

**Convegno Nazionale sulla tutela della
salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro**

Quartiere Fieristico di Bologna

Giovedì 17 ottobre 2019

MISURE DI ATTENUAZIONE DI UN INSERTO AURICOLARE MEDIANTE METODICA E-A-R FIT

Diego Annesi⁽¹⁾, Pietro Nataletti⁽¹⁾, Claudio Galbiati⁽²⁾, Dino Peruch⁽²⁾, Guido Alfaro Degan⁽³⁾, Gianluca Coltrinari⁽³⁾, Dario Lippiello⁽³⁾, Andrea Vestrucci⁽³⁾, Paolo Lenzuni⁽⁴⁾

(1) INAIL – Dipartimento Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro e Ambientale, Roma

(2) 3M Italia Srl, PSD Technical Division, Pioltello

(3) Università degli Studi di Roma Tre – Dipartimento di Ingegneria

(4) INAIL – Direzione Regionale Toscana – Unità Operativa Territoriale di Firenze



Introduzione

Numerosissimi studi hanno dimostrato che sia i valori medi di attenuazione sia i valori delle relative deviazioni standard, ottenuti con la procedura illustrata nello standard ISO 4869-1, sono assai poco realistici.

Introduzione

I **valori ottenuti** mediante questa procedura sono riportati nella scheda tecnica che accompagna il prodotto e generano una **illusoria sensazione di protezione**, che spesso non ha riscontro nella pratica quotidiana.

Introduzione

Sul posto di lavoro i soggetti sono infatti spesso scarsamente addestrati e non di rado superficiali nell'utilizzo dei DPI-u.

Introduzione

Per le cuffie circum-auricolari, le perdite di attenuazione associate ad un uso approssimativo non sono enormi, come testimoniato dal fatto che il fattore di “derating” β , sviluppato dal NIOSH e successivamente ripreso dalla UNI 9432:2011,

vale **0,75.**



Introduzione

Lo stesso tuttavia non si può dire degli inserti, per i quali il documento NIOSH propone un fattore di derating variabile fra 0,30 e 0,50 a seconda della tipologia, ma per i quali il **posizionamento spesso approssimativo determina una perdita di efficienza** di fatto ignota ma spesso drammatica, che non di rado arriva fino ad un totale azzeramento dell'attenuazione.



Metodi sperimentali

La metodica – È stato utilizzato un sistema di misurazione 3M™ E-A-Rfit™ Dual-Ear Validation System 393-1100, composto da uno speaker esterno e da **due microfoni recettori**, connessi all'inserto in prova. Il microfono esterno misura il livello sonoro ambientale, mentre il livello misurato dal microfono **“interno”**, una volta corretto per tener conto della trasduzione differenziale in frequenza operata dal canale uditivo, consente di conoscere il livello ambientale esterno **“equivalente”** che tiene conto del DPI. **La differenza fra i due corrisponde all'insertion loss.**



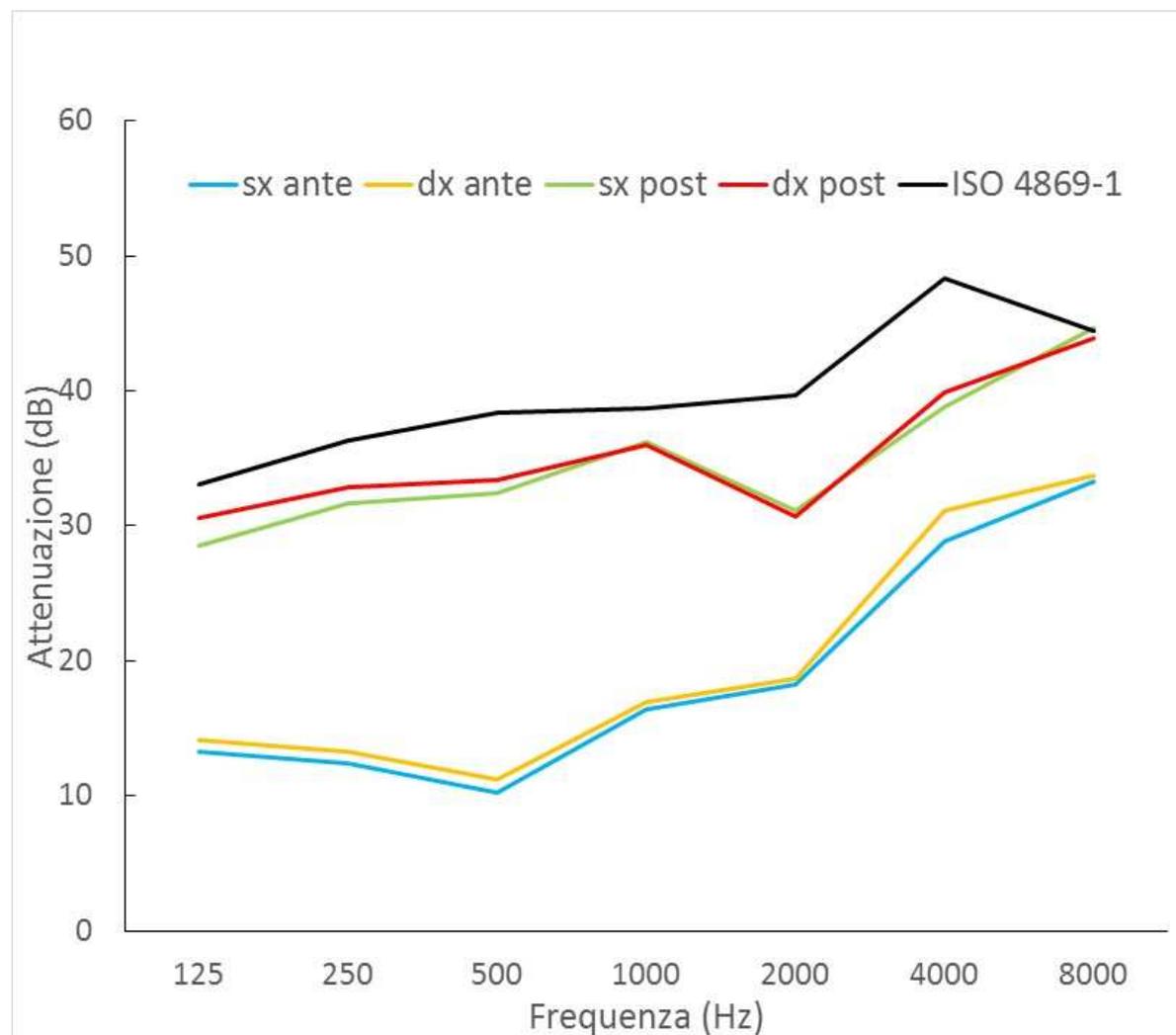


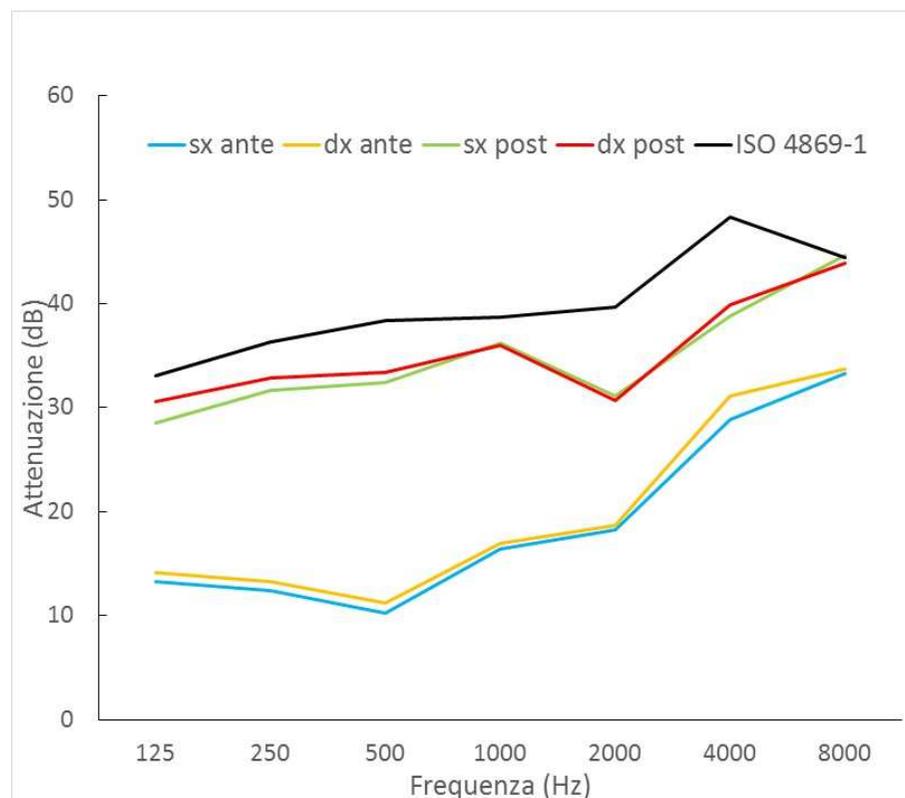
Il campione – Le prove sono state eseguite su un campione di 100 soggetti di età compresa tra i 20 e i 30 anni, 36% di sesso femminile e 64% di sesso maschile. Nessuno dei soggetti facenti parte del campione possedeva una pregressa esperienza nell'uso di dispositivi di protezione auricolare.

La prova – Ciascuna prova è stata suddivisa in quattro fasi:

1. Nella prima fase è stata eseguita una calibrazione dello strumento.
2. Nella seconda fase il soggetto ha indossato gli inserti senza aver ricevuto alcuna istruzione su come eseguire correttamente tale operazione ed è stata eseguita una misura del segnale.
3. Nella terza fase si è proceduto ad istruire il soggetto sul corretto utilizzo dell'inserto. Per garantire una formazione il più possibile standardizzata, si è deciso di servirsi di un video dimostrativo anch'esso fornito dalla 3M.
4. Presa visione del filmato, nella quarta fase il soggetto ha indossato nuovamente gli inserti prestando particolare attenzione ad eseguire le manovre d'inserimento coerentemente con quanto mostrato nel video. Si è proceduto quindi ad una nuova misura.

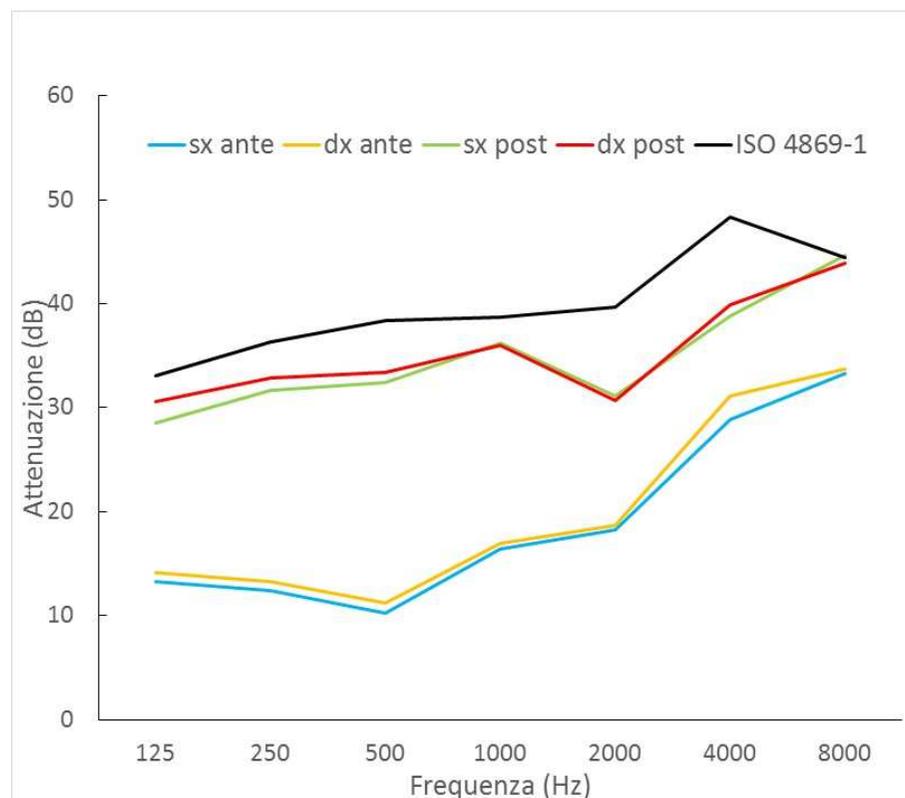
Risultati 1 – Analisi del campione completo



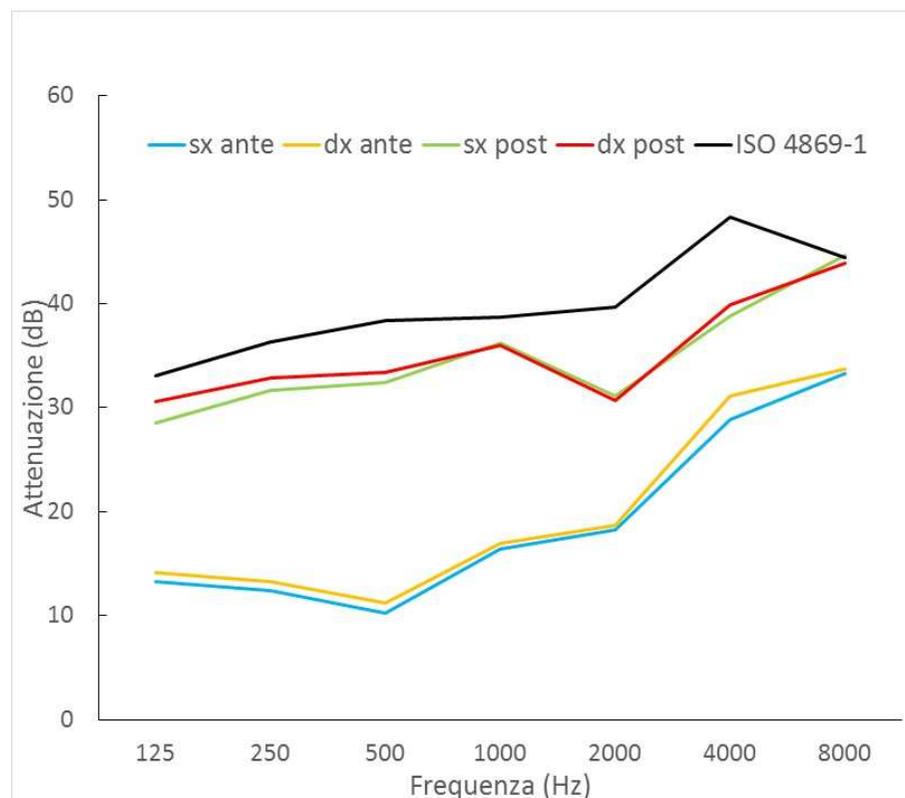


Gli elementi più significativi sono i seguenti:

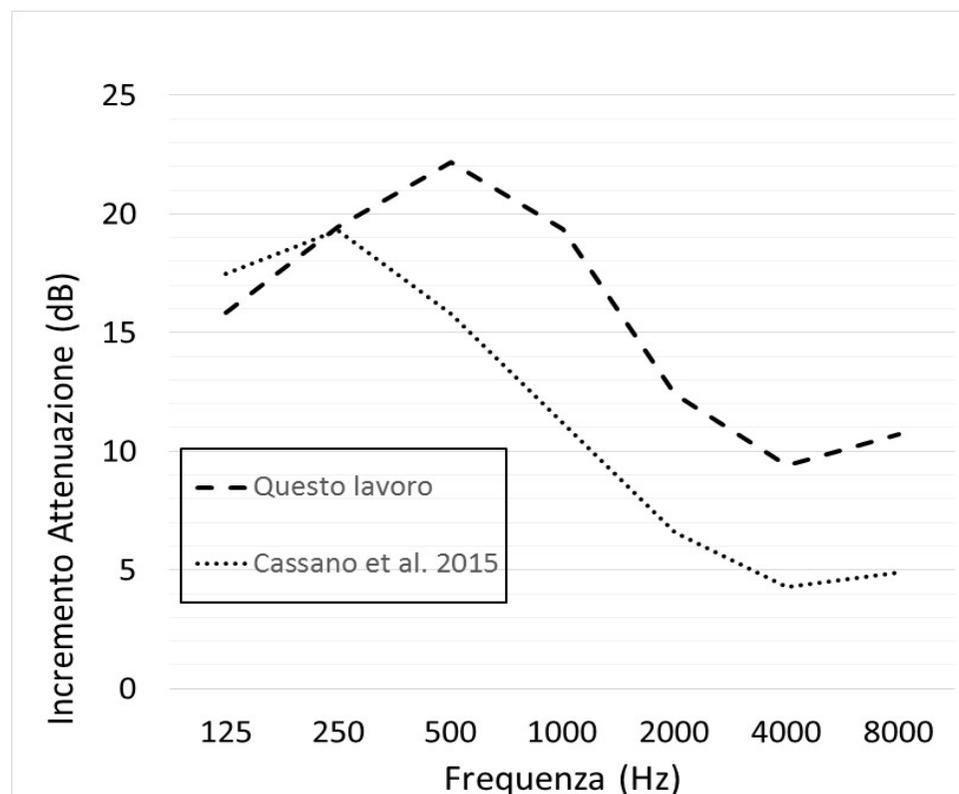
- I risultati ottenuti per le **due orecchie sono estremamente prossimi gli uni agli altri ed assolutamente indistinguibili** con test statistici. Il risultato non era scontato, alla luce della prevedibile maggior difficoltà ad inserire l'inserto nell'orecchio sinistro per soggetti destrimani, che rappresentano la stragrande maggioranza (95%) del campione.



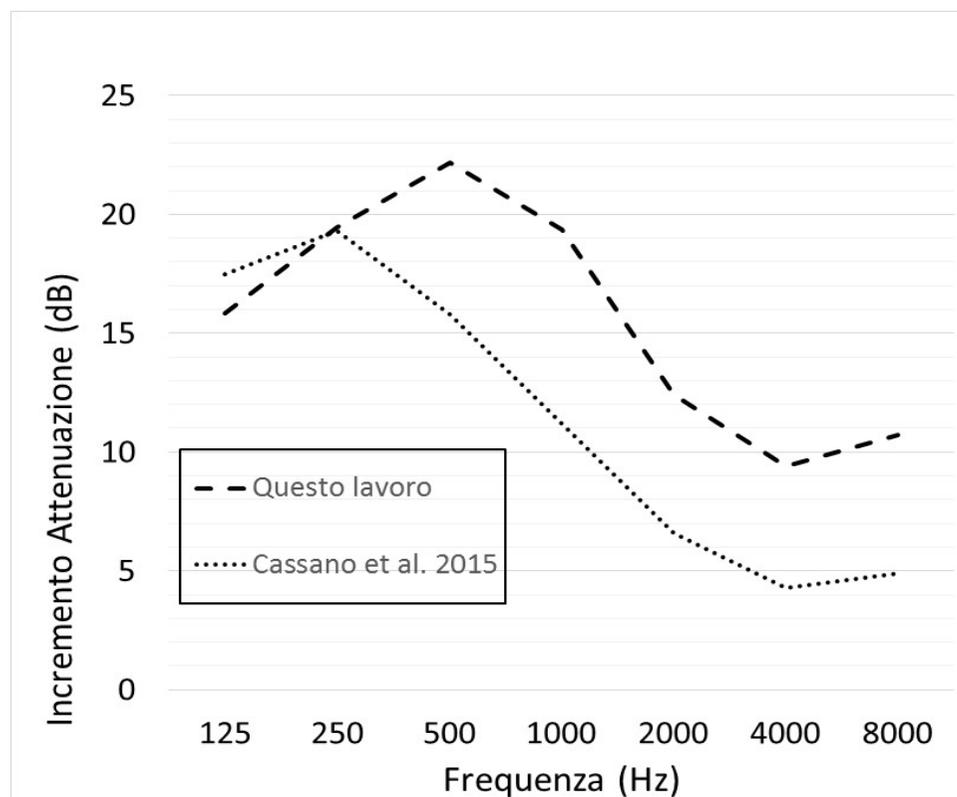
- I valori di attenuazione a monte della formazione sono drammaticamente bassi. Con valori medi di attenuazione così piccoli, ogni stima di possibili fattori di derating (**i famosi β**) perde di significato. Più onesto è affermare che in un campione di soggetti non formati, una frazione alta e socialmente inaccettabile di esposti, riceve una protezione **virtualmente nulla, specialmente a frequenze inferiori a 1000 Hz.**



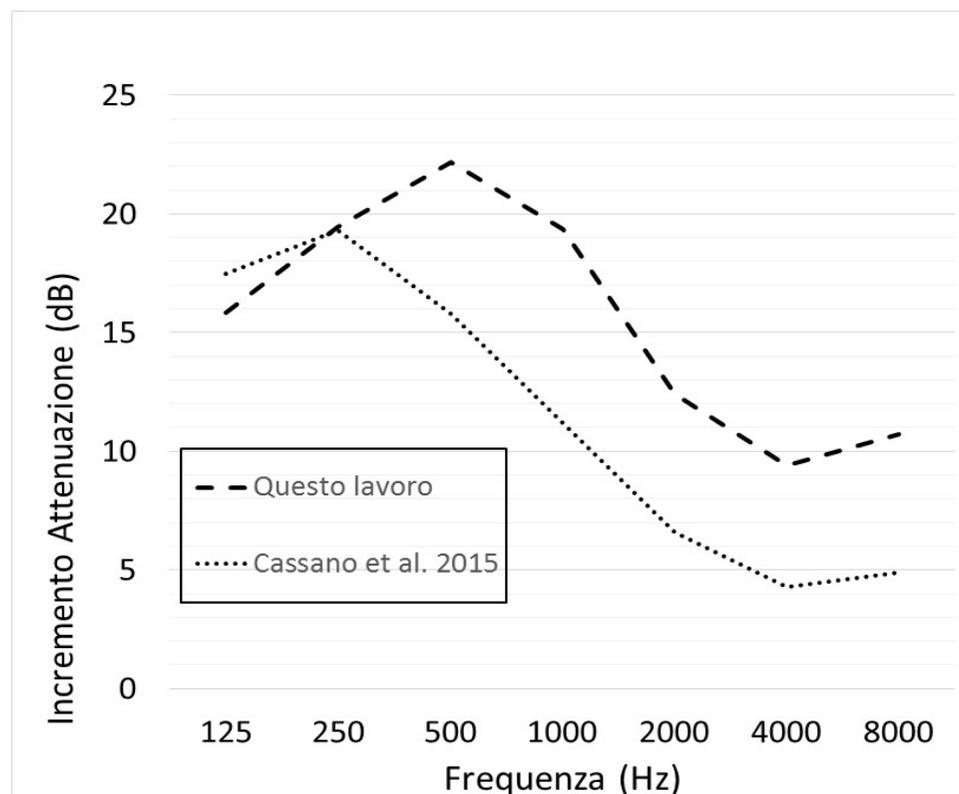
- I valori di attenuazione misurati a valle della formazione sono risultati molto superiori a quelli misurati a monte della formazione e **ragionevolmente prossimi**, tranne che nelle bande d'ottava a 2000 e 4000 Hz, a quelli dichiarati dal costruttore. Questi ultimi sono comunque risultati sempre più elevati di quelli ottenuti in questo studio.



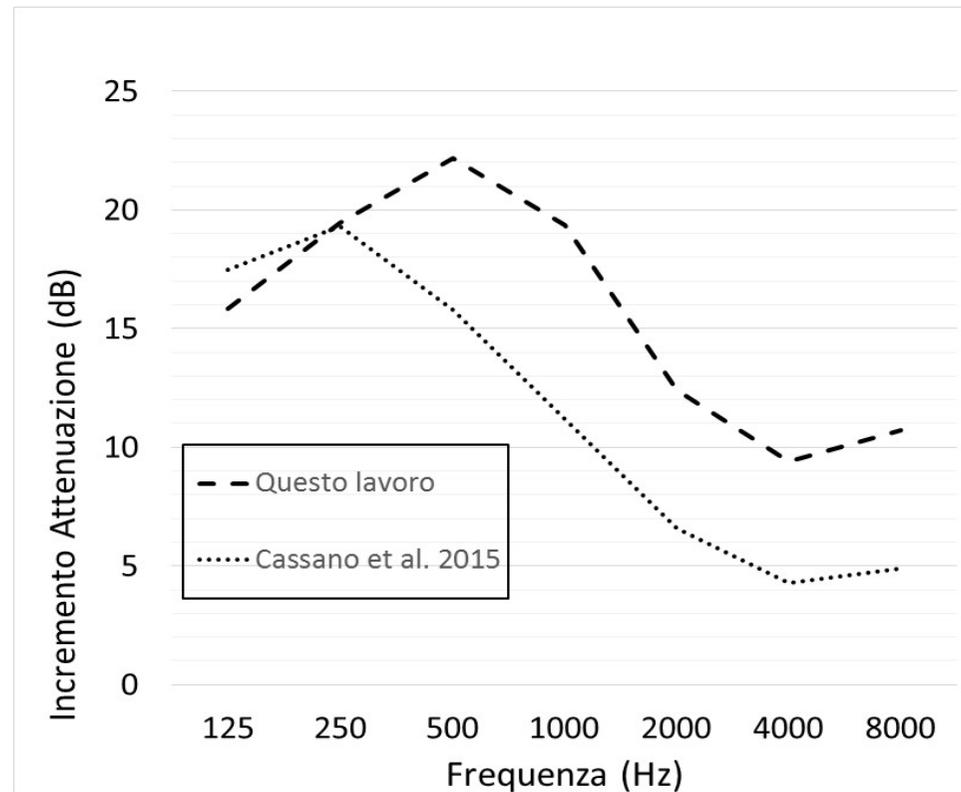
La Figura mostra l'incremento dell'attenuazione associato al processo formativo, che risulta più elevato a frequenze fino a 1000 Hz e progressivamente decrescente a frequenza superiori. **Questo risultato è verosimilmente il prodotto della combinazione di due meccanismi**, che agiscono quando l'inserimento avviene con maggior profondità, come presumibilmente avviene seguendo le istruzioni del video



a seguito del migliore inserimento del dispositivo, le zone mancate aderenza dell'inserito al canale uditivo si riducono, **diminuendo** la trasmissione aerea del segnale;



si riduce l'extra conduzione ossea, che si manifesta quando il punto di maggior contatto dell'inserto è nella zona esterna del canale uditivo.

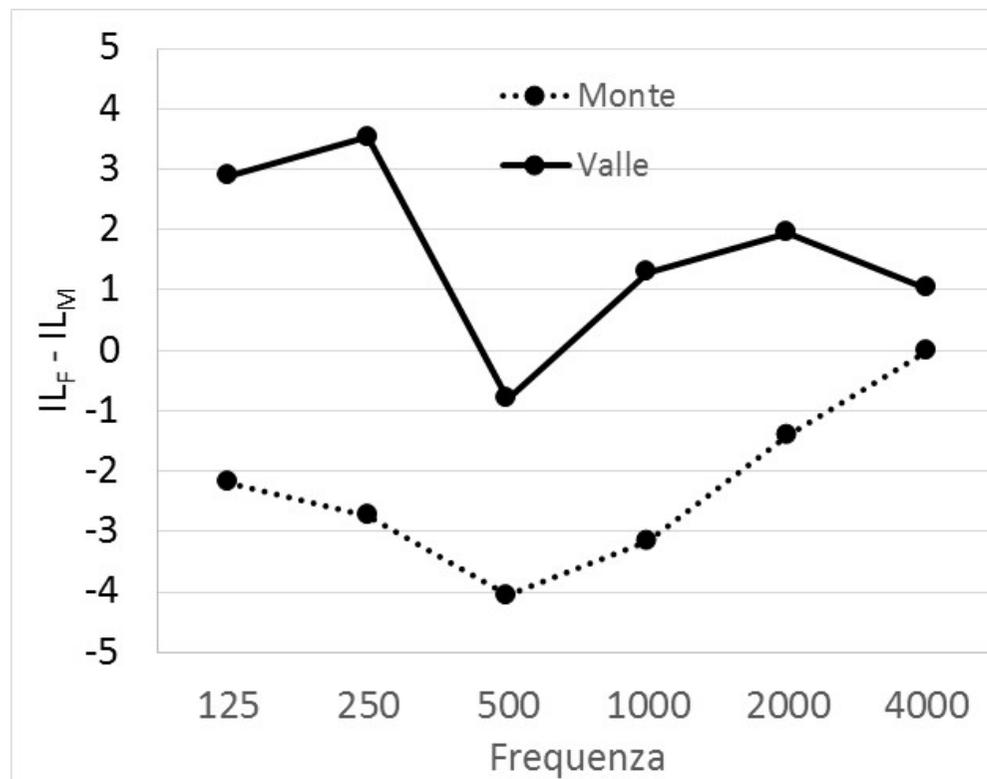


La stessa Figura mostra che, **nonostante alcune differenze**, il comportamento complessivo ottenuto in questo lavoro è molto simile a quello **determinato da Cassano et al. (2015)**, con alcune differenze relative alla frequenza di massimo incremento (250/500 Hz rispettivamente) ed alla dimensione dell'incremento massimo (19,5/22,5 dB rispettivamente).

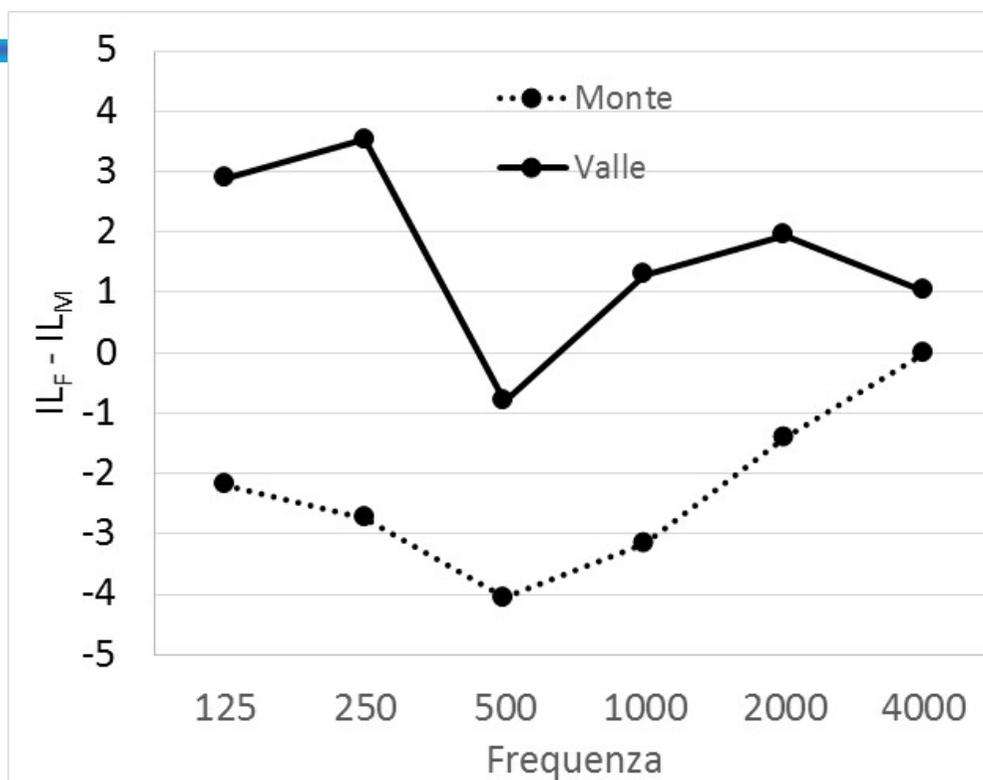
Analisi separata dei sotto-campioni maschili e femminili

I valori di attenuazione ottenuti, sia a monte sia a valle della formazione, sono successivamente stati analizzati separatamente per i due campioni dei **36 soggetti di sesso femminile** e dei **64 soggetti di sesso maschile**.





il campione femminile mostra, a monte della formazione, valori di attenuazione più bassi del campione maschile; la differenza tende ad essere più alta alle frequenze basse e medie, dove la significatività statistica raggiunge l'85% a 1000 Hz ed il 93% a 500 Hz. Questo risultato potrebbe dipendere semplicemente da una istintiva maggior riluttanza all'uso dell'inserito da parte delle ragazze;



- il campione femminile beneficia della formazione in modo assai più sensibile del campione maschile. Questo miglioramento si manifesta a tutte le frequenze, ma appare più marcato alle basse-medie frequenze fino a 1000 Hz, con valori che raggiungono i 5 dB. È possibile che la maggior profondità dell'inserimento dell'inserito a valle della formazione produca risultati migliori nei soggetti di sesso femminile, che in media possiedono canali uditivi con diametri più piccoli rispetto ai soggetti maschi, e quindi intervenga con maggior efficacia sulla trasmissione del suono per via aerea.

Conclusioni

I risultati riportati sono soltanto un primo test, eseguito su un singolo modello di inserto auricolare. Tuttavia, **i dati confermano in modo inequivoco l'enorme distanza fra prestazioni nominali (ottime) e prestazioni reali (minime) di un inserto auricolare, utilizzato senza una chiara fase formativa.** Molto interessante, in prospettiva, è anche il risultato relativo alle differenze di genere, che indica come i soggetti femminili abbiano maggiori difficoltà iniziali a sistemare l'inserto, ma beneficiano in maggior misura della formazione rispetto ai soggetti di sesso maschile. Il passo successivo sarà quello di eseguire gli stessi test per altre tipologie di inserto auricolare, che si distinguono per dimensione, per forma, o per materiale utilizzato.