello dell'*accettabilità* è di 10 su 20. La differenza tra *tollerabilità* e *accettabilità* è eclatante.

## 6. La funzione logistica dell'intolleranza all'immissione di rumore

L'intolleranza statistica P% della popolazione cresce ovviamente all'aumentare dell'immissione in decibel, vedere figura 6. Più precisamente è la *sola componente L dell'immissione*, non direttamente misurabile con il fonometro, che, sommandosi (logaritmicamente) al rumore di fondo dell'ambiente ricevente, origina l'immissione misurabile con il fonometro.

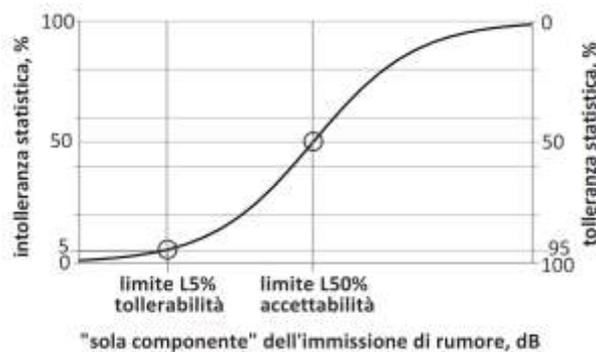


Figura 6 – L'intolleranza 5% è raggiunta con rumore al limite della *tollerabilità* L<sub>5%</sub>.  
L'intolleranza 50% con rumore al limite dell'*accettabilità* L<sub>50%</sub>.

Questo tipo di curva, per il suo caratteristico andamento, è chiamata *curva sigmoide* (o *sigmoidale* o *sigmoidea*) oppure anche curva a S. In farmacologia la curva rappresenta l'andamento della relazione *dose-risposta* dei farmaci. All'aumento della *dose* la *risposta* cresce rapidamente all'inizio, poi rallenta, ha un flesso e alla fine la crescita è asintotica, cioè non c'è più crescita perché si è saturato il 100% della popolazione.

La *funzione logistica* e le sue numerose varianti trovano applicazione in una vasta gamma di campi: biologia, farmacologia, economia, ecologia e reti neurali.

Nelle ricerche farmacologiche per avere la caratteristica "curva a S" la concentrazione della *dose* del farmaco è espressa su scala logaritmica, ma per l'immissione di rumore la *dose* è in dB e non deve essere convertita su scala logaritmica perché, essendo in dB, è già logaritmica.

L'aumento dell'intolleranza all'aumentare del rumore è *progressivo* come l'aumento delle tasse e delle imposte che hanno aliquota *progressiva*, cioè percentuale crescente con l'aumentare della base imponibile. L'esempio delle tasse ha in comune con il rumore oltre alla *progressività* anche l'*intolleranza*!

È come se il disturbo da rumore si trasmettesse *per contagio* da una persona all'altra. All'inizio, con poco rumore, le persone *contagiate* sono poche. Mano a mano che il rumore cresce il contagio si diffonde, come in un'epidemia, e il numero delle persone contagiate cresce esponenzialmente. Però il contagio avviene con il trascorrere del tempo, cioè in funzione del tempo, invece l'intolleranza statistica non è funzione del tempo ma del rumore in dB.

Per esprimere l'intolleranza P in funzione del rumore L, assumiamo l'idea seguente, molto semplice: l'aumento dell'intolleranza è proporzionale alla stessa popolazione P intollerante; ma l'aumento si riduce, man mano che P crescendo si avvicina al 100%, e quindi è anche proporzionale alla rimanente parte della popolazione, 100% – P%, cioè (1 – P). Perciò assumiamo che l'aumento dell'intolleranza sia proporzionale al prodotto  $P \cdot (1 - P)$ .

L'espressione matematica dell'aumento dell'intolleranza dP all'aumento del rumore dL, con un coefficiente  $\lambda$ , è quindi [3]:

$$\frac{dP}{dL} = \lambda \cdot (P) \cdot (1 - P)$$

È un'equazione differenziale del primo ordine non lineare la cui soluzione  $P=P(L)$  ha l'andamento in figura 6 ed è la *funzione logistica* seguente [3]:

$$P(L) = \frac{1}{1 + e^{-\lambda(L-L_{50\%})}}$$

dove:

$\lambda$  è il coefficiente che rappresenta la derivata della curva sigmoidea nel flesso  
 $L_{50\%}$  è la *sola componente L dell'immissione* che produce l'intolleranza 50%.

### 7. La determinazione dei coefficienti della funzione logistica dell'intolleranza

La funzione logistica ha come asintoti le due linee rette di equazione  $P=0$  e  $P=1$ , ha un centro di simmetria nel punto di flesso  $(L_{50\%};0,50)$  e in questo punto la tangente alla curva è  $\lambda/4$ . Perciò i valori di  $L_{50\%}$  e di  $\lambda$  determinano l'andamento dell'intera curva.

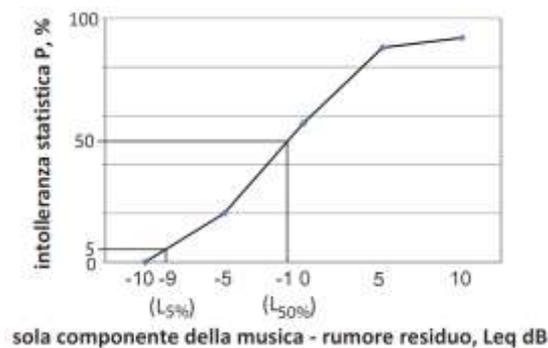


Figura 7 – I risultati della ricerca di Craik e Stirling.

Per determinare i valori della tollerabilità *media*  $L_{50\%}$  e della tollerabilità *normale*  $L_{5\%}$  occorrono valori di coppie di risultati sperimentali della *sola componente L dell'immissione* in dB e della corrispondente *intolleranza statistica* P% che sono disponibili almeno in un caso: la ricerca di Craik e Stirling per la musica di locali pubblici notturni [1], anche se i risultati sono espressi in livello equivalente Leq, vedere la linea spezzata dei risultati in figura 7. Il percorso di questa elaborazione è esposto in [3].

$L_{50\%}$  e  $L_{\text{residuo}}$  sulla linea spezzata in figura 7 sono quasi uguali: la differenza tra i due è minore di 1 dB. Invece  $L_{5\%}$  è minore di 9 dB rispetto a  $L_{\text{residuo}}$  e questo significa che il limite massimo dell'*intolleranza* 5% è già raggiunto – anche se può stupire – con una *sola componente della musica* molto piccola, addirittura minore di 9 dB rispetto a  $L_{\text{residuo}}$  (di solito un rumore, minore di 10 dB rispetto ad un altro rumore, è trascurabile).

Per calcolare con buona precisione  $\lambda$  e  $L_{50\%}$  si può determinare con il metodo dei minimi quadrati la curva sigmoidea che meglio approssima la linea spezzata di figura 7 e i risultati sono:  $\lambda = 0,34$  e  $L_{50\%} = -0,76$  dB. (È anche possibile utilizzare i programmi di calcolo specialistico della ricerca farmacologica della risposta-dose, ad esempio *GraphPad Software*). La funzione logistica, espressa con l'esponente di 10 (che in acustica è comune, in luogo dell'esponente di e), è la seguente, con l'andamento in figura 8:

$$P(L) = \frac{1}{1 + 10^{-0,15(L+0,76)}}$$

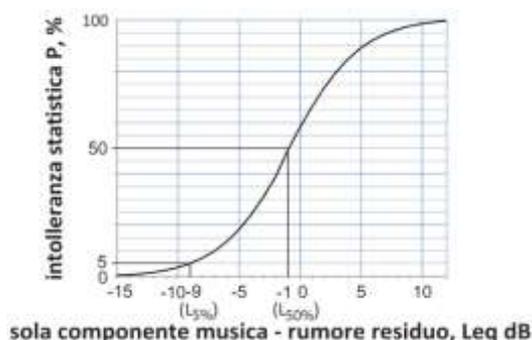


Figura 8 – L’intolleranza % all’immissione di musica di pub in funzione della differenza (sola componente musica – rumore residuo) espressa in Leq.

### 8. La “conversione” dai valori in Leq ai livelli sonori istantanei

Occorre convertire i valori sperimentali espressi in Leq (come nel nostro D.P.C.M. 14/11/97) in livelli sonori istantanei per il limite della *tollerabilità giurisprudenziale*.

Più esattamente occorre convertire la differenza della figura 8 espressa in Leq (sola componente musica – rumore residuo) nella nuova differenza di livelli istantanei.

I problemi sono due:

- 1) Per sostituire alla *sola componente musica* Leq il valore dei *picchi musica*, con livello sonoro istantaneo, occorre conoscere il valore dei *picchi* della *sola componente musica* quando ne è noto il Leq. Ma i *picchi* del ritmo, oltre che dal valore Leq (cioè il volume della musica) dipendono dal tipo di ritmo della musica.

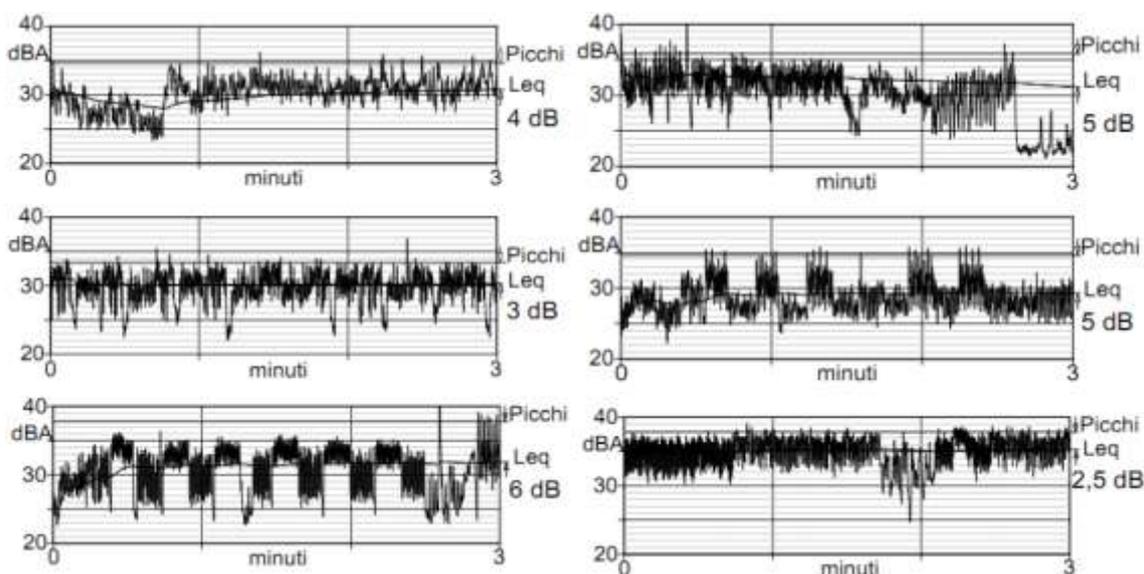


Figura 9 – Immissione di musica rock in camere da letto di notte.

La differenza di livello tra i picchi e il Leq della musica (esempi in figura 9) in generale è compresa tra 2 e 8 dB. Si può assumere il valore medio 5 dB e quindi:

$$(1) \quad \text{sola componente musica Leq} = \text{picchi sola componente musica} - 5 \quad (\text{dB})$$

- 2) Per sostituire al *rumore residuo* Leq il *rumore di fondo* L95 occorre conoscere il valore del *rumore di fondo* quando ne è noto il *rumore residuo* Leq. Ma il *rumore di fondo*, oltre che dal *rumore residuo* dipende anche dal clima acustico (L10 – L90).

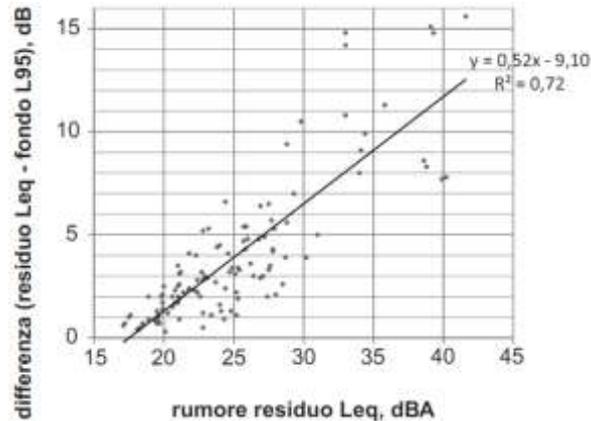


Figura 10 – *Rumore residuo* Leq e *rumore di fondo* L95 in 121 camere da letto.

In figura 10 sono riportate coppie di valori del *rumore di fondo* L95 e del *rumore residuo* Leq, misurati dall'Autore in 121 camere da letto, a finestra chiusa e di notte. Si può assumere il valore intermedio 25 dBA del *rumore residuo* e la corrispondente differenza: *rumore residuo* Leq – *rumore di fondo* L95 = 4 dB. Perciò:

$$(2) \quad \text{residuo Leq} = \text{fondo L95} + 4 \quad (\text{dB})$$

Per convertire la differenza della figura 8 espressa in Leq (*sola componente musica* – *rumore residuo*) nella nuova differenza (*picchi sola componente musica* – *fondo* L95) espressa in livelli sonori istantanei, si sostituiscano le espressioni (1) e (2) come segue:

$$\text{sola compon. musica} - \text{residuo} = (\text{picchi sola compon. musica} - 5) - (\text{fondo} + 4) \quad (\text{dB})$$

$$\text{sola componente musica} - \text{residuo} = (\text{picchi sola compon. musica} - \text{fondo}) - 9 \quad (\text{dB})$$

La nuova scala dell'ascissa, espressa come differenza dei livelli sonori istantanei (*picchi sola componente musica* – *rumore di fondo*), ha i valori dell'ascissa in figura 8 diminuiti di 9 dB (cioè traslati di 9 dB verso sinistra).

Infine occorre modificare la nuova ascissa per esprimere i *picchi dell'immissione* della musica (che comprendono il *rumore di fondo*) in sostituzione dei *picchi della sola componente musica* (che non comprendono il *rumore di fondo*), come in figura 11, perché è la differenza tra *immissione* e *rumore di fondo* necessaria per valutare la normale tollerabilità.

Quindi il valore 0 dB dell'ascissa (differenza tra i *picchi della sola componente musica* e il *rumore di fondo*) è modificato nel valore 3 dB della differenza tra i *picchi dell'immissione della musica* e lo stesso *rumore di fondo* (perché la somma di due livelli sonori uguali, *componente* e *fondo*, è maggiore di 3 dB rispetto ai due livelli). Invece nella parte destra dell'ascissa i *picchi dell'immissione* della musica, essendo maggiori di oltre 10 dB rispetto al *rumore di fondo* (cioè il *rumore di fondo* è trascurabile), sono uguali ai *picchi della sola componente della musica* [3].



Figura 11 – Per la musica rock il limite della *tollerabilità* dei 3 dB sul rumore di fondo produce l'*intolleranza* 5% della popolazione.

### 9. La critica alla verifica effettuata

La posizione del limite della *tollerabilità*, in figura 11, è stata ottenuta spostando di 9 dB l'ascissa in figura 8, in base ai valori medi -4 dB della differenza (1) e 5 dB della (2) visti più sopra. In questa posizione il limite della *tollerabilità* corrisponde al limite dell'*intolleranza patologica* del 5%.

Però ogni coppia dei valori sperimentali delle figure 9 e 10 determina una posizione del limite 3 dB che può risultare spostata di pochi dB, attorno al valore -9 dB. Questo è un punto debole della presente verifica.

La spiegazione è nella logica dei dati iniziali (di Craik e Stirling) che sono in livello equivalente Leq, quando invece il fenomeno del disturbo non dipende dal livello equivalente Leq ma dal livello sonoro istantaneo [3].

### 10. Conclusioni

Per le immissioni di rumore nelle abitazioni il limite della *normale tollerabilità giurisprudenziale* dei 3 dB oltre il rumore di fondo L95Fast, nel caso della *musica rock*, corrisponde al 5% di disturbati in modo intollerabile (pari al 5% degli *iperacusici* patologici) e 95% di disturbati in modo tollerabile o non disturbati.

Alla differenza 3 dB Leq tra rumore *ambientale* della *musica rock* e rumore *residuo* corrisponde la percentuale 50% di disturbati. Questo significa che il limite differenziale massimo notturno 3 dB prescritto dal D.P.C.M. 14/11/97 protegge soltanto metà della popolazione italiana e lascia senza protezione l'altra metà.

### 11. Bibliografia

- [1] Craik R. J. M., Stirling J. R., *Amplified Music as a Noise Nuisance*, Applied Acoustics, 19(5) (1986), pp. 335-346
- [2] Craik R. J. M., *Inaudibility as a Criterion for Assessing Amplified Music*, Acoustics Bulletin (July/Aug 2000), pp. 9-21
- [3] Campolongo G., *Il rumore del vicinato nelle controversie giudiziarie*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna, 2010