

LA CORREZIONE DEL RUMORE *AUTOGENERATO* DAI MICROFONI: LA SOTTRAZIONE LOGARITMICA DI LN99 DELL'*AUTOGENERATO*

Giorgio Campolongo (1), Filiberto Pisoni (2)

1) consulente di acustica, Milano, ing.campolongo@gmail.com
2) consulente di elettro-acustica, Trento, filiberto.pisoni@fastwebnet.it

SOMMARIO

Il rilievo a bassi livelli con un microfono da 1 pollice e uno da ½ pollice quantifica la sovrastima dei livelli causata dal rumore *autogenerato* della strumentazione. Si è registrato il rumore *autogenerato* e usato il suo descrittore LN99 per la correzione logaritmica della sovrastima ottenendo risultati coincidenti tra i due microfoni.

1. Il rumore *autogenerato* dal fonometro

Il rumore *autogenerato* o *intrinseco* o *self-noise* o *noise floor* è la lettura minima del fonometro, quando il microfono è posto nel silenzio e indica il livello sonoro del rumore che viene prodotto al suo interno o *autogenerato* e che è la risultante di due componenti: il rumore *elettrico* dell'elettronica del pre-amplificatore e il rumore *termico* del microfono [1,3 e altri].

L'inconveniente maggiore è che i livelli misurati differiscono di alcuni dB a seconda della strumentazione impiegata, del *range* del campo di misura e delle impostazioni: lo stesso rumore di fondo LN95 può così risultare uguale al rumore *autogenerato*, fra 14 e 20,5 dBA con microfono da ½ pollice (e valori minori con 1 pollice). Ma a causa del rumore *autogenerato* la misurazione di LN95 sotto ai 23 dBA non è in Classe 1 perché affetta da incertezza maggiore del massimo 0,5 dB [4]. La sovrastima del valore vero è $\geq 23 - 10 \cdot \log(10^{2,3} - 10^{1,4}) = 0,6$ dB. E l'incertezza della differenza è maggiore di 0,6 dB.

2. La sovrastima con il rumore *autogenerato*

La maggior parte delle misurazioni fonometriche nelle abitazioni si svolge di notte a finestre chiuse con livelli del rumore di fondo minori di 23 dBA.

E' prassi corrente nelle perizie accettare la sovrastima dei livelli misurati e concluderne il supero del rumore di fondo con semplice differenza aritmetica. Invece occorre correggere la sovrastima sottraendo logaritmicamente il rumore *autogenerato*. E il livello sonoro esatto da sottrarre deve essere l'effettivo rumore *autogenerato*, misurato nel silenzio, e con la stessa metodologia fonometrica della misurazione di cui si vuole la correzione per depurarla dallo stesso rumore *autogenerato*. Occorre la parità di luogo e di tempo della misurazione, di cavi, di *range* del campo di misura e di valore della calibrazione (cioè non calibrare la misurazione dell'*autogenerato* con valore diverso da quello della misurazione da correggere). Ed è fondamentale il valore esatto del rumore *autogenerato* per escludere che il risultato corretto dalla sovrastima sia inferiore al reale.

La correzione dal rumore *autogenerato* potrebbe essere effettuata con calcolo per terzi d'ottava. Tuttavia in appresso si è scelto di limitarsi al livello sonoro in dBA.

3. Le registrazioni fonometriche effettuate

Si è utilizzato un fonometro bicanale: un canale (CH2) con microfono B&K 4176 da ½ pollice e l'altro (CH1) con microfono B&K 4145 da 1 pollice, entrambi di sensibilità 50 mV/Pa.

La calibrazione del riferimento (94 dB) dei due canali è stata effettuata con *range* del campo di misura 20 – 100 dBA. Per le registrazioni del rumore *autogenerato* e del rilievo il *range* è stato impostato fra -30 e +50 dBA.

La registrazione del rumore presente nell'ambiente è stata effettuata con i due microfoni (da 1/2 pollice e da 1 pollice), dalla notte fino al mattino, a finestre chiuse e dopo le 9:30 aperte: vedere figura 1.

I grafici mostrano che di notte, nelle prime ore della registrazione, il livello sonoro di entrambi i microfoni è "appiattito" sul rumore *autogenerato*, 14 dBA con il ½ pollice e 10 dBA con 1 pollice.

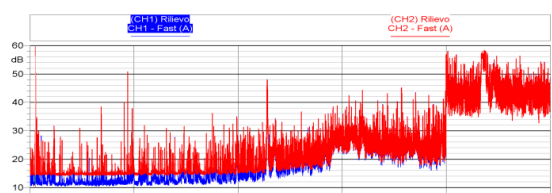


Figura 1 - Misurazione effettuata con microfono da 1/2 pollice (in rosso) e con microfono da 1 pollice (in blu). Entrambi i tracciati mostrano rumore *autogenerato*, più alto con il ½ pollice e più basso con 1 pollice.

4. Il rumore *autogenerato* "pulito" dalle asimmetrie della distribuzione

Sono state estratte dalla misurazione del rumore *autogenerato* le parti inquinate dal rumore esterno (che si introduce nel calibratore usato come fonoisolante) per ottenere le parti più "pulite" della misurazione, dove la distribuzione del rumore *autogenerato* meglio approssima una distribuzione gaussiana con deviazione standard che abbiamo assunto in 0,1 dB. Sono state ricavate le costanti in dBA: per ½ pollice LN1=14,4, LN50=14,2 e LN99=14,0; per 1 pollice, LN1=10,2, LN50=9,9 e LN99=9,6. (Su questo argomento gli Autori rinviano ad altra memoria in corso.)

Le costanti LN1, LN50 e LN99 rappresentano la distribuzione del rumore *autogenerato* e le possibili scelte per correggere i livelli misurati.

LN1, il valore quasi-massimo dell'*autogenerato*, è il più prossimo al minimo misurato del rumore di fondo. Il risultato della differenza logaritmica sarà quasi-certamente inferiore al valore reale del rumore di fondo. Ma questo non è accettabile per il rumore di fondo LN95 perché darebbe un supero della tollerabilità maggiore del reale.

Non è accettabile neppure il risultato che si otterrebbe con LN50, che avrebbe la stessa probabilità di essere minore oppure maggiore del valore reale del rumore di fondo.

Con LN99 il risultato del rumore di fondo sarà accettabile perché quasi-certamente non sarà inferiore al reale e il supero della tollerabilità non sarà sovrastimato.

5. I livelli corretti con le costanti di correzione

Le distribuzioni cumulative dei livelli sonori con microfoni da ½ pollice e da 1 pollice della figura 1, le costanti di correzione LN1, LN50 e LN99 e i livelli che si ottengono con la correzione logaritmica sono riportati in figura 2.

Il vero valore di LAF sarà compreso fra le curve corrette con LN1 e LN99 del rumore autogenerato. La correzione con il livello quasi-minimo LN99 del rumore autogenerato esclude di poter ricavare valori inferiori al reale.

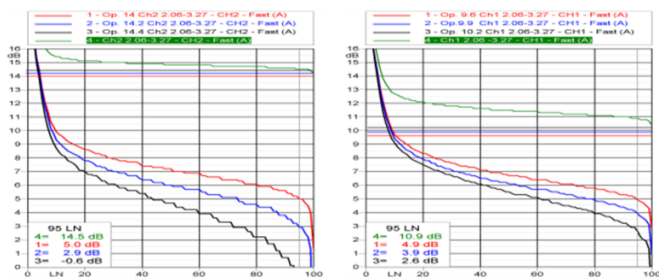


Figura 2 - Distribuzione cumulativa (in verde) del livello sonoro di figura 1 con il ½ pollice (a sinistra) e 1 pollice (a destra). Le linee orizzontali sono del rumore autogenerato LN1 (nero), LN50 (blu) e LN99 (rosso). Le distribuzioni cumulative dopo la correzione logaritmica con gli LN1-50-99 sono con gli stessi colori (nero-blu-rosso), la cumulativa con LN99 (in rosso) è la maggiore delle tre ed esclude che il rumore di fondo LN95 risulti minore del reale.

LN95 prima della correzione era differente tra i due microfoni, di 4,6 dB. Dopo la correzione i due valori LN95 sono quasi uguali, 5,0 e 4,9 dB (dati cursori in figura 2).

6. Il risultato della correzione con LN99 dell'autogenerato

I grafici dei livelli sonori prima e dopo la correzione con LN99 del rumore autogenerato sono in figura 3, con microfoni da ½ pollice e da 1 pollice.

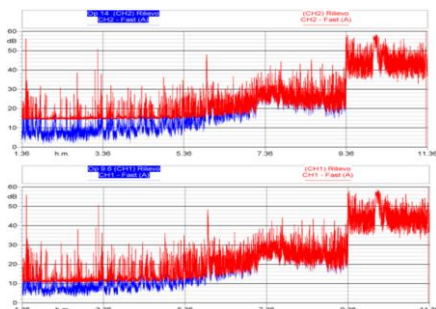


Figura 3 - Misurazioni della figura 1 con microfono da 1/2 pollice (sopra in rosso) e da 1 pollice (sotto in rosso) e loro correzioni (sopra e sotto in blu) con LN99 del rumore autogenerato. Dopo la correzione le misurazioni con i due microfoni coincidono tra loro a tutti i livelli e non sovrastimano il valore reale.

Le distribuzioni cumulative in figura 4 si riferiscono all'intero rilievo e alla porzione notturna. Sono indicati i livelli sonori con entrambi i microfoni prima e dopo l'operazione di correzione.

Le curve prima e dopo la correzione coincidono per i livelli maggiori di 23 dBA per il ½ pollice e 18 dBA per 1 pollice.

Le curve cumulative dei due microfoni corrette dal rumore autogenerato coincidono tra di loro a meno di 0,4 dB.

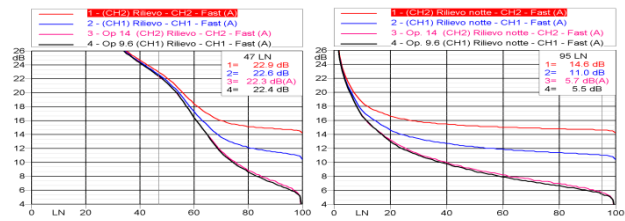


Figura 4 - Curve cumulative prima e dopo la correzione: a sinistra l'intero rilievo e a destra la porzione notturna. I livelli non corretti di entrambi i microfoni (in rosso e blu) e i livelli depurati dal rumore autogenerato (in fucsia e nero) che coincidono tra loro.

7. Conclusioni

Quando si effettuano registrazioni a bassi livelli di pressione acustica è necessario poter quantificare i livelli quasi-minimi per descrivere accuratamente il supero del rumore di fondo LN95.

Da un rilievo notturno effettuato con due microfoni, uno da ½ pollice e l'altro da 1 pollice è risultata una differenza del rumore di fondo LN95 di 4,6 dB, dovuta al rumore autogenerato diverso tra i due microfoni.

È assolutamente necessario effettuare la registrazione fonometrica e ricavare il rumore autogenerato nello stesso luogo, in tempi più vicini possibile, con gli stessi riferimenti di calibrazione e del selettore del campo di misura.

Per non ottenere misurazioni corrette che siano inferiori a quelle vere (che sono sconosciute), la correzione della misurazione affetta dal rumore autogenerato dal fonometro deve essere effettuata sottraendo logaritmicamente il livello sonoro LN99 del rumore autogenerato.

Ai livelli sonori superiori a 23 dBA per il ½ pollice e superiori a 18 dBA per 1 pollice la misurazione non è influenzata dal rumore autogenerato dal microfono. Invece ai livelli sonori inferiori la misurazione è fortemente influenzata dal rumore autogenerato: la misurazione corretta, depurata dal rumore autogenerato, è inferiore a quella iniziale.

La misurazione dopo la correzione con LN99 coincide con quella prima della correzione e coincidono anche tra loro quelle dei due microfoni diversi (1/2 pollice e 1 pollice) a meno di 0,4 dB anche ai livelli inferiori.

Con i normali microfoni da ½ pollice utilizzati nelle consulenze giudiziarie, quando l'immissione è minore di 23 dBA e la differenza con il rumore di fondo non supera il limite massimo dei 3 dB, se si effettua la correzione depurando dal rumore autogenerato avviene che il risultato si ribalta, cioè la differenza corretta tra l'immissione corretta e il rumore di fondo corretto è maggiore di 3 dB. In altre parole il CTU con microfono normale accerta che il rumore immesso non supera il limite della tollerabilità dei 3 dB sul fondo quando invece nella realtà lo supera.

Bibliografia

- [1] Armani A., *La misura di livelli sonori molto bassi 'SottoZeroDB'*, Nota tecnica 1-2016, Spectra S.r.l.
- [2] Armani A., *L'analisi in frequenza di livelli molto bassi 'SottoZeroDB'*, Nota tecnica 2-2016, Spectra S.r.l.
- [3] Bjar O.-H., *Measurement of extremely low sound pressure levels*, Gracey, ed. 1. Rev. 0, Norsonic, Lierskogen, Norway, 1999
- [4] UNI/TS 11326-2:2015, *Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica - Parte 2: confronto con valori limite di specifica, formule B.1 e B.2 a pag. 22*