

VALUTAZIONE DELL'EFFICIENZA E DELL'EFFICACIA DEI DPI UDITIVI AI FINI DELLA SCELTA DEI DPI OTTIMALI E DEL RISPETTO DEI VALORI LIMITE

Giuseppe Elia

Responsabile studi e ricerche di Modulo Uno S.p.A.
Presidente della Commissione Acustica UNI

1. I DPI per l'udito nel D.Lgs. 195/2006

Il Dlgs. 195/2006 (ref.1), da un lato conferma l'importanza dei dispositivi di protezione individuale dell'udito come mezzo di prevenzione quando tutte le altre misure tecniche ed organizzative non siano stati sufficienti a rendere trascurabile il rischio da rumore (come già enunciato nel D. Lgs. 277/1991 (ref.2)), dall'altro introduce alcuni aspetti di grande importanza cui sarà necessario prestare massima attenzione. In particolare possiamo rimarcare tre:

- a) i DPI sono da mettere a disposizione quando si superano i limiti inferiori di azione ($L_{ex} > 80$ dB(A) o $L_{peak} > 135$ dB(C)) e il loro uso deve essere reso obbligatorio quando si superano i limiti superiori di azione ($L_{ex} > 85$ dB(A) o $L_{peak} > 137$ dB(C))
- b) l'attenuazione dei DPI deve porsi come obiettivo di minimizzare il rischio da rumore, e, in ogni caso garantire che non si superino i limiti di esposizione ($L_{ex} > 87$ dB(A) o $L_{peak} > 140$ dB(C))
- c) il datore di lavoro ne deve valutare l'efficacia.

Se i punti a) e b), nella sostanza non fanno che fissare degli obiettivi più rigorosi nella scelta e nell'utilizzo dei DPI, senza introdurre elementi innovativi rispetto al D.Lgs. 277/1991 (fatte salve alcune formulazioni espresse in modo differente), il punto c) specifica un obbligo di complessa valutazione e ancor più difficile attuazione, stante il fatto che, come recita il dizionario della lingua italiana per efficacia intendiamo la "capacità di produrre l'effetto adeguato o conveniente in un singolo caso" (Devoto – Oli, Vocabolario illustrato della lingua italiana, Selezione del Reader's Digest).

2. La certificazione dei DPI

Con il decreto legislativo 475/92 (ref. 3), che recepisce la direttiva comunitaria 89/686/CEE e successive modifiche, sono stati stabiliti i requisiti essenziali di sicurezza dei DPI, la cui conformità è attestata dal fabbricante secondo definite

procedure e mediante l'apposizione della marcatura CE sul dispositivo stesso o sull'imballaggio che lo contiene.

In particolare, i DPI per l'udito rientrano nella seconda categoria, per i quali, prima della commercializzazione, il costruttore deve richiedere il rilascio dell'attestato di certificazione CE ad un organismo di certificazione (Organismo Notificato).

Le norme UNI-EN 352 (ref.4, 5,6, 7, 8, 9) specificano i requisiti costruttivi di progettazione, le prestazioni, i metodi di prova, i requisiti di marcatura e le informazioni destinate agli utilizzatori di cuffie, inserti e cuffie su elmetto di lavoro per l'industria: a tali norme devono pertanto attenersi il fabbricante e l'organismo di controllo per la verifica dei DPI testati.

Il fabbricante deve corredare i prodotti forniti della dichiarazione di conformità e di una nota informativa contenente, fra l'altro, informazioni riguardanti:

- deposito, impiego, pulizia, manutenzione, revisione e disinfezione dei DPI;
- le prestazioni ottenute dagli esami tecnici effettuati per verificarne le caratteristiche;
- le caratteristiche dei pezzi di ricambio appropriati ;
- la data o il termine di scadenza dei DPI o di alcuni dei loro componenti;
- il significato della marcatura;
- nome, indirizzo, numero di identificazione degli organismi notificati che intervengono nella fase di certificazione dei DPI.

La nota informativa deve essere redatta in modo preciso, comprensibile e almeno nella o nelle lingue ufficiali dello Stato membro destinatario.

Nel caso dei DPI di protezione dell'udito, i principali riferimenti tecnici sono costituiti dalla norme armonizzate delle serie EN 352 , EN 4869-2 (ref. 10), EN 24869-1 (ref. 11), EN 13819 (ref. 12, 13).

In particolare l'attenuazione acustica viene determinata con un metodo soggettivo. Si misura cioè la soglia di percezione di un certo numero di soggetti esposti ad un campo sonoro diffuso, cui sono esposti, prima direttamente, e poi con le orecchie protette dal mezzo in esame; la differenza fra i livelli di percezione misurati nelle due condizioni definisce l'attenuazione sonora.

In laboratorio questo parametro viene misurato secondo la norma EN 24869-1, utilizzando rumore rosa, filtrato per bande di ottava, diffuso nell'ambiente da più sorgenti in modo che in assenza del soggetto, in posizioni definite intorno a quella che sarà la posizione della sua testa, il livello di pressione sonora, sia costante entro ± 2.5 dB. Ovviamente l'ambiente di prova deve possedere un rumore di fondo estremamente basso (alle alte frequenze addirittura inferiore a 0 dB). La prova viene effettuata su 16 soggetti.

Tale valutazione dell'attenuazione risente quindi dell'incertezza propria di tutte le misure soggettive, e derivante dai criteri di scelta dei soggetti, dalle loro attitudini e comportamenti. La metodologia prevede che si individui una popolazione su cui effettuare le prove avente caratteristiche di sufficiente variabilità soggettiva, ma comunque escludendo soggetti che potrebbero fornire risultati anomali o poco affidabili; inoltre è previsto che lo sperimentatore istruisca adeguatamente i soggetti. Tutti questi accorgimenti, se da un lato consentono un più omogeneo campione di prova, di fatto rendono il campione stesso non significativo a

rappresentare una popolazione normale di lavoratori. Ma di questo aspetto parleremo in modo diffuso successivamente.

Come conseguenza diretta delle modalità di prova descritte precedentemente, la riduzione dell'esposizione a rumore esercitata da uno specifico dispositivo di protezione individuale è espressa in termini statistici. Risulta pertanto necessario definire la percentuale di persone cui si vuole associare un determinato grado di protezione (14).

Il valore di protezione fornito da un determinato dispositivo (Assumed Protection Value, APV), è definito dalla norma UNI EN ISO 4869-2:1998, calcolato per ciascuna banda di ottava f tra i 63 e gli 8000 Hz, e in relazione alla percentuale x di soggetti ai quali il dispositivo fornirà un'attenuazione pari a $APV_{f,x}$, secondo la seguente relazione:

$$APV_{f,x} = m_f - \alpha s_f$$

dove:

- m_f è l'attenuazione media (misurata) fornita dal DPI per la specifica banda centrata alla frequenza f ;
- s_f è la relativa deviazione standard (misurata);
- α è un coefficiente moltiplicativo della deviazione standard al quale corrisponde una data percentuale di persone protette (generalmente si ipotizza una distribuzione dei dati di attenuazione di tipo normale).

Ad esempio, se alla frequenza 500 Hz, si sono riscontrati un valore di attenuazione media di 21 dB e una deviazione standard di 3,5 dB, si ottiene un valore di protezione pari a:

- $APV = 21 - 3,5 = 17,5$ dB ($\alpha=1$) è l'attenuazione minima relativa a circa l'84 % dei lavoratori che ne fanno uso,
- $APV = 21 - 7 = 14$ dB ($\alpha=2$) è l'attenuazione minima relativa a circa il 98 % dei lavoratori che ne fanno uso.

Il valore $APV_{f,x}$ rappresenta pertanto il valore corrispondente alla minima attenuazione (alla frequenza f) fornita dal DPI per la percentuale x di soggetti esposti, in riferimento alla popolazione di prova. E' abbastanza usuale assegnare ad α il valore 1. Ovviamente valori più elevati di α risultano più conservativi, poiché cautelano un numero più ampio di persone.

Al fine di valutare i livelli di pressione sonora ponderati A cui sono esposti dei soggetti che utilizzano un determinato DPI, sulla base della misura del livello di pressione sonora dell'ambiente in cui opera e del valore di protezione APV dell'otoprotettore, si può procedere in base ad uno di questi metodi (definiti nella norma UNI EN ISO 4869-2:1998):

- metodo OBM: si sottraggono aritmeticamente dai livelli di pressione sonora per ottave (fra 63 e 8000 Hz) rilevati nell'ambiente di lavoro i corrispondenti valori di $APV_{f,x}$ dell'otoprotettore e, in base ai dati ottenuti, si calcola il livello sonoro ponderato A;
- metodo HLM: si determinano, attraverso un calcolo relativamente prolisso (definito nella norma citata e che utilizza i valori $APV_{f,x}$) i parametri H_x

- (attenuazione alle alte frequenze), M_x (attenuazione alle medie frequenze), L_x (attenuazione alle basse frequenze); successivamente, in base ai livelli di pressione sonora (ponderati A e C) rilevati nell'ambiente di lavoro, si calcola il livello sonoro ponderato A all'orecchio del lavoratore;
- metodo SNR: si detrae dal livello di pressione sonora ponderato C misurato nell'ambiente di lavoro, il valore del parametro SNR_x ricavato in base ai valori APV_{fx} , per ottenere il livello sonoro ponderato A cui è esposto il lavoratore che indossa il DPI.

Ovviamente il metodo OBM è il metodo più preciso, ma anche quello che richiede misure più complesse (per banda d'ottava); il metodo HLM esige unicamente livelli di pressione sonora ponderati A e C, ma impone un'elaborazione più impegnativa (anche se utilizzando un programma di calcolo l'ostacolo è facilmente superabile); il metodo SNR presenta una maggiore incertezza, ma richiede di conoscere solo il livello sonoro ponderato C (secondo alcuni orientamenti metodologici è possibile applicare il metodo SNR sulla base del solo livello sonoro equivalente ponderato A previa l'adozione di un termine correttivo).

3. Criteri di scelta e di uso degli ottoprotettori

La norma UNI EN 458:1995 (ref. 15) costituisce un documento guida in merito alla selezione, all'uso, alla cura e alla manutenzione dei protettori auricolari.

Nella selezione di un ottoprotettore, oltre le esigenze di marcatura CE e di attenuazione sonora, debbono essere considerati i seguenti aspetti: confortevolezza del portatore, caratteristiche dell'ambiente di lavoro e dell'attività lavorativa (temperatura, umidità, polvere, esposizione ripetuta di breve durata, esigenza di percepire suoni informativi / segnali di avvertimento / messaggi, esigenze di comunicazione), eventuali disturbi medici, compatibilità con altri DPI indossati.

Un primo orientamento che tale norma fornisce circa la valutazione dell'attenuazione, si basa sui metodi prima enunciati: OBM, HML e SNR. Particolari indicazioni sono inoltre fornite in caso di rumori impulsivi e rumori intermittenti.

La stessa norma peraltro introduce due punti su cui è importante soffermare l'attenzione.

Il primo riguarda la cosiddetta "attenuazione in condizioni reali" dove si dice che le prestazioni raggiungibili negli ambienti "reali" possono essere inferiori rispetto a quelle dichiarate dal fabbricante e ottenute con i metodi previsti alle norme armonizzate, a causa di un insufficiente adattamento, capelli lunghi, uso di occhiali o altri DPI. Al di là della formulazione molto felpata e approssimata (perché, come vedremo successivamente, il problema è di entità e importanza assai considerevole e le cause di peggioramento delle prestazioni rispetto ai dati di laboratorio sono molto più estese e consistenti), rimane il fatto che in questa norma il problema viene posto, pur mancando una qualche indicazione per risolverlo.

Il secondo riguarda l'effetto di iperprotezione, per il quale, scegliendo ottoprotettori aventi attenuazioni troppo elevate, si possono determinare effetti negativi sulla

comunicazione, sull'intelleggibilità del parlato, sull'udibilità di segnali di pericolo o comunque contenenti informazioni importanti per la sicurezza dei lavoratori.

Questo aspetto, spesso trascurato nel passato, assume invece notevole importanza in talune situazioni. Senza entrare nel dettaglio del problema si rimanda ad un puntuale articolo di Merluzzi e Di Credico (ref.16). Da rimarcare in particolare l'importanza che assume il contenuto in frequenza del segnale informativo o di allarme sulla percezione dello stesso in presenza di un otoprotettore; come pure il fatto che i soggetti che presentano deficit acustici possano veder ridotta la percezione di taluni suoni, in particolare la voce parlata.

Tutti questi elementi hanno poi rilevanza per quanto attiene l'uso dei DPI, cui il lavoratore deve essere addestrato. Particolarmente l'informazione e la formazione deve riguardare: il periodo e i luoghi di impiego dei DPI, la loro disponibilità, il corretto posizionamento, l'udibilità dei messaggi e dei segnali, le istruzioni del fabbricante, eventuali condizioni di impiego particolari e di utilizzazione congiunta con altri DPI.

Se il risultato della valutazione conduce ad un livello sonoro superiore a 87 dB(A), il DPI è da giudicare certamente inadeguato; con un livello sonoro compreso fra 80 e 87 dB(A) la situazione è più accettabile, ma non ancora buona; in generale l'obiettivo dovrebbe essere il raggiungimento della fascia 65 – 80 dB(A) per avere adeguata garanzia dell'efficacia protettiva di quel DPI in quella determinata condizione lavorativa; livelli inferiori a 65 - 70 dB(A) debbono essere considerati con attenzione per verificare se non possono determinarsi effetti negativi dovuti ad iperprotezione.

4. Fattori influenzanti l'efficacia dei DPI

La reale efficacia dei DPI non dipende solo dalle loro caratteristiche di attenuazione acustica, ma, come detto, dal modo con cui essi vengono utilizzati e conservati.

Un aspetto di particolare rilievo è costituito dal tempo di utilizzazione degli otoprotettori in un determinato ambiente rumoroso rispetto al tempo di permanenza nello stesso ambiente.

Consideriamo il caso di un ambiente il cui livello sonoro cui sono esposti dei lavoratori è di 95 dB(A), e ipotizziamo che tre lavoratori utilizzino altrettanti DPI che consentano loro un'attenuazione reale rispettivamente 10, 20, 25 dB.

Nel diagramma che segue (fig. 1) riportiamo il decremento di livello sonoro cui essi sono esposti nel periodo di permanenza in quell'ambiente, in funzione della percentuale di tempo in cui non indossano il DPI.

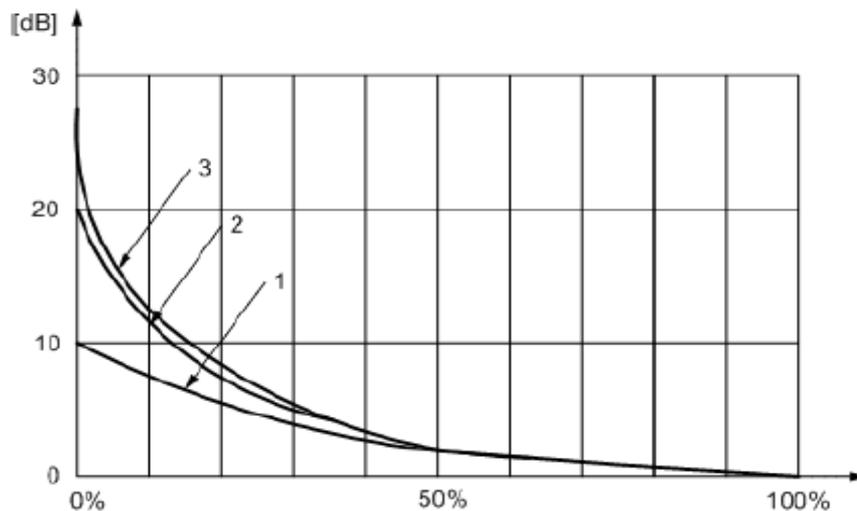


Fig. 1 riduzione del livello sonoro di esposizione di lavoratori dotati di otoprotettori, in funzione della percentuale di tempo di non utilizzo degli stessi e della loro attenuazione:

- 1- attenuazione 10 dB
- 2- attenuazione 20 dB
- 3- attenuazione 25 dB

Dal diagramma si evidenziano alcune aspetti di grande importanza:

- a) considerando il lavoratore dotato di un otoprotettore avente un'attenuazione di 20 dB, se egli non indossa mai i DPI ($p=100\%$) è ovviamente soggetto ad un livello sonoro equivalente di 95 dB(A); al contrario se lo indossa sempre ($p=0\%$) tale livello scende a $95 - 20 = 75$ dB(A);
- b) se il lavoratore non indossa il DPI, anche solo per il 10% del tempo di permanenza ($p=90\%$), risulta esposto ad un livello di $95 - 12 = 83$ dB(A), indebolendo quindi cospicuamente il beneficio acustico ottenibile;
- c) ovviamente con un utilizzo relativo alla sola metà del tempo di permanenza, l'otoprotettore risulta inadeguato, poiché determina un'esposizione pari a 92 dB(A);
- d) scegliendo un DPI avente un'attenuazione maggiore (25 dB), certamente il lavoratore ne sarebbe beneficiato con un'utilizzazione del 100%, poiché il suo livello sonoro scenderebbe a 70 dB(A), ma la scelta diverrebbe meno significativa con percentuali di utilizzazione via via inferiori, tanto che con un'utilizzazione pari al 90% il nuovo DPI migliorerebbe di solo 1 dB la situazione rispetto all'impiego dell'altro DPI, e sarebbe del tutto uguale se l'utilizzazione fosse del 50%.
- e) Con un'utilizzazione inferiore al 50% del tempo anche il DPI avente un'attenuazione di soli 10 dB diviene sostanzialmente equivalente agli altri due.

Numerosi altri fattori influenzano considerevolmente l'efficacia dei DPI. Riprendiamo sinteticamente l'elencazione fatta da Peretti e altri (ref.17) in una relazione del 2003, che qui vengono raggruppati in 4 tipologie:

- a) fattori connessi alla scelta:
 - taglia dei dispositivi talvolta inadeguata alle caratteristiche fisiche dei lavoratori (ad es. per i DPI preformati);
 - presenza di capelli lunghi, barba, occhiali che rendono problematica una buona tenuta acustica delle cuffie;

- b) fattori connessi all'uso:
 - inserimento approssimativo dei DPI e non conforme ai criteri stabiliti dal fabbricante;
 - diminuzione delle prestazioni acustiche per spostamento dei DPI dalla loro sede originaria (es. inserti che si spostano verso l'esterno del condotto uditivo a causa dei movimenti mandibolari o cuffie che si spostano per i movimenti del capo);
 - modifiche realizzate dal lavoratore sui DPI per renderli più confortevoli (es. deformazione delle cuffie per limitare la pressione sul capo ritenuta fastidiosa);
 - uso congiunto di altri DPI (es. cuffie e occhiali);

- c) fattori connessi alla conservazione delle caratteristiche:
 - difetti nella cura dei DPI in dotazione personale (inserti personalizzati, cuffie);
 - assenza di manutenzione e intempestiva sostituzione di DPI usurati e non più idonei;

- d) fattori connessi all'addestramento:
 - mancanza di adeguata attività formativa.

Per quanto concerne l'ultimo fattore, è da rimarcare che alcuni ricercatori hanno evidenziato (ref.18), attraverso una puntuale sperimentazione, che, attuando livelli formativi crescenti si ottengono crescenti e cospicui miglioramenti nella reale attenuazione acustica degli otoprotettori.

Peraltro si deve osservare che fra i fattori che causano un peggioramento della protezione acustica reale dei lavoratori, alcuni sono correggibili attraverso una accurata attività formativa, purchè essa non si limiti alla scelta e al corretto inserimento degli otoprotettori, ma anche al loro uso e alla loro conservazione (sotto questo aspetto i criteri stabiliti dalla norma UNI EN 458:1995 costituiscono un importante riferimento); altri però sono ineliminabili (es. la perdita nel tempo delle caratteristiche di otoprotettori anche correttamente conservati, la perdita di attenuazione nel caso di utilizzo per tempi lunghi, l'uso congiunto di altri DPI, ecc...).

5. Criteri per la determinazione dell'attenuazione degli otoprotettori nell'ambiente di lavoro

Le considerazioni precedenti portano tutte ad una questione che possiamo riassumere in questo modo: è possibile identificare un metodo pratico per calcolare la reale efficacia dei DPI negli ambienti di lavoro?

A livello di ricerca metodi di valutazione sono stati identificati, ma nella pratica igienistica essi non risultano applicabili in modo diffuso.

Le risposte più semplici (perché caratterizzate da un forte pragmatismo) sono quelle formulate negli Stati Uniti dall'OSHA (Occupational Safety and Health Administration) e dal NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health).

L'OSHA è un ente federale che svolge la sua attività di supporto al mondo del lavoro nell'ambito della sicurezza e della salute; come ricorda A. Suter, nel Workshop of Hearing Protector Devices organizzato dall' EPA nel 2003 (ref. 19), l'OSHA ha fornito ai propri ispettori, l'istruzione di dimezzare il valore di attenuazione previsto degli otoprotettori, nell'ambito della valutazione della efficacia relativa dei DPI e dei controlli ingegneristici.

Il NIOSH (ref. 19) propone un'impostazione simile, ancorché più articolata, frutto dell'analisi dei molti studi esistenti: essa suggerisce infatti di sottrarre dai valori di attenuazione forniti dai fabbricanti:

- il 25% nel caso di cuffie
- il 50 % nel caso di inserti espandibili
- il 70 % in tutti gli altri tipi di inserti.

E' da rimarcare che negli Stati Uniti l'attenuazione dei DPI fornita dai fabbricanti è espressa in termini di NRR (noise reduction rating), che deriva da una metodologia di prova stabilita da una norma ANSI.

Concettualmente questo indice è del tutto simile all'indice SNR di derivazione ISO, con le seguenti sostanziali differenze:

- NRR è calcolato sulla base di livelli di pressione sonora compresi fra 125 Hz e 8000 Hz (mentre SNR è basato su una valutazione che comincia da 63 Hz)
- NRR usa lo stesso metodo di calcolo di SNR ma aggiunge un termine correttivo di 3 dB
- NRR sottrae dal valor medio di attenuazione due volte la deviazione standard, mentre nel computo di SNR la deviazione standard viene detratta una volta sola.

Il valore NRR di un DPI è generalmente minore del corrispondente SNR, e questo rende ancora più marcati i criteri di riduzione dell'attenuazione adottati da OSHA e NIOSH.

Negli ultimi anni, prima in ambito ANSI e successivamente all'interno dell'ISO, è stata intrapresa una importante attività normativa dedicata a definire un metodo di prova che, garantendo adeguati valori di riproducibilità, consentisse di determinare

l'attenuazione dei DPI in condizioni rappresentative della reale esposizione negli ambienti di lavoro.

L'ente normatore americano (ANSI) ha emanato nel 1997 la norma ANSI S12.6 "Methods for measuring the real-ear attenuation of hearing protectors" (ref. 20), che si affianca alla norma ANSI S3.19 (ref. 21) da lungo tempo applicata dai fabbricanti di otoprotettori negli Stati Uniti (e in vari altri paesi) per caratterizzarne l'attenuazione acustica.

Questa norma si basa su un metodo "subject fit", anziché il tradizionale metodo "experimenter fit": in quest'ultimo è colui che conduce la prova di laboratorio che deve spiegare come deve essere indossato e tenuto il DPI, verificando che il soggetto esegua perfettamente quanto richiesto; con il metodo "subject fit" è invece il soggetto in prova che, sulla base delle informazioni scritte dal fabbricante, indossa il DPI (senza che lo sperimentatore lo possa eventualmente correggere). Inoltre i soggetti chiamati a svolgere tale prova debbono essere persone che non hanno partecipato nel passato a prove simili.

In sede ISO, da alcuni anni opera un gruppo di lavoro che sta elaborando un documento normativo in tutto simile alla norma ANSI S12.6: nel 2005 è stato emesso il Draft Technical specification 4869-5 dal titolo "Acoustics – Hearing protectors – Part 5: Method for estimation of noise reduction using fitting by inexperienced test subjects" (ref. 22).

E' interessante che l'ISO abbia inteso rimarcare nel titolo il riferimento a "soggetti non esperti nell'effettuazione del test".

E' presumibile che questa specifica tecnica dell'ISO sarà approvata in tempi brevi, e si affiancherà alle norme ISO 4869-1 e 4869 -2, utilizzate dai fabbricanti per valutare e dichiarare l'attenuazione dei DPI.

Fra la metodologia tradizionale, in base al quale i fabbricanti dichiarano i valori di attenuazione dei DPI, e la metodologia "subject fit" vi sono quindi importanti differenze:

- il metodo tradizionale prevede l'utilizzazione di soggetti allenati a questo tipo di prove, ben addestrati circa la corretta utilizzazione del singolo DPI in prova, controllati dallo sperimentatore: è quindi evidente che essi rappresentano una popolazione scelta, dalla quale è legittimo attendersi valori di attenuazione più elevati rispetto ad una popolazione normale; non solo, ma anche le variazioni intersoggettive sono più ridotte rispetto ad una popolazione maggiormente eterogenea;
- il metodo "subject fit", oltre ad utilizzare soggetti che più si avvicinano alla popolazione media presente negli ambienti di lavoro, fornisce loro un tipo di informazione molto essenziale e impersonale; tuttavia occorre dire che queste persone indossano, nel corso delle prove, otoprotettori nuovi, non compiono operazioni che comportino spostamenti dei DPI nel tempo, non utilizzano altri dispositivi (es. occhiali) che possono influenzare l'attenuazione del DPI in prova. E' quindi presumibile che i risultati ottenibili utilizzando questa metodologia, si avvicinino a quelli della popolazione normale avente una informazione di base, ma tendano tuttavia, per le ragioni sopra dette, a sovrastimarli lievemente.

A conferma di quanto detto stanno i risultati che Berger e Gauger hanno prodotto recentemente (ref.23), comparando i valori di attenuazione, relativi ad alcuni otoprotettori, ottenuti in tre diversi tipi di prove:

- con il metodo tradizionale, calcolando il valore SNR
- con il metodo “subject fit”
- in ambienti di lavoro reali.

Tali risultati sono riportati nel diagramma che segue (fig. 2)

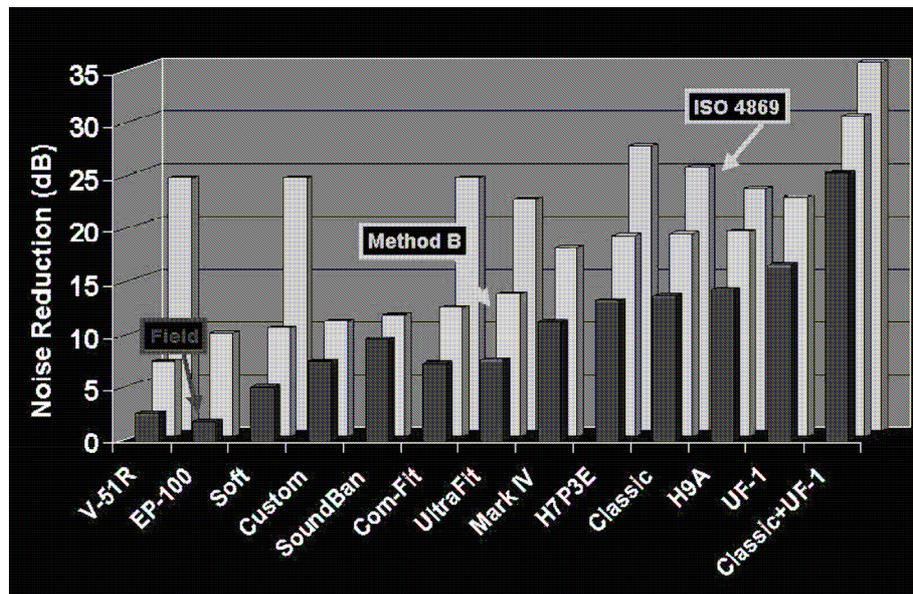


Fig. 2 Attenuazione di vari otoprotettori:

- in laboratorio utilizzando il metodo ISO 4869-1 (experienced fit)
- in laboratorio utilizzando il metodo B ANSI S12.6 (subject fit)
- in ambiente di lavoro (field)

Per interpretare correttamente tali risultati occorre chiarire che:

- i valori sulle ordinate rappresentano l'attenuazione dei livelli sonori, determinata dal DPI, e relativa all'84% dei soggetti; tale attenuazione è intesa come differenza fra i livelli sonori ponderati A con e senza l'uso del DPI;
- i dati ottenuti con il metodo tradizionale (ISO 4869-1) sono espressi in termini di SNR, detraendo 3 dB: poiché infatti tale indice, rappresenta la differenza tra un livello ponderato C (senza DPI) e un livello ponderato A (con DPI), il valore 3 dB indica la tipica differenza fra il livello sonoro ponderato C e il corrispondente livello sonoro ponderato A di un rumore di origine industriale;

- i dati, indicati con “method B” indicano i valori ottenuti applicando il metodo “subject fit” della norma ANSI S12.6
- i dati, indicati con “field” sono stati ottenuti valutando l’attenuazione di lavoratori chiamati direttamente dal loro posto di lavoro, con una procedura non codificata da una norma, ma comunque scientificamente rigorosa.

E’ quindi molto evidente che:

- i valori forniti dai fabbricanti sono ben lontani dai valori di attenuazione che i due ricercatori hanno riscontrato fra i soggetti provenienti dal loro ambiente lavorativo; e questo è confermato da una serie ormai estesissima di dati ottenuti da differenti ricercatori;
- i valori ottenuti con il metodo “subject fit” si approssimano molto di più ai valori reali, mantenendosi comunque sempre più elevati di alcuni dB;
- con il metodo “subject fit” la gerarchia dei DPI al crescere dell’attenuazione, è la stessa che essi presentano utilizzando i dati “field”; la stessa cosa non vale se utilizziamo i valori forniti in base al metodo tradizionale.

Gli stessi Berger e Gauger evidenziano poi che il metodo “subject fit” ha dimostrato di possedere un’elevata riproducibilità; cioè si ottengono valori molto omogenei fra laboratori diversi.

Esaminando questi dati emerge un risultato che potrebbe costituire una buona base per successivi approfondimenti: i dati ottenuti con metodo “subject fit” sono rappresentativi dell’attenuazione reale di soggetti cui sia stata fornita una buona formazione circa il loro uso e la loro conservazione.

Viceversa risultati prossimi quelli forniti dai fabbricanti richiedono certamente una forte preparazione ed attenzione dei soggetti che li utilizzano, e quindi una formazione costante e un controllo che le regole impartite siano rigorosamente rispettate.

6. Orientamenti per la valutazione dell’efficacia dei DPI per l’udito

Purtroppo la verifica della reale attenuazione degli otoprotettori nell’ambiente di lavoro attraverso delle misure “field” è quanto mai difficile e di fatto inattuabile in modo generalizzato, per la complessità del sistema che occorrerebbe mettere in atto. Non solo, ma l’efficacia dei DPI è differente da persona a persona, per cui lo stesso otoprotettore, nelle medesime condizioni di esposizione al rumore, può determinare effetti di protezione anche molto diversi fra due diversi lavoratori.

Nella situazione attuale cosa può allora fare chi deve scegliere gli otoprotettori e valutarne nel tempo la loro efficacia?

Senza pretendere di fornire una ricetta sicura in merito ad una questione cui da anni ricercatori ed esperti di igiene industriale stanno cercando di fornire una risposta affidabile, si propongono alcuni orientamenti operativi, nella speranza che altri vorranno raccogliere la sfida e nei prossimi anni, anche in Italia si possa fare qualche passo in avanti.

- a) Molta parte della perdita di attenuazione che si verifica nell'ambiente reale rispetto a quello del laboratorio, dipende dal fatto che il lavoratore utilizza i DPI in sua dotazione cercando di minimizzare gli effetti di fastidio che questi spesso inducono (riducendo il tempo di utilizzazione, indossandoli in modo che producano minor pressione contro il condotto uditivo o il capo, ecc...). Vale quindi la regola aurea che **il miglior DPI è quello che viene utilizzato, indossato correttamente e tenuto per il tempo necessario**. Concentrare l'attenzione unicamente o principalmente sull'attenuazione acustica di un otoprotettore è un errore: qualche studioso fa rilevare a tal riguardo che differenze di attenuazione inferiori a 3 dB fra due otoprotettori sono irrilevanti.
- b) Sarebbe auspicabile che almeno alcuni laboratori cominciassero, anche in Italia, a misurare l'attenuazione dei DPI con il metodo "subject fit" adottando la norma ANSI S12.6, o, meglio ancora, benchè ancora allo stadio di proposta, la specifica tecnica ISO 4869-5 (che nella sua versione del 2005 è del tutto simile alla ANSI). Su questa base si potrebbero **effettuare dei test interlaboratorio e creare una banca dati**, almeno dei principali DPI utilizzati nel nostro paese.
- c) In attesa di possedere queste informazioni si possono utilizzare come base i dati forniti dai fabbricanti; per semplificare l'approccio ed evitare di dover effettuare troppe misurazioni si può utilizzare il valore SNR di ogni DPI, con le seguenti accortezze:
- **effettuare le misurazioni dei livelli equivalenti di pressione sonora in dB(C) oltre che in dB(A)**
 - **considerare il valore ottenuto detraendo il valore SNR dal livello sonoro equivalente ponderato C come il livello sonoro cui è esposta, in quella postazione, una percentuale elevata di lavoratori che utilizzano il DPI in modo assolutamente ottimale** (vale a dire accompagnati da un addestramento molto accurato e ripetuto nel tempo, controllati circa il corretto uso dei DPI loro affidati anche attraverso specifiche procedure, istruiti e sorvegliati in merito alla loro conservazione e sostituzione al fine di garantire nel periodo di uso l'efficienza originaria)
 - **poiché questo uso ottimale è possibile ottenerlo solo in alcune situazioni** (dovendo mettere in gioco notevoli risorse in termini di addestramento e controllo), **è più normale pensare che un' Azienda, applicando correttamente quanto previsto dalla norma UNI EN 458:1995, svolga un attività di formazione specifica e applichi una normale sorveglianza circa l'utilizzazione dei DPI** (che però non può accertare la rigorosa e costante applicazione delle regole di uso e conservazione). **In tale situazione potrebbe essere utilizzato il criterio elaborato da NIOSH** (precedentemente illustrato), **con delle opportune correzioni per considerare il fatto che comunque l'Azienda svolga un'azione di formazione e controllo**. Valori

realistici dell'indice SNR di attenuazione (che possiamo chiamare SNR*) potrebbero essere i seguenti:

SNR* = SNR x 0,85 per le cuffie

SNR* = SNR x 0,65 per gli inserti espandibili e gli inserti personalizzati

SNR* = SNR x 0,5 per gli altri inserti

- **se in un'Azienda l'utilizzo dei DPI è affidato alla sola autogestione dei lavoratori, con una limitata trasmissione di informazioni, i valori indicati dal NIOSH appaiono più realistici.**

- d) Le indicazioni di cui sopra supportano un'indicazione che i già citati Berger e Gauger suggeriscono per il futuro: cioè **evitare di indicare un unico valore di attenuazione per gli otoprotettori**, perché ciò induce l'utilizzatore poco esperto ad attribuire troppa fiducia a quel numero facendo perdere di vista il fatto che l'attenuazione di un otoprotettore dipende, sì dalle caratteristiche dello stesso, ma ancor di più da altre variabili, trascurando le quali si rischia una valutazione impropria. Essi propongono (ref.23), a titolo di esempio, una etichetta come quella rappresentata in fig.3, nella quale figurano **due valori di attenuazione: uno elevato, relativo ad utilizzatori "esperti e motivati", l'altro minore, descritto come "possibile per molti utilizzatori"**.

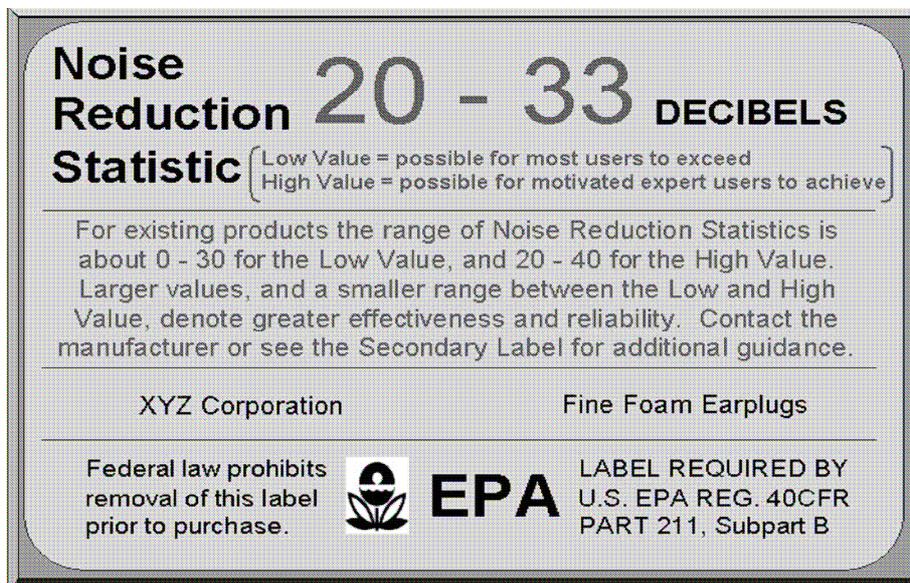


Fig. 3 Esempio di nuova etichetta per otoprotettori proposta da Berger e Gauger

- e) **Occorre infine ricordare che le valutazioni di tipo statistico sono essenziali, per quanto concerne la scelta degli otoprotettori e la valutazione del rischio rumore, ma non risolvono completamente la**

questione della valutazione della loro efficacia, perché questa dipende considerevolmente da elementi soggettivi. Si veda a questo riguardo la distribuzione dei livelli di protezione di un otoprotettore sperimentato in situ da Waught (ref.18) su 20 soggetti esposti a 100 differenti tipi di rumore (fig. 4).

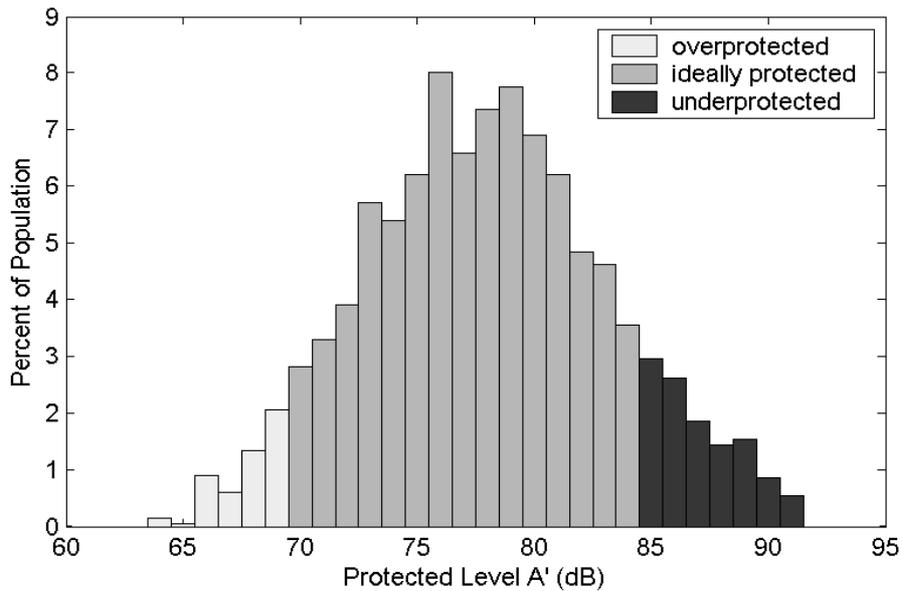


Fig. 4 Distribuzione dei livelli di protezione raggiunti con un otoprotettore indossato da 20 soggetti in 100 differenti situazioni rumorose

Al di là del fatto che l'autore considera la protezione ideale quella compresa fra 70 e 85 dB(A), mentre invece, come detto tale zona deve esser circoscritta all'intervallo 70 – 80 dB(A), emerge che:

- in circa l'84% dei casi questo DPI garantisce di non superare, in quelle situazioni espositive considerate nella sperimentazione, 84 dB(A)
- tuttavia nel 2% dei casi l'esposizione supera i 90 dB(A) e nel 5% dei casi è al di sotto dei 70 dB(A).

L'esempio mette quindi in evidenza che, in una situazione dove, nella maggioranza dei casi, usando questo DPI, l'esposizione è contenuta in un ambito ottimale, si presentano comunque alcune situazioni, in cui il livello di esposizione supera gli 85 dB(A) e addirittura, in pochi, ma non trascurabili casi, anche i 90 dB(A).

Così pure esistono delle situazioni per le quali l'esposizione è al di sotto dei 70 dB(A), in una fascia che può risultare di iperprotezione.

Quanto ora detto comporta l'esigenza di utilizzare, per verificare la reale efficacia sui singoli lavoratori, anche altri strumenti e altre informazioni.

Certamente, per individuare i casi delle persone per le quali gli otoprotettori in dotazione non sono sufficienti a garantire l'assenza di un rischio da rumore, **possono essere importanti le informazioni circa i peggioramenti uditivi che il medico**

competente rileva nel corso della sorveglianza sanitaria. Per quanto si tratti di una forma di prevenzione che interviene quando il danno uditivo ha già cominciato a manifestarsi, il peggioramento uditivo costituisce un indicatore che serve per approfondirne l'origine, e capire anche se i DPI utilizzati sono insufficienti (per scelta inadeguata, o per carenza di formazione, o per ragioni fisiologiche, o per altro ancora).

Più complesso è valutare i casi di iperprotezione, poiché è molto difficile un riscontro oggettivo di tale situazione. Certamente, nelle situazioni in cui i rischi dovuti alla mancata percezione di segnali acustici sono significativi, è da suggerire un **controllo preliminare dei singoli lavoratori, per verificare, attraverso delle simulazioni**, se essi, indossando gli otoprotettori loro destinati, sono in grado di rilevare agevolmente tali segnali (rammentiamo che tra tali segnali vanno inclusi anche quelli di macchine e attrezzature in movimento, come ad esempio i carrelli).

7. Qualche considerazione conclusiva

A integrazione delle precedenti considerazioni concludo con alcune indicazioni pratiche, che possono risultare utili in una prima valutazione di massima:

- a) per livelli di esposizione compresi approssimativamente fra 80 e 85 dB(A) è consigliabile fornire degli otoprotettori curando soprattutto la confortevolezza, perché comunque le esigenze di attenuazione acustica sono modeste; l'attività di formazione può essere relativamente semplice; otoprotettori aventi elevata attenuazione possono determinare livelli di esposizione spesso al di sotto dei 65-70 dB(A);
- b) per livelli sonori compresi approssimativamente fra 85 e 95 dB(A), la gran parte degli otoprotettori garantisce di poter contenere l'esposizione al rumore al di sotto di 80 - 85 dB(A) e senza determinare rischi importanti di iperprotezione; l'addestramento all'uso deve essere fatto con attenzione e ripetuto periodicamente; è necessario altresì un normale controllo circa la loro applicazione;
- c) per livelli di esposizione compresi fra 95 e 105 dB(A), occorre una scelta ponderata degli otoprotettori, un addestramento molto accurato e ripetuto periodicamente; un controllo rigoroso circa la loro corretta utilizzazione; grande cura va riservata anche allo stato manutentivo e alle esigenze di sostituzione;
- d) per livelli di esposizione superiori a 105 dB(A), la scelta degli otoprotettori deve essere fatta con grande perizia (in generale in tali situazioni deve essere prevista l'utilizzazione di un doppio otoprotettore); l'addestramento richiede di essere ripetuto con cadenze ravvicinate; il controllo circa il loro impiego deve essere costante, recependo e valutando immediatamente le istanze provenienti dai lavoratori circa loro difficoltà all'uso; è consigliabile la predisposizione di una specifica procedura che definisca le prescrizioni circa l'uso e i programmi di manutenzione e sostituzione.

Bibliografia

1. D.Lgs. Governo n° 195 del 10/04/2006 Attuazione della direttiva 2003/10/CE relativa all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore)
2. D.Lgs. Governo n° 277 del 15/08/1991 Attuazione delle direttive n. 80/1107/CEE, n. 82/605/CEE, n. 83/477/CEE, n. 86/188/CEE e n. 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 legge 30 luglio 1990, n. 212
3. D.Lgs. Governo n° 475 del 04/12/1992 Attuazione della direttiva 89/686/CEE del Consiglio del 21 dicembre 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai dispositivi di protezione individuale
4. UNI EN 352-1:2004 Protettori dell'udito - Requisiti generali - Parte 1: Cuffie
5. UNI EN 352-2:2004 Protettori dell'udito - Requisiti generali - Parte 2: Inserti
6. UNI EN 352-3:2004 Protettori dell'udito - Requisiti generali - Parte 3: Cuffie montate su un elmetto di protezione per l'industria
7. UNI EN 352-4:2004 Protettori auricolari - Requisiti di sicurezza e prove - Cuffie con risposta in funzione del livello sonoro
8. UNI EN 352-5:2004 Protettori auricolari - Requisiti di sicurezza e prove - Parte 5: Cuffie con controllo attivo della riduzione del rumore
9. UNI EN 352-6:2004 Protettori auricolari - Requisiti di sicurezza e prove - Parte 6: Cuffie con comunicazione audio
10. UNI EN ISO 4869-2:1998 Acustica - Protettori auricolari - Stima dei livelli di pressione sonora ponderati A quando i protettori auricolari sono indossati
11. UNI EN 24869-1:1993 Acustica. Protettori auricolari. Metodo soggettivo per la misura dell'attenuazione sonora.
12. UNI EN 13819-1:2004 Protettori dell'udito - Prove - Parte 1: Metodi di prova fisici
13. UNI EN 13819-2:2004 Protettori dell'udito - Prove - Parte 2: Metodi di prova acustici
14. Elia, Dispositivi di protezione individuale dell'udito, Quaderno monografico di aggiornamento "Audiometria in medicina del lavoro e medicina legale" dell'Associazione Otorinolaringologi Ospedalieri Italiani, 2002
15. UNI EN 458:2005 Protettori dell'udito - Raccomandazioni per la selezione, l'uso, la cura e la manutenzione - Documento guida
16. Merluzzi, Di Credico, Determinazione dei criteri per la scelta e la utilizzazione dei mezzi personali di protezione acustica, Medicina del Lavoro 84, 1993

17. Peretti, Pedrielli, Strumia, Baiamonte, Riduzione delle prestazioni dei dispositivi di protezione uditiva negli ambienti di lavoro, Seminario AIA GAA luglio 2003
18. Casali, Epps, Effects of user insertion/donning instructions on noise attenuation of aural insert hearing protectors, Human factors, 28, 1986
19. Suter, History and use of EPA's hearing protector labelling regulation, EPA Workshop on hearing protector devices
20. ANSI S12.6-1997 Methods for measuring the real-ear attenuation of hearing protectors
21. ANSI S3.19-1974 Acoustical Society of America Standard Method for the measurement of real-ear attenuation of hearing protectors and physical attenuation of earmuffs
22. ISO Draft technical specification 4869-5 Acoustics – Hearing protectors – Part 5: Method for estimation of noise reduction using fitting by inexperienced test subjects
23. Gauger, Berger, A new hearing protector rating: the noise reduction statistic for use with A Weighting (NRS_A)